



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

PERILA MACIEL REBOUÇAS

DESEMPENHO DE ALEVINOS MASCULINIZADOS DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*) PRODUZIDOS EM DUAS ESTAÇÕES DO ANO EM
TANQUES DE DIFERENTES CORES

FORTALEZA

2014

PERILA MACIEL REBOUÇAS

**DESEMPENHO DE ALEVINOS MASCULINIZADOS DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*) PRODUZIDOS EM DUAS ESTAÇÕES DO ANO EM
TANQUES DE DIFERENTES CORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho.

Coorientador: Prof. Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias.

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- R241d Rebouças, Perila Maciel.
Desempenho de alevinos masculinizados de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) produzidos em duas estações do ano em tanques de diferentes cores / Perila Maciel Rebouças. – 2014.
150 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2014.
Área de Concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.
Orientação: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho.
Coorientação: Prof. Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias.
1. Tilápia (Peixe). 2. Aquicultura. 3. Peixe – Criação. I. Título.

CDD 630

PERILA MACIEL REBOUÇAS

**DESEMPENHO DE ALEVINOS MASCULINIZADOS DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*) PRODUZIDOS EM DUAS ESTAÇÕES DO ANO EM
TANQUES DE DIFERENTES CORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Aprovada em: _02__/_05__/_2014_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Daniel Albiero
Universidade Federal do Ceará (UFC)

*Ao meu querido e amado pai terreno, **Pedro Pedrosa Rebouças (in memorian)**, por ter me ensinado a lutar pelos meus sonhos e a valorizar as coisas simples da vida. Sinto muito sua falta papai! E a minha querida mãe, **Maria Walmira Maciel Rebouças**, obrigada pelas renúncias, tanto amor, dedicação e apoio.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

*Ao meu grande amigo e Pai Celestial, **Deus**, por me guiar em todos os momentos, conceder-me a graça de está realizando este grande sonho e me proporcionar encontros com pessoas maravilhosas... “Tudo é possível àquele que crê” Marcos 9: 23.*

Aos meus pais pelos ensinamentos e encorajamentos, e sem concessões usá-los como exemplos de respeito, determinação, e nobreza de espírito onde quer que eu vá. Agradeço também ao meu querido padrasto Sr. Akiler Omae pelo carinho e abençoadas orações a mim dirigidas.

À minha irmã Pedrina e minha sobrinha Stephanie que me animaram com carinhos e sorrisos nas visitas que faziam ao meu quarto durante os períodos de estudo. Ao meu irmão Pedro Pedrosa, pela motivação, conselhos e espelho de sucesso em seus estudos e pesquisas.

Aos meus adorados cães Draco e Akim, por me proporcionarem amor incondicional que somente quem os ama compreende, além da companhia silenciosa todas as noites abaixo de minha mesa durante a elaboração deste trabalho. Obrigada meus amores! Como dizia Madre Teresa de Calcutá “Os animais foram criados com a mesma mão caridosa que Deus nos criou. É nosso dever protegê-los e promover seu bem-estar”, essa missão prazerosa é recíproca!

À minha avó do coração, Dona Teresinha (in memorian), por me fazer compreender e sentir, de fato, que o amor a Jesus em nossos corações nos transforma em verdadeiras videiras, dão sempre bons frutos e não há nada que nos impeça de crescer.

À minha tia Badiza pelo carinho, conselhos, amizade e atenção em todas as horas que precisei, obrigada minha tia querida!

A você Marco Aurélio, por está sempre em meu coração e por ter me acalentado com suas amorosas palavras...

Às minhas amigas Jaqueline, Cássia Rosane, Angelita, Luciana e Ítala pelo companheirismo, solidariedade, carinho, apoio e amizade durante esta pesquisa. Obrigada minhas queridas, acredito que cada uma de vocês sente e sabe sua importância neste momento. Foram muitas noites pesando milimetricamente as ofertas de ração, muitos dias com várias coletas de dados e manejo dos peixes, fora a comida feita improvisadamente, muitos cururus (amigos de Luciana), e muitas bagagens pesadas levadas nas costas aos domingos à noite para a capital de Fortaleza, sendo quase um milagre carregá-las pelo

cansaço e ainda voltando no dia seguinte antes mesmo que o Sol nascesse... Sou eternamente grata a vocês por tanto carinho doado sem medidas seja em palavras ou fisicamente durante este estudo... Muito obrigada minhas anjas!

Ao amigo Rafael Sanro, obrigada pela ajuda indispensável nas estatísticas, pelos conselhos, pela paciência e valiosa amizade. Acredito que só você mesmo meu amigo para me aturar e me conceder tanta ajuda. Muito obrigada!

Ao Centro de Pesquisas Rodolfo von Ihering (CPAq - DNOCS) representado por Dra. Inês, meu agradecimento pela disponibilidade e permissão em usar a estrutura experimental, o alojamento e pela grande confiança que recebi. À professora Socorro pela amizade, motivação, conselhos e auxílio no cálculo da quantidade de ração, que juntamente com seu esposo, Sr. Pedro Eymard, me proporcionaram ajuda necessária para que este experimento pudesse ser concluído. Além disso, agradeço por compartilharem comigo em alguns momentos, sua casa, maravilhosas conversas e comidas. Muito obrigada por tanto carinho, atenção e benevolência!

Ao Biólogo do Centro de Pesquisas Rodolfo von Ihering (CPAq – DNOCS) e amigo Agenor, pela paciência, companheirismo, amizade e ajuda em todos os momentos. Acredito meu amigo que cada problema enfrentado os anjos de Deus o colocava sempre a postos com uma solução. Muito Obrigada por tudo! Agradeço também à amiga e Engenheira de Pesca do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) Josy, pela amizade, pelo carinho, pelo apoio doado e concedido sempre.

A todos os servidores do Centro de Pesquisa Rodolfo von Ihering (CPAq - DNOCS) pela acolhida carinhosa, pela atenção, apoio e amizade dispensadas a mim, em especial, ao Sr. Raimundo pela paciência e ajuda diária na limpeza constante dos tanques durante este trabalho. Agradeço ainda, a querida Dona Lucineide e de seu esposo, pelo carinho doado como uma mãe a uma filha, levando-me quase sempre a sua casa junto com as pessoas que iam me ajudar para almoçar, além de suas orações e sábias palavras de incentivo diário. Muito Obrigada por tanto carinho e afeição.

À amiga, graduanda em Engenharia de Pesca e estagiária do Centro de Pesquisa Rodolfo von Ihering (CPAq - DNOCS) Laíse, pela disponibilidade, companhia, apoio e pela dedicação oferecida durante todo o experimento. Muito obrigada minha querida, sou muito grata por seu carinho e amizade.

À CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Obrigada a todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, pela cordialidade, disponibilidade e gentileza sempre oferecida.

Em especial, ao meu orientador de Mestrado Professor Dr. José Antonio Delfino (Zeca), por ter acreditado em meu potencial, pela orientação, confiança, incentivo à realização deste trabalho e por ser responsável pelo início de meu crescimento pessoal e acadêmico.

Ao Professor Dr. Daniel Albiero, pela sua grande cordialidade, disponibilidade, sugestões, conselhos e incentivo a conclusão deste sonho. Muito obrigada professor!

À professora e querida amiga Professora Dra. Vânia Gomes pela atenção e início de coorientação, com conselhos e sugestões, além de uma grande disponibilidade em me ajudar no projeto inicial e indicação ao presente coorientador. Sou muito grata pela sua ajuda e amizade.

Ao meu coorientador, Professor Dr. Wladimir Lobo, por ter aceitado o convite a coorientação deste trabalho, pela confiança, atenção e disponibilidade em todos os momentos que precisei. Minha gratidão por todo auxílio que recebi e, agradeço também ao seu assistente Junior por me tratar sempre que necessitei com muita gentileza e presteza.

À professora Dra. Carla Renata, pela simpatia, pelos conselhos e apoio desta pesquisa durante o exame de Qualificação.

Ao Laboratório do Centro de Biotecnologia Aplicada à Aquicultura – CEBIAQUA, da Universidade Federal do Ceará, pela utilização dos equipamentos e análises utilizados durante o experimento, além da contribuição de todos os alunos bolsistas de graduação de Engenharia de Pesca, em especial ao estudante Pedro Henrique Gomes, muito obrigada pela sua grande disponibilidade, atenção e inestimável ajuda.

Ao programa de Pós-graduação em Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, por ter me concedido permissão em fazer algumas disciplinas durante o mestrado. Agradeço também aos professores do Departamento da Engenharia de Pesca, Dr. Aldeney e Dr. Bartomomeu pelo apoio, conselhos e sugestões durante o mestrado.

Ao amigo e professor Rafael Maciel pela amizade e grande auxílio que recebi durante todo o experimento. Agradeço-o também, pela concessão de seus alunos e estagiários do Instituto CENTEC (Centro de Ensino Tecnológico) a me auxiliar neste experimento, às alunas Bruna Kelly e Williana Fontoura, e aos alunos Eric Silva e Kennedy Zika. Muito obrigada meus queridos pela companhia e ajuda durante seus estágios supervisionados.

Aos professores e amigos Sérgio Almeida, Thiago Silva e João Henrique pela disponibilidade e atenção consentida em suas visitas ao Centro de Pesquisas durante este estudo.

Ao grupo NEambe (Núcleo de Estudos em Ambiência Agrícola e Bem-estar animal), principalmente a equipe de Piscicultura, à Carine e ao Cristiano pela paciência e valiosa ajuda durante este trabalho. Bem como também aos demais membros do grupo, à Marília, Luanda, Mariana, Melânia, Shirley, Nivanda e Ricardo pelo apoio e atenção concedida sempre que precisei e ao Daniel Gurgel pelo auxílio e por me disponibilizar os equipamentos necessários para esta pesquisa. Agradeço também aos ex-membros do grupo, ao Alexandre, à Ismênia, e em especial à Meirelane, por me incentivar e apoiar desde antes do meu ingresso no mestrado. Muito obrigada de coração a todos!

Aos estagiários do Instituto Federal do Ceará (Campos Aracati), Jozilene e Rodolfo, embora tenha sido por pouco tempo, mas muito obrigada pela amizade, companhia e auxílio que recebi durante seus estágios supervisionados no Centro de Pesquisas do DNOCS.

Agradeço a todos que conheci durante o mestrado, em especial a Rafaela Melo, ao Marcelo Boamorte, João Neto, Aldiel Lima, Breno Leonam, Darlan Braga, Rafael Landim, Karla Batista, Elivânia Souza, Renata Nayara, Marcel Philippe Gradwohl, Jamillenf Martins e Cristiane Silvão. Obrigada a todos vocês meus queridos pela amizade, pelas risadas, pelo carinho, pela força e companheirismo nos momentos difíceis de provas e seminários, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas. Foi maravilhoso compartilhar cada instante com vocês!

À Universidade Federal do Ceará (UFC) por abrirem as portas para que eu pudesse realizar este sonho, proporcionando-me mais que conhecimento técnico-científico, UMA LIÇÃO DE VIDA!

*Obrigada de coração a todas as pessoas que não citei, mas que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho pudesse ser concluído. **Deus vos abençoe meus queridos!***

“Estejam vigilantes, mantenham-se firmes na fé, sejam homens de coragem, sejam fortes.

Façam tudo com amor”.

1 Coríntios 16: 13 -14

RESUMO

REBOUÇAS, Perila Maciel, Universidade Federal do Ceará. Maio 2012. **Desempenho de alevinos masculinizados de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) produzidos em duas estações do ano em tanques de diferentes cores.** Orientador: José Antonio Delfino Barbosa Filho. Coorientador: Wladimir Ronald Lobo Farias. Conselheiro: Daniel Albiero.

Os aspectos construtivos, sobretudo as cores, podem ser mais bem aproveitados na tilapicultura quando há um conhecimento sobre o conforto térmico proporcionado aos organismos. Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito térmico das cores em tanques de concreto sobre o desempenho de alevinos masculinizados de tilápia do Nilo em duas estações do ano. O estudo foi realizado no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho Von Ihering, localizado no município de Pentecoste, Ceará. Os exemplares foram estocados na densidade de 2,4 pós-larvas L⁻¹ em 18 tanques de concreto de 500L, por 28 dias, durante o período chuvoso e seco. O delineamento foi inteiramente casualizado com seis tratamentos (controle, branco, preto, azul, amarelo, verde) e três repetições cada. Foram monitorados a temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia total e nitrito, bem como realizada análise quantitativa e qualitativa fitoplanctônica. Duas miniestações meteorológicas e *Data Loggers* foram utilizadas para registro dos dados de temperatura e umidade relativa do ar. Determinou-se a sobrevivência, biometria final (peso e comprimento médio final) e ganho médio em peso e comprimento. Os valores finais em peso e comprimento, respectivamente, foram entre 0,493 e 0,710 g e 3,047 e 3,633 cm no período seco e 0,947 e 1,573 g e 3,273 e 4,533 cm no período chuvoso. No período seco, a cor preta apresentou uma maior sobrevivência (90,6%), quando comparado com a cor azul (75,2%), que resultou em um menor percentual. Já no período chuvoso, a sobrevivência foi inferior ao período seco em todos os tratamentos observados, em que o maior percentual foi encontrado na cor amarela (67,9%), comparada com a cor azul (43,1%), que coincidindo com o período seco apresentou o menor valor. Não houve diferença significativa no ganho em peso e comprimento entre os tratamentos no período chuvoso e no período seco ($p>0,05$), enquanto que entre as estações climáticas houve diferença significativa ($p<0,05$), no entanto a cor preta no período seco e cor amarela no período chuvoso apresentaram os melhores resultados. Sugere-se evitar o uso da coloração azul, por promover nas duas estações menor sobrevivência. A utilização das cores em tanques de concreto demonstrou ser importante para otimização das técnicas de manejo, apesar da ausência de diferença significativa nas médias da temperatura da água nas séries de horários avaliados, e presença de florações fitoplanctônicas potencialmente tóxicas.

Palavras-chave: Ambiência. *Oreochromis niloticus*. Desempenho zootécnico.

ABSTRACT

REBOUÇAS, Perila Maciel, Universidade Federal do Ceará. May 2012. **Performance of masculinized fingerlings of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) produced in two seasons in different color tanks.** Advisor: José Antonio Delfino Barbosa Filho. Co-advisor: Wladimir Ronald Lobo Farias. Committee member: Daniel Albiero.

The constructive aspects, especially the colors, can be put to better use in tilapia culture, when there is knowledge on the thermal comfort provided to the bodies. The aim of this study was to evaluate the thermal effect of color in concrete tanks on the performance of Nile tilapia fingerlings in two seasons: rainy and dry. The study was conducted at the Research Center for Aquaculture Rodolpho von Ihering, located in the city of Pentecoste, Ceará. The specimens were stocked at 2.4 post-larvae L⁻¹ in 18 concrete tanks of 500L for 28 days during the rainy and dry seasons. The design was completely randomized with six treatments (control, white, black, blue, yellow, green) and three replications. Temperature, dissolved oxygen, pH, total ammonia and nitrite were monitored and conducted quantitative and qualitative phytoplankton analysis. Two mini-stations and meteorological data loggers were used to record the data of temperature and relative humidity. Survival was determined, the final biometrics (final weight and mean length) body gain in weight and length. The final values for weight and length, respectively, were between 0.493 to 0.710 g and 3.047 to 3.633 cm in dry and 0.947 to 1.573 g and 3.273 to 4.533 cm in the rainy season. In dry season, the black color had higher survival (90.6 %) compared with the blue color (75.2 %), which resulted in a lower percentage. In rainy season, survival was less than dry season for all treatments, with the highest percentage in yellow (67.9%), compared with blue color (43.1%), which coincides with the season, had the lowest value. There was no significant difference in weight gain and length between treatments in the rainy season and during the dry ($p > 0.05$), while between seasons significant difference ($p < 0.05$), however the black and yellow colors in the rainy season showed better results. It is suggested to avoid the use of blue color, to promote survival in the two lower stations. The use of color in concrete tanks proved to be important for optimizing management techniques, despite no significant difference in the mean water temperature in the schedules series of reviews and the presence of potentially toxic phytoplankton blooms.

Keywords: Ambience. *Oreochromis niloticus*. Growth performance

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Trocas de calor por condução.....	17
Figura 02	Trocas de calor em paredes opacas.....	18
Figura 03	Ambiente experimental utilizado durante o período seco e chuvoso no Centro de Pesquisas em Aquicultura – DNOCS, Pentecoste, Ceará.....	38
Figura 04	Distribuição das cores nos tanques de forma inteiramente casualizado.....	43
Figura 05	Médias da temperatura e umidade relativa do ar durante o período chuvoso.....	46
Figura 06	Médias da temperatura e umidade relativa do ar durante o período seco.....	46
Figura 07	Precipitação média referente ao mês de abril do município de Pentecoste, CE, em 2013.....	48
Figura 08	Precipitação média referente ao mês de maio do município de Pentecoste, CE, em 2013.....	49
Figura 09	Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da temperatura interna às 15 horas no período seco.....	51
Figura 10	Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da temperatura externa às 15 horas no período seco.....	51
Figura 11	Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da temperatura interna às 15 horas no período seco.....	53
Figura 12	Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da temperatura interna às 15 horas no período chuvoso.....	53
Figura 13	Variação sazonal das médias de temperatura (°C) da água e do ar (interno e externo do ambiente experimental) nas séries de horários observados no período seco e chuvoso, onde T1=Tratamento controle; T2= Tratamento branco; T3= Tratamento amarelo.....	58
Figura 14	Variação sazonal das médias de temperatura (°C) da água e do ar (interno e externo do ambiente experimental) nas séries de horários observados no período seco e chuvoso, onde T4=Tratamento preto; T5=Tratamento azul; T6=Tratamento verde.....	59
Figura 15	Oscilações da temperatura da água (A) e oxigênio dissolvido (B) nas séries	

	de horários acompanhados em todos os tratamentos durante o período chuvoso.....	66
Figura 16	Oscilações da temperatura da água e oxigênio dissolvido nas séries de horários acompanhados em todos os tratamentos durante o período seco.....	66
Figura 17	Porcentagem de contribuição das classes fitoplanctônicas para o período seco e chuvoso, encontrada no canal de captação, Pentecoste, Ceará.....	71
Figura 18	Incremento médio em peso dos alevinos masculinizados de tilápia no período seco “A” e chuvoso “B” em todos os tratamentos experimentais.....	85
Figura 19	Incremento médio em comprimento total dos alevinos masculinizados de tilápia no período seco “A” e chuvoso “B” em todos os tratamentos experimentais.....	86
Figura 20	Incremento médio em peso “A” e comprimento total “B” dos alevinos masculinizados de tilápia entre as duas estações climáticas em estudo (seco e chuvoso).....	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Teste de médias da temperatura e umidade do ar interna e externa do ambiente experimental durante o período chuvoso, Pentecoste, Ceará.....	50
Tabela 02	Teste de médias da temperatura e umidade relativa do ambiente experimental durante o período seco, Pentecoste, Ceará.....	50
Tabela 03	Teste de médias da temperatura e umidade relativa do ar no período seco e chuvoso especificamente em cada horário observado.....	52
Tabela 04	Teste de médias da temperatura da água em todos os tratamentos observados durante o período chuvoso.....	54
Tabela 05	Teste de médias da temperatura da água em todos os tratamentos observados durante o período seco.....	54
Tabela 06	Teste de médias da temperatura da água em todos os tratamentos observados durante o período chuvoso.....	55
Tabela 07	Teste de médias de oxigênio dissolvido a água em todos os tratamentos observados durante o período seco.....	56
Tabela 08	Teste de médias da temperatura da água (°C) entre o período seco e chuvoso especificamente em cada tratamento e horário avaliado.....	56
Tabela 09	Teste de médias do oxigênio dissolvido na água (ml L ⁻¹) no período seco e chuvoso especificamente em cada tratamento e horário avaliado.....	57
Tabela 10	Valores médios ± desvios-padrões dos parâmetros da água aos níveis de nitrato, amônia total e potencial hidrogeniônico (pH).....	68
Tabela 11	Análise Qualitativa e Quantitativa da comunidade fitoplanctônica identificada no período chuvoso do canal de captação do Açude Pereira de Miranda, Pentecoste, Ceará.....	72
Tabela 12	Análise Qualitativa e Quantitativa da comunidade fitoplanctônica identificada no período seco no canal de captação do Açude Pereira de Miranda, Pentecoste, Ceará.....	72
Tabela 13	Médias e desvios-padrões das variáveis biométricas e percentuais de sobrevivência dos alevinos de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> , para os diferentes tratamentos nos período seco.....	77
Tabela 14	Médias e desvios-padrões das variáveis biométricas e percentuais de	

sobrevivência dos alevinos de tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> , para os diferentes tratamentos nos período chuvoso.....	77
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPAq	Centro de Pesquisas em Aquicultura
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
G	Grama
Kg	Quilograma
mm/ano	Milímetro por ano
E	Espessura da parede
λ	Coeficiente de condutividade térmica do material
m	Metro
cm	Centímetro
$\neq$	Diferente
θ_e	Temperatura da superfície externa da envolvente
θ_i	Temperatura da superfície interna da envolvente
r	Resistência Térmica
t	Temperatura do ar
θ	Temperatura da superfície de um sólido
>	Maior
<	Menor
h_c	Coeficiente de trocas térmicas por convecção
q_c	Intensidade do fluxo térmico por convecção
°	Graus
UR	Umidade Relativa do ar
mm	Milímetro
W/m ²	Watts por metro quadrado
K	Condutividade térmica
Δt	Diferença de Temperatura
ε	Emissividade Térmica
α	Coeficiente de absorção da radiação solar
Ig	Intensidade de radiação solar incidente global
W/m ² °C	Watt por metro quadrado vezes graus Celsius
q	Intensidade do fluxo de calor
W	Watts

m^2	Metro ao quadrado
$\cong$	Mais ou menos igual
ml/L	Miligrama por litro
W/m ²	Watts por metro quadrado
q _{cd}	Intensidade do fluxo de calor por condução

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	Objetivo geral.....	14
2.2	Objetivos específicos.....	14
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1	Variáveis ambientais do ar.....	15
3.2	Trocas de calor.....	16
3.3	Trocas de calor através de uma parede opaca.....	18
3.4	Comportamento térmico do concreto.....	19
3.5	Comportamento térmico da água.....	20
3.6	Fatores que influenciam o desempenho dos peixes.....	22
3.6.1	Qualidade da água.....	22
3.6.2	Comunidade fitoplanctônica e presença de cianobactérias.....	25
3.6.3	Temperatura da água.....	27
3.6.4	Cor do ambiente.....	31
3.7	Tilápia do Nilo <i>Oreochromis niloticus</i>.....	33
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
4.1	Variáveis ambientais do ar.....	39
4.2	Parâmetros abióticos e bióticos da água.....	40
4.3	Dieta experimental.....	41
4.4	Parâmetros avaliados.....	42
4.5	Análises estatísticas.....	43
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
5.1	Condições climáticas.....	46
5.2	Avaliação estatística das variáveis ambientais do ar.....	49
5.3	Avaliação estatística da temperatura da água e oxigênio dissolvido.....	54
5.4	Flutuações térmicas do ar e da água.....	57
5.5	Parâmetros abióticos da água.....	66
5.6	Parâmetros bióticos da água.....	71
5.7	Parâmetros avaliados.....	76
6	CONCLUSÃO.....	90

REFERÊNCIAS	91
APÊNDICES.....	124
ANEXOS.....	138

1 INTRODUÇÃO

Segundo a FAO (2012), as principais espécies de peixes consumidas no mundo são: as carpas, as tilápias e os salmões e, segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura (BRASIL, 2013), a tilápia é a espécie de água doce mais produzida no Brasil, com tendência a melhorar cada vez mais suas exportações, além disso, possui uma demanda interna favorável principalmente no nordeste, devido à temperatura da água se manter adequada durante a maior parte do ano. Portanto, em consequência da ascensão produtiva do mercado brasileiro de tilápias são necessárias novas técnicas que incrementem o panorama já existente.

Porém, as atividades ligadas à tilapicultura demandam manejos e instalações adequadas, principalmente envolvendo a qualidade da água, pois são muitas as variáveis físico-químicas que devem ser avaliadas e monitoradas para garantir o sucesso das atividades, dentre elas a temperatura da água. Sendo as tilápias animais pecilotérmicos ou ectotérmicos (temperatura interna do corpo varia de acordo com a temperatura do ambiente), a temperatura possui especial importância, pois é ela que determina o metabolismo destes organismos, sendo responsável pelas atividades fisiológicas, como a respiração, digestão, reprodução e alimentação.

Presume-se que os organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para seu crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação dos ovos. Portanto, possuem uma zona de conforto térmico que permite o organismo manifestar todo seu potencial produtivo, sendo, portanto fundamental seu aperfeiçoamento tecnológico, além de uma seleção criteriosa do ambiente de cultivo, principalmente durante os estágios iniciais de vida, pois a partir do bom gerenciamento desta fase é que se obtêm melhores índices de qualidade e produção animal desejados nas fases posteriores.

Vários estudos sobre a influência da cor do ambiente durante o cultivo de tilápias no desempenho e sobrevivência de seus alevinos mostraram que a coloração pode causar diferentes níveis de estresse, provocando altas mortalidades e diminuição significativa em seu crescimento, porém não foi ainda associada sua influência sobre a temperatura da água e suas consequências zootécnicas. Além disso, adicionar nas práticas do manejo aquícola o monitoramento dos parâmetros ambientais do ar aliado ao estudo do ambiente construtivo de cultivo como ferramenta adicional pode ajudar a incrementar a produção ou mesmo direcionar

novas pesquisas que favoreçam o desempenho dos organismos, principalmente do estágio de pós-larvas a alevinos, por serem mais frágeis e exigirem maiores cuidados.

Assim, torna-se necessário o cultivo de pós-larvas de tilápia, durante sua masculinização, em tanques de concreto com diferentes colorações, pois em sistemas mais próximos da realidade de cultivo será possível comparar com outros trabalhos já realizados e contribuir com o crescimento produtivo durante todo o ano, isto é, não somente em períodos climáticos favoráveis, bem como em situações desfavoráveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito térmico das cores em tanques circulares de concreto no desempenho de alevinos masculinizados de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) variedade Chitralada, em duas estações do ano (chuvosa e seca).

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar se a cor influencia na temperatura da água no período seco e chuvoso, em todos os tratamentos observados;
- Avaliar a influência da temperatura da água e da cor dos tanques no crescimento e sobrevivência dos alevinos masculinizados de tilápia cultivados no período seco e chuvoso;

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Variáveis ambientais do ar

Grande parte da radiação solar que atravessa a atmosfera terrestre chega à superfície onde é absorvida. Parte dessa energia absorvida é "re-irradiada", mas como a temperatura da superfície terrestre é inferior ao do Sol, a energia é emitida em ondas de baixa frequência, chamadas de ondas longas (SUZUKI, 2012). Isto é, a partir do momento que cessa a entrada de radiação solar, os diversos tipos de materiais que compõem a superfície terrestre (solo, afloramentos rochosos, vegetação, superfícies líquidas, materiais da construção civil etc.) passam a ceder calor para o meio circundante, na forma de ondas longas (na faixa do infravermelho), contribuindo para aquecer a camada do ar próximo à superfície. Com o pôr do sol, essa superfície, sem sua fonte de energia para continuar aquecendo-a, começa a resfriar rapidamente, o que, também por condução, tende a tornar a camada de ar próxima a superfície, mais fria durante a noite (LAMBERTS et al., 2005; JARDIM, 2001).

A temperatura do ar é considerada o fator climático mais importante influenciando no ambiente físico do animal (McDOWELL, 1974), sendo determinada através da radiação solar incidente na superfície terrestre, variando seu valor conforme o ângulo de incidência dos raios solares, o comprimento do dia (AYOADE, 2011), a transmissividade da atmosfera e com a cobertura do céu (TUBELIS; NASCIMENTO, 1980). Além da variação diária, a temperatura varia também ao longo do ano, conforme a posição da Terra em relação ao Sol (MEDEIROS et al., 2013). As temperaturas máximas e mínimas estão associadas a outras variáveis meteorológicas, como: disponibilidade de energia solar, nebulosidade, umidade do ar e do solo, vento (direção e velocidade) e a parâmetros geográficos como topografia, altitude e latitude do local (STRASSBURGER et al., 2011).

A umidade do ar é considerada também um elemento climático, porém usado para descrever a quantidade de vapor d'água contido na atmosfera. Este vapor d'água é medido em índices: umidade absoluta, umidade relativa, temperatura do ponto de orvalho e pressão vaporífica. A medida mais conhecida é a umidade relativa do ar devido à facilidade de obtenção dos dados, além de indicar o grau de saturação do ar. Sendo influenciada por outros elementos, como, precipitação pluvial e temperatura do ar (MEDEIROS et al., 2013).

Define-se umidade relativa do ar (UR) como a razão entre a quantidade de vapor d'água que o ar contém e a quantidade máxima que poderia conter a uma mesma temperatura dada em porcentagem (SOARES; BATISTA, 2004), e tem variação diária inversa à temperatura do ar, pois, é menor durante o dia e maior à noite, alcançando o valor mínimo quando a temperatura é máxima, e o valor máximo quando a temperatura é mínima (MEDEIROS et al., 2013). Os períodos do ano que normalmente possuem maiores índices de precipitação são os que apresentam maiores valores de umidade relativa do ar (BISCARO, 2007). Além disso, se a umidade influencia na amplitude térmica, a temperatura influi na quantidade de vapor de água que o ar pode conter. Quanto maior a temperatura do ar, maior a quantidade de vapor de água por metro cúbico de ar (LAMBERTS et al., 2005).

3.2 Trocas de calor

O calor é a energia que está sendo transferida de um sistema para o outro em virtude de uma diferença de temperatura (TIPLER; MOSCA, 2006; AGUIAR; COSTA, 2011; ÇENGEL; BOLES, 2013), isto é, corpos que estejam em temperaturas diferentes trocam calor, os mais “quentes” perdendo e os mais “frios” ganhando, sendo que o calor envolvido é denominado calor sensível (FROTA; SCHIFFER, 2001), o qual depende de sua massa, da variação de temperatura e da natureza do material que o constitui (NOGUEIRA et al., 2005).

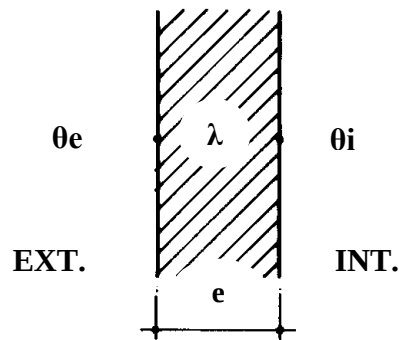
Neste processo de um corpo ganhar ou perder calor, em geral, muda o estado de agitação térmica de suas moléculas, conseqüentemente, a temperatura do mesmo varia (NOGUEIRA et al., 2005). E quando ocorre mudança de estado, observa-se que é denominado calor latente (nos processos de evaporação e condensação) (INCROPERA et al., 2008). A troca de energia, ou variação de energia interna, ou transferência de energia, irá terminar quando os dois corpos atingirem uma mesma temperatura. Quando isso acontecer, o sistema total estará em equilíbrio térmico. Assim medir temperaturas de sistemas (corpos) significa medir o seu grau de energia interna (SATO; RAMOS, 2014).

Para Van Wylen et al. (1998), basicamente, existem três mecanismos clássicos de transferência de calor: o mecanismo de condução, o de convecção e o de radiação.

A condução é um processo pela qual o calor flui de uma região de temperatura mais alta para outra de temperatura mais baixa, dentro de um meio (sólido, líquido ou gasoso) ou entre meios diferentes em contato físico direto (FROTA; SCHIFFER, 2001), ou seja, condução é o modo de transferência de calor em que a troca de energia acontece em um meio

sólido ou um fluido em repouso, pela troca de energia cinética ao nível dos elétrons e moléculas (NOGUEIRA et al., 2005), como apresentado na Figura 1, onde $\theta_e \neq \theta_i$. A intensidade do fluxo térmico por condução envolvido nesse mecanismo de troca é: $q_{cd} = \lambda/e(\theta_e - \theta_i)$ (W/m²); onde (FROTA; SCHIFFER, 2001):

Figura 1 – Trocas de calor por condução



Fonte: FROTA; SCHIFFER (2001).

e — espessura da parede (m);

θ_e — temperatura da superfície externa da envolvente (°C);

θ_i — temperatura da superfície interna da envolvente (°C);

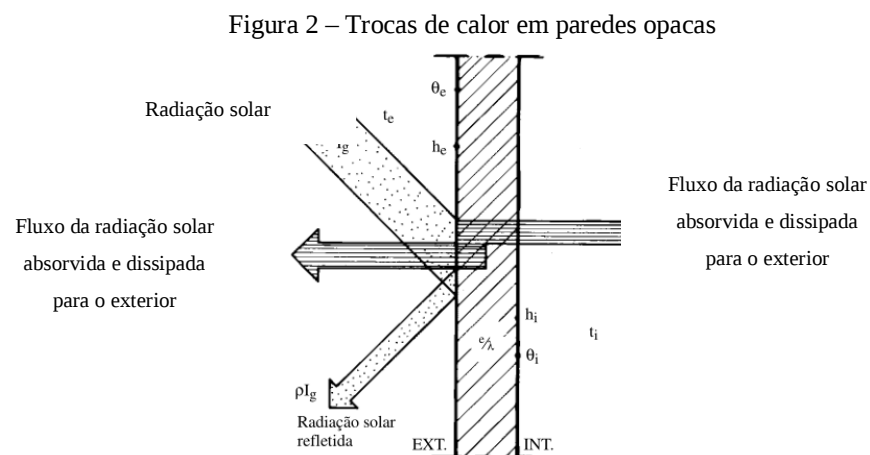
λ — coeficiente de condutibilidade térmica do material (W/m°C).

Como $e/\lambda = r$, sendo r a resistência térmica específica da parede (m²°C/W), tem-se: $q_{cd} = (\theta_e - \theta_i)/r$ (W/m²). O coeficiente de condutibilidade térmica do material, λ , é definido como sendo “o fluxo de calor que passa, na unidade de tempo, através da unidade de área de uma parede com espessura unitária e dimensões suficientemente grandes para que fique eliminada a influência de contorno, quando se estabelece, entre os parâmetros dessa parede, uma diferença de temperatura unitária”. Este coeficiente depende de da densidade do material (a matéria é sempre muito mais condutora que o ar contido em seus poros), da natureza química do material (os materiais amorfos são geralmente menos condutores que os cristalinos) e da umidade do material (a água é mais condutora que o ar). O coeficiente λ varia com a temperatura, porém, para as faixas de temperatura correntes na construção, pode ser considerado como uma característica de cada material. Nos Anexos 1 são apresentados os dados relativos ao coeficiente de condutibilidade térmica de diversos materiais de construção, representados por valores médios (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Convecção é o modo de transferência de energia entre uma superfície sólida e o líquido ou gás em movimento adjacente à superfície. A convecção envolve efeitos combinados de condução e movimento do fluido. Quanto mais intenso o movimento do fluido, maior a transferência de calor por convecção. Na ausência de movimento macroscópico do fluido, a transferência entre a superfície sólida e o fluido adjacente é feita por condução pura. A presença de qualquer movimento macroscópico do fluido aumenta a transferência de calor entre a superfície sólida e o fluido, mas também torna mais complexa a determinação das taxas de transferência de calor (ÇENGEL; BOLES, 2013). E a radiação é o mecanismo de troca de calor entre dois corpos, que guardam entre si uma distância qualquer através de sua capacidade de emitir e de absorver energia térmica. Esse mecanismo de troca é consequência da natureza eletromagnética da energia, que, ao ser absorvida provoca efeitos térmicos, o que permite sua transmissão sem necessidade de meio para propagação, ocorrendo mesmo no vácuo (FROTA; SCHIFFER, 2001).

3.3 Trocas de calor através de uma parede opaca

No caso de uma parede opaca exposta à radiação solar e sujeita a uma determinada diferença de temperatura entre os ambientes que os separa, os mecanismos de trocas de calor podem ser esquematizados como na Figura 2. A intensidade do fluxo térmico (q) que atravessa essa parede sofre efeito da radiação solar incidente e da diferença de temperatura do ar, onde: $q = K (t_e + \alpha I_g / h_e - t_i)$ (W/m^2) (FROTA; SCHIFFER, 2001).



Fonte: FROTA; SCHIFFER (2001).

Onde: K — coeficiente global de transmissão térmica ($\text{W/m}^2\text{°C}$); t_e — temperatura do ar externo (°C); α — coeficiente de absorção da radiação solar; I_g — intensidade de radiação solar incidente global (W/m^2); h_e — coeficiente de condutância térmica superficial externa ($\text{W/m}^2\text{°C}$); t_i — temperatura do ar interno (°C) (FROTA; SCHIFFER, 2001).

A expressão anterior pode ser disposta da seguinte forma: $q = K\alpha I_g/h_e + K(t_e - t_i)$ (W/m^2). A parcela $K\alpha I_g/h_e$ se refere ao ganho de calor solar, sendo $\alpha k/h_e = S_{op}$, fator de ganho solar de material opaco, enquanto a parcela $K(\Delta t)$ corresponde às trocas de calor por diferença de temperatura, podendo representar ganho, quando $t_e > t_i$, ou perda, quando $t_i > t_e$.

O Anexo 2, apresenta valores de ε (emissividade térmica), para radiação solar, e de α e ε para temperaturas entre 10 e 40°C, para diversos materiais de construção. Para uma mesma gama de comprimento de onda, da radiação incidente e da radiação emitida, $\alpha = \varepsilon$. O Anexo 3, apresenta valores de α , para radiação solar, em função da cor da pintura externa (FROTA; SCHIFFER, 2001).

3.4 Comportamento térmico do concreto

A condutividade térmica e o calor específico aparente são características associadas às propriedades dos materiais constituintes do concreto que influenciam a transmissão de calor (WENDT, 2006). Britez (2011) destaca que o calor se propaga através do concreto pelo mecanismo de condução, em virtude de uma gradiente térmico significativo entre o núcleo da massa (temperatura fria) e a superfície da massa (temperatura quente oriunda do calor, por exemplo, um incêndio).

Genericamente, a condutividade térmica do concreto depende, inicialmente, da composição mineralógica e microestrutura dos agregados. A massa específica normalmente não tem influência apreciável sobre a condutividade do concreto convencional. Já para concretos leves, devido à baixa condutividade do ar, a condutividade térmica varia com a massa específica do material. A condutividade térmica dos concretos produzidos com agregados com alto grau de cristalinidade, como granito, é relativamente alta na temperatura ambiente, decrescendo com o aumento da temperatura. Concretos produzidos com agregados derivados de rochas, formadas por granulação fina e de característica amorfas, como o basalto, apresentam baixa condutividade em temperaturas ambiente e lento crescimento de

condutividade conforme aumenta a temperatura. Em geral, a cristalinidade da rocha aumenta a condutividade (WEND, 2006).

A resistência, a dureza e a tenacidade do concreto diminuem com o aumento da temperatura, tempo de exposição e ciclos térmicos. Dessa maneira, o concreto se torna mais frágil. Portanto, as mudanças nas propriedades mecânicas dos concretos sob altas temperaturas estão relacionadas com a evaporação da umidade do concreto, física ou quimicamente (CASTRO et al., 2011).

3.5 Comportamento térmico da água

Dentre os diversos fatores climáticos, a radiação solar tem uma grande importância em superfícies líquidas, sendo responsável pela distribuição do calor na massa da água, participando também nos processos de evaporação. A precipitação total também tem forte influência sobre a dinâmica destes ambientes, pois ocasiona um aporte de nutrientes e material particulado, alterando as características físicas e químicas da água (SANDRE et al., 2009).

Da radiação que atinge a superfície da água, parte penetra e parte é refletida, voltando a atmosfera. A quantidade de radiação refletida depende das condições da superfície da água (plana e ondulada) e principalmente do ângulo de incidência da radiação solar sobre esta. Em consequência destes fatores, a radiação refletida pode variar de 2 a 100% da radiação incidente. Assim, quando o ângulo de incidência é 0° , ou perpendicular à superfície da água, apenas 2 % da radiação incidente são refletidos. Este nível de radiação refletida mantém-se até aproximadamente 45° de ângulo de incidência (2,8% de reflexão). A partir de um ângulo de incidência de 50° , observa-se forte aumento de radiação refletida (6% de reflexão com ângulo de incidência de 60°). A radiação que incide com um ângulo de 85° reflete a maior parte da radiação (58,3%). O efeito das ondulações da superfície da água, como consequência da ação dos ventos, torna-se significativo somente a partir de ângulos de incidência superiores a 60° . Desta forma, a reflexão da radiação será maior em superfícies planas e menores em superfícies mais onduladas. Pode-se concluir também que a reflexão da radiação nos corpos d'água nas regiões equatoriais é em média menor, devido ao pequeno ângulo de incidência, e aumenta na medida em que se aproxima dos polos, onde o ângulo de incidência é maior. Além do efeito direto da latitude, as estações do ano e a variação da posição do Sol durante o dia têm importante papel na reflexão da radiação na superfície da água (ESTEVES, 2011).

A primeira alteração que a radiação sofre ao penetrar na água é a mudança de direção. Isto ocorre devido à refração da radiação, em virtude da redução de sua velocidade ao entrar no meio líquido. Em seguida, parte da radiação é absorvida e transformada em outras formas de energia, por exemplo, energia química pela fotossíntese e calorífera pelo aquecimento da água. Outra parte da radiação sofre o fenômeno de dispersão, que é o “choque” da radiação com partículas dissolvidas e/ou suspensas pela água. Assim, principalmente a absorção e a dispersão são fatores responsáveis pela atenuação da radiação com o aumento da profundidade nos ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 2011).

Além disso, a absorção da radiação na água ocorre de maneira exponencial com o aumento da profundidade. A radiação de comprimento de onda maior que 740 nm, principalmente o vermelho e o infravermelho, é fortemente absorvida nas primeiras camadas da coluna d'água, sendo de 50 a 60% da radiação que chega à superfície de um lago são transformados em calor. Este calor recebido se propaga na água, de molécula a molécula, por condução e através da ação dos ventos, promovendo a turbulência das águas, há a redistribuição de calor por toda a massa d'água (ESTEVES, 2011).

A atuação do vento sobre a superfície da água, numa certa direção, provoca o gradual deslocamento da massa de água, isto é, a massa d'água superficial em deslocamento será substituída, na origem, pela massa da camada inferior, que se deslocará até a superfície. Na região terminal de atuação do vento haverá aumento do nível da água e com isso a massa d'água nesta região tenderá a se deslocar para o fundo. Este processo somente se efetivará, se a energia do vento for superior à resistência oferecida pelas diferentes camadas de água à sua mistura. Por outro lado, quando as diferenças de temperatura geram camadas d'água com diferentes densidades ocorre a formação de uma barreira física, impedindo que se misturem e, se a energia do vento não for suficiente para misturá-las, o calor não se distribui uniformemente, criando a condição de estratificação térmica (ESTEVES, 2011).

Nos ecossistemas aquáticos continentais, a quase totalidade da propagação do calor ocorre por transporte de massa d'água, sendo a eficiência deste transporte função da presença ou ausência de camadas com diferentes densidades (ESTEVES, 2011). Como a densidade da água varia com a temperatura, geralmente observamos o fenômeno da estratificação térmica nos corpos d'água. As águas superficiais, mais leves e quentes, perdem a capacidade de se misturar com as águas profundas, mais pesadas e frias. A estratificação térmica de um corpo d'água geralmente dá origem a três camadas ou zonas térmicas: o epilímnion, que é a camada superficial mais aquecida; a termoclina ou metalímnion, que é a

camada intermediária onde a temperatura cai bruscamente; e o hipolímnion, ou a camada mais profunda e mais fria (CYRINO et al., 2014).

Ressalta-se que o calor específico da água é aproximadamente o dobro da terra. Se considerarmos que o calor específico de uma substância é definido como sendo a quantidade de energia necessária para elevar de um grau (Celsius) a temperatura de uma unidade de massa, a água necessita de quase o dobro de energia térmica que a terra, para a mesma elevação de temperatura (FROTA; SCHIFFER, 2006). Portanto, ao se esfriar, a água também perde grande quantidade de energia (FROTA; SCHIFFER, 2001). Uma das consequências ecológicas mais importantes do alto calor específico da água é a grande estabilidade térmica dos ecossistemas aquáticos. Isto se faz notar nas baixas variações diárias e sazonais da temperatura nestes ecossistemas, quando comparados aos terrestres (ESTEVES, 2011).

3.6 Fatores que influenciam o desempenho dos peixes

3.6.1 Qualidade da água

A água é considerada o composto mais essencial da Terra e domina por completo a composição química de todos os organismos, além de ser o meio onde vivem os organismos aquáticos. Sendo assim especificamente, as suas características específicas regulam eficazmente o metabolismo do ecossistema e as variações climáticas e geográficas (BOYD, 1997).

O crescimento da aquicultura, ocorrido nos últimos anos, contribuiu para a tomada de consciência, por parte dos pesquisadores e dos produtores, sobre a necessidade de manter o padrão de qualidade da água no ambiente de cultivo como viveiros, tanques, tanques-rede, caixas d'água e açudes. Um dos fatores mais importantes para o sucesso do cultivo de organismos aquáticos é a qualidade da água (VINATEA-ARANA, 2004). Assim, há necessidade de maior cuidado com a utilização de água em sistemas de criação de organismos aquáticos, não só melhorando o manejo empregado como também adotando sistemas que auxiliem na melhoria de suas características (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2002).

A análise de parâmetros físicos e químicos da água constitui importante ferramenta para monitorar a qualidade hídrica do sistema (MATSUZAKI et al., 2004). Na avaliação e monitoramento dos níveis de qualidade da água para os peixes, os parâmetros

principais são: o oxigênio dissolvido, temperatura, pH, amônia, nitrito, dureza e alcalinidade total, transparência, nutrientes e plâncton. Neste sentido, a qualidade da água na criação dos peixes é um aspecto fundamental para garantir um bom desenvolvimento e sobrevivência (PÁDUA, 2001; VINATEA-ARANA, 2004; BARBOSA et al., 2009).

A temperatura é um parâmetro físico de grande importância, pois afeta o desenvolvimento dos organismos aquáticos (SIPAÚBA-TAVARES, 1995; KUBITZA, 2003) e exerce forte influência sobre outros parâmetros da água (SIPAÚBA-TAVARES, 1995; VINATEA-ARANA, 2004). Esta variável está intimamente relacionada com as condições climáticas locais, dentre os quais a mais importante para tanques rasos é a quantidade de radiação solar incidente (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2008).

O oxigênio dissolvido é o parâmetro químico mais importante para os organismos aquáticos (SIPAÚBA-TAVARES, 1995; KUBITZA, 2003), pois o ar que respiramos contém 20% de oxigênio, mas apenas uma pequena fração desse oxigênio pode ser retida pela água. Tanto que as concentrações de oxigênio dissolvido precisam ser medidas em partes por milhão (ou mg/l). Quanto maior for a temperatura, menor será a quantidade de oxigênio que poderá ser dissolvido nela. Por isso, os problemas de falta de oxigênio costumam ocorrer com maior intensidade nos meses mais quentes do ano (OSTRENSKY; BOEGER, 1998). Quando em baixa concentração, pode atrasar o crescimento, reduzir a eficiência alimentar e aumentar a incidência de doenças e levar à morte (KUBITZA, 2003). A concentração de oxigênio dissolvido varia, ao longo do dia, em função da fotossíntese e da respiração. Logo, quanto maior a quantidade de organismos por unidade de volume, maior a variação diária na concentração desse gás (KUBITZA, 2003; VINATEA-ARANA, 2004; ALBANEZ; MATOS, 2007; ESTEVES, 2011). Concentrações abaixo de $4,0 \text{ mg L}^{-1}$ geralmente causam estresse aos peixes, reduzindo o consumo de alimento e resistência a doenças (MASSER et al., 1993).

Cada espécie cultivada apresenta uma necessidade de oxigênio o que varia de acordo com o seu estágio de vida e das condições de cultivo. A maior parte das espécies requer níveis de oxigênio ao redor de 5 a 6 mg/L. Abaixo de 3 mg/L a situação passa a ser estressante para muitos peixes, podendo ser considerado um quadro de hipóxia, quando menor que 2 mg/L. Os níveis de oxigênio inferiores a 1 mg/L podem ser considerados letais para a maioria das espécies quando expostas por muito tempo (BALDISSEROTTO, 2002).

A difusão de oxigênio da atmosfera para a água, ou vice-versa, ocorre quando houver um diferencial de pressão de O_2 entre o ar e a água. A água é dita saturada em O_2 quando a concentração de oxigênio dissolvido é aquela teoricamente possível sob as

condições de temperatura, salinidade e pressão barométrica existente. Esta concentração é chamada “concentração de saturação” (C_s) (KUBITZA, 1998).

A concentração de oxigênio dissolvido na água tem um efeito significativo na velocidade de crescimento das bactérias nitrificantes e para o processo de oxidação de compostos amoniacais (SANTIAGO et al., 1997).

O pH da água também pode variar, ao longo do dia, em função da fotossíntese e da respiração, diminuindo com o aumento da concentração de CO_2 na água. Águas com pouco oxigênio dissolvido na água apresentam grande concentração de CO_2 e pH baixo. Valores de pH 6,5 e 8,5 são adequados para criação de peixes (KUBITZA, 1999), abaixo de 6,0 e acima de 9,5 atrapalham o crescimento e a reprodução dos organismos aquáticos (KUBITZA, 2003a). Em valores de pH mais alcalino ocorre maior transformação do íon amônio (NH_4) em amônia livre e gasosa (NH_3) que é uma forma mais tóxica aos peixes (PEREIRA; MERCANTE, 2005).

A amônia é proveniente da própria excreção nitrogenada dos peixes e da decomposição do material orgânico na água, e está presente na água sob duas formas: o íon amônio NH_4^+ (forma pouco tóxica) e a amônia NH_3 (forma tóxica). Para saber quanto da amônia total está na forma tóxica, é preciso medir o pH da água. Quanto maior for o pH, maior será a porcentagem de amônia tóxica na amônia total. Assim, por exemplo, uma água com 2 mg/L de amônia total pode conter apenas 0,0014 mg de NH_3 /litro a pH 7 (0,7%) ou valores maiores que 1 mg/L em água com pH acima de 9,3 que são níveis considerados tóxicos. Concentrações de amônia não ionizada a partir de 0,20 mg/L devem servir como alerta no cultivo de tilápias. Mesmo sem observar mortalidade diretamente atribuída à toxidez por amônia, a exposição dos peixes a níveis sub-letais de amônia afeta a lucratividade do empreendimento, por comprometer o crescimento e a conversão alimentar, a tolerância ao manuseio e transporte e a condição de saúde dos peixes. A concentração letal que mata 50% dos animais depende da espécie de tilápia, do tempo de exposição, do tamanho do peixe, da pré-exposição ou adaptação a níveis sub-letais de amônia, entre muitos outros fatores. O monitoramento semanal da amônia e pH deve ser feito principalmente em viveiros e tanques com altos níveis de arraçamento (KUBITZA, 2000a). A aplicação de fertilizantes nitrogenados amoniacais (sulfato de amônia, nitrato de amônia e os fosfatos monoamônicos e diamônicos) e ureia também contribuem para o aumento da concentração de amônia na água (KUBITZA, 1998).

O monitoramento das condições físicas, químicas e biológicas é ferramenta relevante juntamente com a identificação das algas e suas flutuações espaciais e temporais, que são fundamentais na identificação das épocas favoráveis ao aumento da concentração de toxinas na água (TUNDISI, 2003).

3.6.2 Comunidade fitoplanctônica e presença de cianobactérias

As comunidades fitoplanctônicas e zooplanctônicas fazem parte dos primeiros elos da cadeia alimentar aquática constituindo, portanto, dois grupos fundamentalmente afetados pelas mudanças hidrodinâmicas ocasionadas pelas variabilidades do clima. Desta maneira, o estudo das relações entre estas comunidades em reservatórios eutrofizados do semi-árido e suas relações com a variabilidades climáticas regionais, oferece um primeiro reflexo sobre as possíveis alterações que ocorrerão nos ecossistemas aquáticos com a expansão de zonas áridas ou com os efeitos decorrentes de índices pluviométricos atípicos (CÂMARA, 2011).

O fitoplâncton é composto por uma imensa variedade de microalgas (diatomáceas, algas verdes, algas vermelhas, flagelados e outros grupos) e cianobactérias, promovendo uma intensa competição em um corpo d'água. Esta guerra, promovida por substâncias químicas, é denominada alelopatia, cujo efeito bioquímico inibidor é tão amplo nestes seres, que chegam a ser altamente tóxicos para os animais, sendo por isso, denominadas toxinas (TSUKAMOTO; TAKAHASHI, 2007). Ressalta-se que o fitoplâncton possui diferentes necessidades fisiológicas e respondem a parâmetros físicos e químicos tais como, luz, temperatura e regime de nutrientes (FREITAS et al., 2012).

Eutrofização é o fenômeno caracterizado como o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, que gera o aumento da produtividade do corpo hídrico. Em decorrência deste processo, o ecossistema pode passar da condição de oligotrófico e mesotrófico para eutrófico ou hipereutrófico. A eutrofização pode ser observada em virtude de processos naturais e artificiais. Quando natural, é lenta e contínua e resulta do aporte de nutrientes trazidos pelas chuvas e pelas águas superficiais que levam a superfície terrestre. O processo é dinâmico e leva a modificações qualitativas e quantitativas na comunidade aquática, nas características químicas e físicas do meio e, principalmente no nível de produção. Quando ocorre artificialmente, por atividades

humanas, os nutrientes são originários de atividades domésticas, urbanas e agrícolas (SIQUEIRA; OLIVEIRA-FILHO, 2008).

Tais alterações são mais evidentes nos reservatórios artificiais, que constituem um dos ambientes semilóticos mais favoráveis ao crescimento de organismos planctônicos, cuja diversidade varia no espaço e no tempo (HENRY et al., 2006a). Variações temporais incluindo mudanças na temperatura média, na intensidade de luz e disponibilidade de nutrientes são as principais variáveis que afetam a riqueza, a abundância, dominância, produção de biomassa e pigmentos do fitoplâncton (RAMIREZ; BICUDO, 2002). Os reservatórios do nordeste brasileiro são classificados em função do período seco/ chuvoso com limitações de nutrientes e luz, respectivamente. Tais características limnológicas interferem diretamente na dinâmica da comunidade fitoplanctônica e indiretamente nos organismos zooplanctônicos (CÂMARA, 2011).

A classificação do estado trófico das águas é dada pela quantidade de fósforo disponível. A proporção do fósforo com relação ao do nitrogênio é de aproximadamente 1:23 nas águas “naturais” (ODUM, 2001). De acordo com Matsuzaki et al. (2004), a disponibilidade de nitrogênio e fósforo influencia diretamente a estrutura da comunidade fitoplanctônica, principalmente no crescimento e na acumulação de biomassa (florações) na coluna d’água.

Além de elevar a biomassa de algas, cianobactérias (cianotoxinas) e plantas, a eutrofização pode reduzir a diversidade de espécies em todos os níveis tróficos e aumentar a turbidez e o número de partículas em suspensão dando à água potável um gosto e sabor desagradáveis. Entre as condições propícias para que ocorra um crescimento explosivo de algas estão temperaturas médias acima de 25°C, pH do meio em torno de 7,5 (de neutro a levemente alcalino), exposição prolongada à radiação solar e principalmente a presença em excesso de compostos nitrogenados e fosfatados (SILVA, 2009).

De acordo com a recente taxonomia, há 150 gêneros de cianobactérias com aproximadamente 2000 espécies e que pelo menos 40 destas são conhecidas por serem tóxicas. As cianobactérias crescem como células simples, em colônias, como a *Microcystis* sp., ou em filamentos e algumas espécies são fixadoras de nitrogênio. Muitas cianobactérias possuem vacúolos gasosos que permitem a regulação de suas posições na coluna de água dando a elas uma vantagem ecológica sobre outras espécies de fitoplâncton (SILVA, 2009). Portanto, as cianobactérias são consideradas excelentes bioindicadores de qualidade das águas (SANT’ANNA et al., 2006). As mesmas acumulam toxinas dentro de sua célula (toxina

intracelular), como forma de defesa contra competidores e predadores, sem liberar a toxina enquanto está viva e apenas após sua morte, a toxina é liberada para o ambiente durante a lise da célula. As cianobactérias tóxicas mais frequentemente envolvidas em florações (*Microcystis*, *Anabaena*, *Cylindrospermopsis* e outras) se acumulam sobre a superfície da água, formando uma espécie de “nata” ou espuma verde flutuante (TSUKAMOTO; TAKAHASHI, 2007).

Mortandades de peixes podem estar associadas às florações de cianobactérias, embora esses organismos sejam considerados menos suscetíveis às cianotoxinas quando comparados aos mamíferos. A depleção de oxigênio pode ser outro fator relevante nessas mortandades, tendo em vista o processo de respiração das cianobactérias durante a noite, além da decomposição de matéria orgânica. Há também evidências de que o excesso de cianobactérias pode causar a morte de peixes por asfixia e pela obstrução das brânquias (CARVALHO et al., 2013).

Referências a mortes de animais domésticos e peixes já foram associadas com florações de cianobactérias ou atribuídas às suas toxinas (FREITAS et al., 2012). Membros dos gêneros do *Microcystis*, *Oscillatoria* e *Anabaena* produzem peptídeos cíclicos, chamados microscistinas, que são hepatotoxinas. Essas substâncias são responsáveis por mortes de peixes, aves, animais selvagens e domésticos em muitos países, onde a água doce contém florações de cianobactérias, além disso, já foi reconhecido que essas toxinas possuem efeitos sobre a saúde humana (SILVA, 2009).

O episódio marcante de intoxicação por cianobactérias ocorreu em 1996, em Caruaru/ PE, quando 123 doentes em uma clínica de hemodiálise tiveram quadro clínico de intoxicação hepática que resultou na morte de 60 pacientes (AZEVEDO et. al., 2002).

3.6.3 Temperatura da água

A influência da temperatura no desenvolvimento de peixes depende da espécie, etapa do desenvolvimento, duração da exposição, sistema de cultivo, localização geográfica e outros fatores ambientais. Geralmente os efeitos da temperatura em peixes são mais evidentes durante os estágios de rápido crescimento larval (MARTELL et al., 2005), embora seja um fator importante nos processos fisiológicos dos peixes durante todas as fases ontogênicas (BEZERRA, 2007).

De acordo com sua capacidade de adaptação as variações de temperatura do meio ambiente, os peixes podem ser divididos em dois grupos: endotermos e ectodermos. Os endotermos que produzem e conseguem reter calor em algumas partes do corpo, que é importante para a natação rápida e contínua, fazendo com que a contração muscular seja eficiente nessas espécies (espécies marinhas, por exemplo, atum). Os ectodermos possuem a temperatura corporal igual a do meio ambiente, sendo o mais comum para a maioria dos peixes. A temperatura corporal desses peixes só é diferente do meio ambiente logo após uma troca para águas de temperatura diferente daquela que se encontrava, pois a temperatura corporal demora alguns minutos para se igualar a do meio ambiente, quanto maior o peixe, maior será o tempo para ocorrer o equilíbrio térmico. A maioria dos peixes teleósteos apresenta esta característica, inclusive a tilápia (LEONEL, 2011).

O calor corporal dos peixes, gerado nos processos metabólicos, é dissipado por meio da circulação sanguínea, sendo perdido para o ambiente aquático quando o sangue passa pelas brânquias (JUNIOR, 2006). Sendo assim, os peixes mantêm a temperatura do corpo muito próxima da água com que estão em contato, isto ocorre devido a dois fatores, as trocas condutivas e convectivas de energia térmica na superfície corporal e as trocas através da considerável área de superfície das guelras. A termorregulação na maioria dos peixes é realizada primeiramente por métodos comportamentais, mas alguns peixes podem produzir calor em determinado músculo (LEONEL, 2011).

Dentro de ampla faixa de temperatura, podem ser definidas zonas térmicas que proporcionam maior ou menor conforto ao animal. Os animais, para terem máxima produtividade, dependem de uma faixa de temperatura adequada, também chamada de zona de conforto térmico, em que não há gasto de energia (BAÊTA; SOUZA, 1997). Dentro da faixa de conforto térmico para uma espécie de peixe, quanto maior a temperatura da água, maior será a atividade metabólica, o consumo de alimento e, conseqüentemente, o crescimento. Durante os meses de outono e inverno os peixes tropicais diminuem o consumo de alimento e podem até deixar de se alimentar em dias muito frios, o que resulta em reduzido crescimento (KUBITZA, 1998). Já a variação de temperatura além dos limites ideais provoca não somente a redução, bem como a suspensão total do consumo do alimento (FRASCÁ-SCORVO et al., 2001).

A faixa de conforto térmico pode ser alterada durante o crescimento e desenvolvimento dos organismos aquáticos, havendo diferenças nos limites de tolerância para os diferentes estádios do ciclo da vida dos peixes (NOGUEIRA; RODRIGUES, 2007).

Piedras et al. (2004) afirmaram que quando os peixes atingem a sua temperatura corpórea ideal, o alimento consumido é mais bem aproveitado, liberando a energia necessária à multiplicação celular e ao crescimento.

A elevação da temperatura ao aumentar o metabolismo do peixe, provoca também o aumento da ventilação branquial, resultando um maior gasto energético para manutenção do corpo, promovendo diversas alterações fisiológicas, como alterações nos batimentos cardíacos, respiratórios e também na absorção de nutrientes (DEBNATH et al., 2006; JUNIOR, 2006, LEONEL, 2011).

Sendo assim, o crescimento do peixe pode ser reduzido ou interrompido com a diminuição da temperatura abaixo da faixa de conforto. Acima desta faixa, a taxa de crescimento tende a aumentar até o limite máximo. A partir deste ponto, o crescimento reduz, podendo tornar-se negativo e até mesmo letal (JUNIOR, 2006).

Geralmente o efeito dos processos vitais é mais intenso em temperatura quente e se retarda na água fria. O melhor crescimento também está associado à época do ano em que é dado o início do cultivo, havendo um melhor desempenho no princípio da primavera ou do verão e declínio no outono ou no inverno (BEZERRA, 2007).

As chuvas repentinas e intensas, frequentemente observadas no verão brasileiro, são também importantes causas de choque térmico para os peixes, pois essa água que cai sobre os corpos de água, normalmente é mais fria que a água dos tanques e viveiros, podendo provocar um resfriamento bastante rápido. O choque térmico é um importante agente estressor para os peixes tropicais, pois a mudança brusca e repentina da temperatura ambiental pode causar um desequilíbrio nas suas reações enzimáticas, já que se trata de animais heterotérmicos (INOUE, 2005).

Ayroza (2012) também relata que as chuvas podem interferir na estratificação térmica da água de bacias hidrográficas, seja na entrada, saída e diluição de resíduos. O mesmo autor afirma também que o período chuvoso pode promover o transporte de material inorgânico suspenso para fora do sistema, a introdução de partículas com fosfato adsorvido e o aumento de partículas orgânicas e inorgânicas devido à contribuição da bacia, ocasionando a atenuação e mudança na composição da luz na água.

Segundo Kubitza (2006), durante a masculinização sexual da tilápia, se o motivo do reduzido crescimento for baixas temperaturas da água é possível que após 28 dias de tratamento com hormônio ainda haja um significativo percentual de peixes não masculinizados no lote. Sob temperaturas de água mais amenas (entre 23 e 25°C) é

recomendável prolongar a masculinização sexual para em média 35 dias, visto que o metabolismo dos peixes é mais lento, o que faz com que a definição do sexo demore mais tempo. Conforme o mesmo autor, se o produtor de alevinos conduziu a masculinização por apenas 28 dias em um período de temperaturas amenas ou com muitas oscilações, os alevinos serão pequenos ao final da reversão e poderá haver um maior percentual de fêmeas no lote.

Por isso, para se adequar o manejo alimentar de uma espécie, devem ser estudados os fatores que influenciam na ingestão dos alimentos, com destaque à temperatura, por exercer influência direta e, desta forma, determinar a quantidade de alimento fornecido, o horário de alimentação, a frequência e o ritmo de alimentação (ROCHA LOURDES et al., 2001).

As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese (ESTEVES, 2011). A temperatura da água influencia fortemente no consumo de oxigênio e também na capacidade de carregar oxigênio na água (GOLOMBIESKI et al., 2005), pois a solubilidade do oxigênio depende do fator temperatura associado a pressão, sendo que com a elevação da temperatura e diminuição da pressão, ocorre redução da solubilidade do oxigênio (ESTEVES, 2011). De acordo com Gomes et al. (2000) e Kubitz (2000a), um maior desvio energético ocorre ao captar oxigênio, quando a temperatura ultrapassa a faixa de conforto térmico, resultando na redução do crescimento dos peixes. Para muitas espécies de peixes, a redução do incremento da taxa metabólica esta diretamente proporcional à diminuição da concentração de oxigênio, com a elevação da temperatura da água.

Conforme Van Maaren et al. (1999), a temperatura ótima para uma espécie de peixe é aquela em que propicia maior crescimento ao organismo cultivado. Os mesmos autores afirmaram também que algumas espécies tem a propensão para diminuir o consumo de oxigênio dissolvido na água quando a temperatura aumenta, mantendo seu crescimento por aclimação em temperaturas elevadas. Clarke e Johnston (1999), em uma revisão relataram que um peixe cultivado em ambiente tropical, mantido a 30°C solicita para manter o metabolismo de repouso seis vezes mais oxigênio que um peixe polar a 0,0°C.

Rocha Loures et al. (2001), afirmaram em seus estudos, ao associar às variáveis ambientais da água com o manejo alimentar da tilápia do Nilo, que o consumo alimentar ocorre preferencialmente em temperaturas mais elevadas, ressaltando que a espécie possui características diurnas por coincidir com a época de maior luminosidade.

A tilápia é um peixe que tolera uma ampla faixa térmica, mas por pequenos intervalos de tempo, além disso, podendo tolerar temperaturas de 7° a 10°C. No entanto, um

longo período de exposição a 12°C é considerado letal. Por outro lado, não toleram temperaturas acima de 40 °C (EL-SAYED, 2006). As tilápias são peixes tropicais que apresentam conforto térmico entre 27 e 32°C. Abaixo de 20°C, o apetite fica extremamente reduzido e aumentam os riscos de doenças (PEREIRA; SILVA, 2012). Temperaturas acima de 32°C e abaixo de 27°C reduzem o apetite, e o crescimento. Com temperaturas da água abaixo de 18°C, o sistema imunológico das tilápias é suprimido. Assim, o manuseio e o transporte destes peixes nos meses de inverno e início de primavera, invariavelmente resultam em grande mortalidade devido a infecções bacterianas e fúngicas. Tilápias bem nutridas e que não sofreram estresse por má qualidade da água toleram melhor o manuseio. Temperaturas na faixa de 8 a 14°C e acima de 38°C geralmente são letais (KUBITZA, 2000a; PEREIRA; SILVA, 2012). Valores semelhantes foram encontrados também por Sun et al. (1992), os autores relataram que em temperaturas baixas são preocupantes para o cultivo de tilápias, uma vez que a reprodução torna-se comprometida abaixo de 20°C. Além disso, elas tornam-se inativas em temperaturas abaixo de 16°C, considerada temperatura mínima para o crescimento normal. Outros sintomas como desorientação, desequilíbrio e mortalidade, podem ocorrer a 12°C, dependendo da espécie. Ressaltando os valores confortáveis à espécie em estudo, Bezerra (2007) afirmou que a mortalidade das pós-larvas de tilápia do Nilo durante o primeiro mês de vida é significativa quando a temperatura da água é inferior a 24,5°C, com faixa ideal entre 26 e 30°C.

Além do desempenho zootécnico, a temperatura pode influenciar na determinação do sexo dos peixes (BORGES, 2004; LEONEL, 2011), taxa de fertilização (LONGO; NUÑER, 2010), maturação gonadal (FERRAZ; CERQUEIRA, 2010), na sobrevivência durante e após o transporte (KUBITZA, 1999) no efeito de anestésicos (PACHECO, 2008), na susceptibilidade de doenças (PAVANELLI et al., 1998; LEONARDO et al., 1998; KUBITZA, 2000ab; KUBITZA, 2005), mortalidades e malformações nos peixes (KUBITZA, 1998; WANG; TSAI, 2000; ABDEL et al., 2004; KUBITZA, 2005). Portanto, ao expor os peixes a mudanças de temperatura, é possível ou não obter melhoria no desempenho pela alteração do seu comportamento e ou de sua fisiologia (LEE et al., 2003).

3.6.4 Cor do ambiente

A influência da cor do ambiente na criação de alevinos de espécies tropicais tem sido pouquíssima estudada no Brasil (ANDRADE et al., 2006), embora seu efeito sobre a

fisiologia e comportamento dos animais venha sendo consolidada como uma área de amplo interesse para pesquisas (COSTA et al., 2013). Isto acontece, possivelmente, devido ao fato da produção de alevinos em quase todas as estações de produção ser realizada em tanques externos (ANDRADE et al., 2006).

Mesmo sendo escassos os estudos em peixes tropicais nesta área, alguns deles sugerem que a cor do ambiente pode incentivar sinais de agressões e estresse (VOLPATO; BARRETO, 2001; ROTLLANT et al., 2003), principalmente em estágios iniciais larvais, causando canibalismo e prejudicando o crescimento dos peixes (VOLPATO, 2000). Barton (2000) relatou que muitos fatores ambientais tais como temperatura da água e a cor de fundo dos tanques podem influenciar a resposta de estresse dos peixes. Algumas espécies foram estudadas, além da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (FANTA, 1995; VOLPATO; BARRETO, 2001; MERIGHE et al., 2004; FREITAS, 2011; PEREIRA-DA-SILVA et al., 2012), como o tambaqui *Colossoma macropomum* (CERQUEIRA, 2003), a carpa-comum *Cyprinus Carpio* (LIMA et al., 2011), o piavuçu *Leporinus macrocephalus* (ANDRADE et al., 2006) e a piabanha-do-pardo *Brycon sp.* (COSTA et al., 2013).

O estresse em peixes é definido como uma reação a um estímulo que pode alterar o estado de homeostase ou temperatura corpórea. Os peixes tem a capacidade natural de responder fisiologicamente aos estressores para controlar o distúrbio imposto. Entretanto, quando os mecanismos de resposta são forçados além de seus limites normais, a resposta pode ser deletéria à sua saúde (BARCELOS; FAGUNDES, 2012) ou em casos mais extremos levar à morte (MERIGUE et al., 2004).

A exposição aos agentes estressores é classificada como aguda ou crônica. O estresse agudo ocorre geralmente durante o manejo, como em situação de captura, biometria e transporte. O estresse crônico é ocasionado devido à exposição do animal a longos períodos em situações estressantes, o que pode levar a baixo crescimento, baixa reprodução e deficiência do sistema imunológico. Sendo assim, quando os mecanismos de respostas são frequentemente exigidos, as respostas do organismo podem prejudicar a saúde dos peixes (VERAS et al., 2013).

Os causadores do estresse em piscicultura variam de acordo com os fatores ambientais, bem como os sistemas de criação. Entre estes, estão a estação do ano, a idade do animal, as condições fisiológicas, os fatores sociais (predação, parasitismo, competição intensiva por espaço, alimento ou parceiros sexuais), as características individuais herdáveis ou adquiridas e mesmo linhagens ou espécies diferentes, além de mudanças abruptas ou

extremas no ambiente físico (temperatura, qualidade da água, luminosidade, sanidade) e interferência humana, incluindo as práticas de aquicultura (captura, manuseio, transporte, aumento de densidade) e a poluição da água (metais pesados e químicos orgânicos) que vão levar a uma resposta típica (FAGUNDES, 2005).

Além disso, a cor predominante no ambiente pode interferir na biologia dos animais, principalmente no que se refere ao seu comportamento (MERIGHE et al., 2004; ANDRADE et al., 2006) e afeta a sobrevivência e canibalismo (VOLPATO, 2000; TAMAZOUST et al., 2000; PEREIRA, 2001; YASHARIAN et al., 2005), o crescimento (JENTOFT et al., 2006; STRAND et al., 2007), a reprodução (CERQUEIRA, 2003; VOLPATO et al., 2004), a distribuição e o desenvolvimento de larvas de peixes (ANDRADE et al., 2006), às mudanças na formação de cardumes (COSTA, 2011), os parâmetros bioquímicos (KARAKATSOULI et al., 2007), a pigmentação da pele (SUGIMOTO et al., 2000; VAN DER SALM et al., 2004; AMIYA et al., 2005; DOOLAN et al., 2007), a visão (SUGIMOTO et al., 2000; COLWILL et al., 2005), a atividade motora dos peixes (MERIGHE et al., 2004), e na obtenção da resposta ao cortisol a um estressor agudo (BARCELLOS et al., 2009).

Nas larvas, a visão tem importância destacada, pois larvas de peixes são reconhecidamente predadoras visuais. Muitas espécies eclodem com olhos sem pigmentação, sendo considerados não funcionais, tanto histologicamente como comportamentalmente. Porém, no início da alimentação exógena (captura de alimentos externos) todas as espécies apresentam olhos funcionais, permitindo a larva capturar alimento (COSTA, 2011).

No entanto, neste primeiro momento, a visão ainda é reduzida, aumentando com o crescimento. A maior dependência da capacidade visual para a percepção, seleção e captura da presa está atrelada a características bioecológicas. Consequentemente, o contraste da cor do tanque com o organismo alimento e uma adequada iluminação dentro de um sistema de cultivo tem um importante efeito na percepção visual das larvas, bem como dos alevinos, aumentando a eficiência de captura, contribuindo, assim, para o aumento do seu crescimento e sobrevivência (COSTA, 2011).

3.7 Tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*

A tilápia do Nilo é a espécie mais cultivada mundialmente e foi introduzida oficialmente pela primeira vez no Brasil, no ano de 1971, pelo Departamento Nacional de

Obras Contra as Secas (DNOCS) (CASTAGNOLLI, 2004; NOGUEIRA et al., 2007), que investiu na produção de alevinos para o peixamento de reservatórios públicos da região Nordeste. Esta iniciativa concorreu para o aumento na oferta de tilápia e, conseqüentemente, estimulou seu consumo. Com a diminuição dos estoques naturais nesses reservatórios, a demanda por esse peixe passou a ser atendida pelo cultivo comercial, que começou a se desenvolver nos Estados do Nordeste em meados da década de 90 (NOGUEIRA et al., 2007).

Cooperam para esse status o fato das tilápias serem rústicas (SILVA, 2007), onívoras (se alimentam de organismos animais e vegetais) (SKLAN et al., 2004 ; SILVA, 2007) ou herbívoras (consomem vegetais) (SILVA, 2007), isto é, consomem uma grande diversidade de alimentos (SANTOS et al., 2009), e por aceitar muito bem rações comerciais e artesanais elaboradas à base de subprodutos da agropecuária (OLIVEIRA et al., 2007b).

Além disso, possuem tolerância ao cultivo em altas densidades e uma grande gama de condições ambientais (EL-SAYED, 2006; FIGUEIREDO JÚNIOR; VALENTE JÚNIOR, 2008; CARDOSO FILHO et al. 2010; WAMBACH, 2013), resistência ao estresse e doenças, grande capacidade de reprodução em cativeiro em períodos curtos (ANDRADE et al., 2004; EL-SAYED, 2006; SILVA, 2007), excelente conversão alimentar e conseqüentemente custos de produção relativamente baixos (MORAES et al., 2009; BOSCOLO et al., 2010), além de ser um peixe de grande potencial aquícola e de importância econômica, tendo em vista as boas características organolépticas de sua carne, boa aceitação pelo mercado consumidor (SANTANA et al., 2010, OLIVEIRA et al., 2010), indicada para processamento industrial para obtenção de filés sem espinhas, e apresenta uma grande versatilidade culinária (FURUYA, 2010; COSTA, 2012) bem como, crescimento rápido e adaptação ao confinamento (HAYASHI et al., 2002; ANDRADE et al., 2004; BORGES et al., 2005, SILVA, 2007; CARRERA, 2010).

As tilápias podem atingir a maturidade sexual entre o 3º e o 4º mês após a estocagem de alevinos, sendo que esta reprodução prematura resulta na ocorrência de uma superpopulação nos viveiros (SILVA, 2009), levando a uma maior competição pelo alimento e, conseqüentemente, um crescimento insatisfatório para uma atividade econômica (KUBITZA, 2000a).

Sendo assim, a prática mais utilizada para o controle da reprodução é a criação de populações monossexo macho (BEARDMORE et al., 2001; BORGES et al., 2005, GAYÃO et al., 2013), considerada fase mais importante no cultivo racional de tilápia do Nilo (MEURER et al., 2012), pois consiste em cultivar apenas indivíduos machos para fase de

engorda ((DIAS-KOBERSTEIN et al., 2007). Esta técnica possui a capacidade de obter grandes vantagens na produção de carne, já que os machos crescem 2,5 vezes mais rápido do que as fêmeas, devido às fêmeas utilizam boa parte de sua energia para produção de óvulos, além de incubar seus ovos na boca com intuito de protegê-los, permanecendo assim sem se alimentar no intervalo de aproximadamente 10 dias de acordo com a temperatura da água (KUBITZA, 2000a; SILVA, 2009).

Embora a tilápia seja uma espécie resistente a doenças, a diminuição do crescimento dos peixes também pode ocorrer devido a infestações por parasitos e, nesse caso, também é possível que o percentual de fêmeas no lote seja maior. No entanto, isso se deve ao fato das pós-larvas e alevinos, quando parasitados, diminuir o consumo de ração. Sob infestações severas, os peixes podem perder o apetite por completo e deixam de se alimentar. Com isso, além do atraso no crescimento, ocorre um aumento na mortalidade durante a masculinização (KUBITZA, 1999).

Entre os hormônios pesquisados, o andrógeno sintético 17 α -metiltestosterona tem sido bastante empregado no processo de masculinização sexual, por apresentar a vantagem de ser facilmente excretado logo após o período do tratamento hormonal (ZANONI et al., 2013), e ser o método que melhor tem atendido à cadeia produtiva da tilapicultura no mundo (MAINARDES-PINTO et al., 2000; TACHIBANA et al., 2004 ; TURRA et al., 2010), pela sua efetividade e praticidade (TURRA et al., 2010).

Vários autores abordam temas como dosagem, duração, formas de aplicação do hormônio, vantagens, efeitos de sua utilização para o meio ambiente, concentração do hormônio na carcaça, além da proporção sexual dos animais submetidos aos tratamentos (GAYÃO et al., 2013).

Para a detecção do exato momento em que as larvas iniciarão a alimentação exógena, para o início do processo de reversão sexual (masculinização sexual), considera-se que a 28°C de temperatura da água, 50% delas iniciam a alimentação exógena de alimentos o que ocorre por volta de 8 a 9 dias após a fertilização do óvulo e 100% por volta do 12º e 13º dia após a fertilização do óvulo. Então o arraçoamento deverá iniciar-se, nesse momento, ou seja, a partir do terceiro dia após a eclosão (MOREIRA et al., 2001).

Neste período de início de masculinização, isto é, antes da sua diferenciação gonadal (DESPREZ et al., 2006; COSTA, 2012), a dieta das larvas de tilápia do Nilo é realizada com 60 mg/kg de 17- α -metiltestosterona incorporada a ração por períodos de 21 a 28 dias, sendo capaz de masculinizar 97 a 100%, de larvas, com comprimento inferior a 14,0 mm

(LEONHARDT, 1997; MOREIRA et al., 2001; BOMBARDELLI; HAYASHI, 2005; ZANARDI et al., 2011). A ração deve apresentar qualidade nutricional e palatabilidade, a fim de assegurar a ingestão da quantidade de hormônio requerida. Níveis de proteína bruta de 25 a 45%; com pelo menos metade de origem animal, além de suplementos vitamínicos e minerais (LEONHARDT, 1997; MOREIRA et al., 2001).

Trabalhos com frequência alimentar nesta fase de masculinização de tilápia foram realizados por diversos pesquisadores e, no decorrer dos anos divergem entre si como o de Popma e Green (1990) que recomenda uma frequência 2 a 4 por dia, enquanto o de Alcazar (1988) indica três vezes ao dia, Phelps et al., (1995) e Vera Cruz e Mair (1994) recomendam quatro vezes por dia, Carberry e Hanley (1997) 6 a 8 vezes ao dia e Lim (1997) recomenda um mínimo de 8 vezes ao dia (OLIVEIRA, 2010). A frequência alimentar mais habitual frequência fornecimento de cinco ou seis refeições diárias, conforme Kubitz (2006).

Em cada refeição, a ração deve ser fornecida até o momento em que os peixes estiverem saciados. Além disso, os peixes devem receber rações com 17- α -metiltestosterona geralmente por um período de 28 dias, conforme a temperatura da água, para melhor assegurar a eficiência da masculinização (KUBITZ, 1999; KUBITZ, 2006),

Moreira et al.(2001) relata que o peso médio de cada alevino revertido deverá situar-se em torno de 0,2 g, com comprimento médio de 24 mm, variando de 18 a 25 mm, com pelo menos 95% maiores que 14 mm e a percentual de machos entre 97 e 100%. Já Kubitz (2006), afirma que os parâmetros que indicam um bom desempenho após os 28 dias de reversão sexual devem apresentar: a) comprimento de 4 a 5 cm e peso de 0,8 a 1 g; b) sobrevivência > 80% e c) índice de reversão > 99%.

Para alcançar este desempenho é necessário adequar o manejo nutricional e alimentar dos reprodutores; atentar para a qualidade nutricional das rações, à qualidade da água e do hormônio; utilizar práticas auxiliares de manejo, como a classificação periódica dos alevinos por tamanho e eliminação de peixes que não apresentaram bom desenvolvimento durante a masculinização. Em condições de boa produção, um percentual muito pequeno dos peixes (geralmente menos de 5% do lote) deve ter tamanho inferior a 3 cm. Estes peixes pequenos devem ser descartados, pois geralmente são peixes que possuem baixo potencial de crescimento que serão os retardatários na etapa de engorda, podendo haver um percentual mais elevado de fêmeas neste grupo, principalmente no grupo de peixes com tamanho inferior a 2 cm) (KUBITZ, 1999; KUBITZ, 2006).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em dois períodos do ano, o primeiro no período chuvoso que ocorreu de 11/04/2013 a 11/05/2013, e o segundo no período seco do dia 20/08/2013 a 19/09/2013. O estudo foi realizado no Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho von Lhering - CPAq, de propriedade do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), localizado no município de Pentecoste – CE, a 03°45' de latitude Sul e 39°15' de longitude Oeste. O clima da região é do tipo BSw'h', segundo a classificação de Köppen, e a região é pertencente ao grupo de clima semi-árido, seco, existindo uma pequena temporada úmida, onde a época mais seca é o inverno, ocorrendo o máximo de chuvas no outono. A temperatura média anual é de 27°C e a precipitação média é de 1.027,8 mm/ano. Consideram-se dias secos, os dias que apresentaram déficit hídrico, ou seja, os dias com precipitação nula ou inferior a evapotranspiração de referência (VIANA et al., 2002), portanto, o período considerado seco encontrava-se nestas condições

O acompanhamento experimental correspondeu a uma área de 100 m² (10 m de comprimento x 10 m de largura) semicoberta por uma estrutura de ferro galvanizado, recoberta por telhas intercaladas de fibrocimento e piso de concreto. A instalação estava orientada no sentido leste-oeste, possuía 1,80 m de pé direito, e abrigava dezoito tanques circulares de concreto convencional (unidades experimentais), com 500 litros de capacidade cada um. Todos os tanques possuíam as seguintes medidas: 0,04 m de espessura; 1,37 m de diâmetro; 0,50 m de altura, distribuídos linearmente e protegidos por uma tela plástica de sombreamento de cor verde com malha de 1,0 mm de abertura, circundada por um elástico branco com intuito de impedir a predação dos organismos avaliados por aves e morcegos. E para ajudar a fixar as telas plásticas sobre as unidades experimentais foram inseridas duas garrafas “pets”, lateralmente, em cada tanque experimental. As superfícies (paredes) externas e internas dos tanques foram diariamente limpas para evitar o acúmulo de poeira, e assim evitar partículas que influenciem na passagem do fluxo de calor.

Vale mencionar que todos os tanques possuíam individualmente um canal individual de escoamento d'água do lado oposto ao canal de entrada, em um nível mais baixo, protegido por um filtro de tela com malha plástica de 1,0 mm de espessura para impedir a saída indesejada dos peixes em experimento. O canal de escoamento possuía a finalidade de renovar a água do tanque, mantendo-a sempre com o nível desejado no estudo (500 L).

Os tanques foram pintados, exceto o tratamento controle (incolor), internamente com tinta epóxi (SHERWIN WILLIAMS NOVACOR EPÓXI- base d'água - 3,6 L) para não liberar odor e produtos químicos que prejudicassem o desenvolvimento dos peixes, e externamente foram pintados com tinta acrílica (PISO PREMIUM SHERWIN WILLIAMS NOVACOR - base d'água - 900 ml). As cores utilizadas nos períodos experimentais foram: preto, branco, amarelo, verde e azul (Figura 3).

Figura 3 – Ambiente experimental utilizado durante o período seco e chuvoso no Centro de Pesquisas em Aquicultura – DNOCS, Pentecoste, Ceará



Fonte: Acervo Pessoal.

Foi utilizado, durante todo o período experimental, um total de 43.200 pós-larvas, sendo 21.600 pós-larvas no período chuvoso e 21.600 pós-larvas no período seco, que foram selecionadas e distribuídas, aleatoriamente, nas unidades experimentais, na densidade de 2,4 pós-larvas por litro. As pós-larvas encontravam-se com 10 dias de vida, provenientes de reprodutores e matrizes anteriormente selecionados do próprio Centro de Pesquisas (CPAq) com características semelhantes em peso e comprimento total. As pós-larvas foram separadas por tamanho, conforme metodologia recomendada por Popma e Green (1990) e possuíam comprimento total inicial médio entre 0,897 a 1,070 mm e peso médio entre 0,017 a 0,023 g, isto é, fase em que ainda não exibiam diferenciações sexuais secundárias. Todos os organismos em estudo apresentavam bom estado de saúde e sem nenhuma anormalidade fisiológica.

Para o controle da vazão dos tanques, todas as torneiras eram idênticas e cada uma delas foi marcada após seu escoamento de água com caneta a prova d'água até suas vazões permanecerem aproximadamente 3L/mim, sendo apenas interrompido seu escoamento durante o período de arrazoamento. Os tanques possuíam fluxo contínuo de água provinda do Açude Pereira de Miranda, proveniente de um canal de abastecimento a céu aberto, e seu escoamento ocorreu por um sistema de drenagem comum, sendo movida por gravidade até às unidades experimentais.

Ademais, com o intuito de bloquear a entrada de organismos indesejáveis e/ou materiais orgânicos provindos do canal de captação da água, uma tela de plástico com malha de 1 cm se encontrava fixada em uma tela tipo alambrado e de arames revestidos por zinco com 2 x 1,5 cm de espessura, ambas eram acopladas e fixadas no cano de entrada da água. As telas eram constantemente limpas para não provocar obstrução durante o escoamento da água até os tanques. Os efluentes gerados durante todo o experimento foram encaminhados para outro canal de irrigação juntamente com os efluentes do Centro de Pesquisas em Aquicultura (CPAq).

4.1 Variáveis ambientais do ar

As unidades experimentais (os tanques de concreto) estiveram expostas as variações ambientais durante todos os dois períodos, chuvoso e seco. As variáveis climáticas temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas constantemente a cada vinte minutos ao longo de todo o período experimental.

Para isso, duas miniestações meteorológicas e *Data Loggers* com proteção solar (Marca HOBO® U23 PRO V2) foram distribuídas no ambiente em estudo conforme orientação de Barbosa Filho et al. (2007), sendo uma miniestação instalada na região central da área semicoberta e outra foi colocada no ambiente externo. As miniestações foram instaladas a uma altura de 0,60 m da superfície do solo, próximo da altura dos tanques experimentais. Os dados coletados pelos *Data loggers* foram agrupados e as médias calculadas para os seguintes horários 07:00, 09:00 e 11:00 horas, para o período da manhã e 13:00, 15:00 e 17:00 horas, para o período da tarde, coincidindo com os horários das refeições dos peixes e do monitoramento dos parâmetros abióticos da água (temperatura da água e oxigênio dissolvido).

4.2 Parâmetros abióticos e bióticos da água

Durante o experimento as variáveis físico-químicas monitoradas foram: temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L) (oxímetro digital YSI Yellow Spring Instruments 54A) e o potencial hidrogeniônico (pH) (potenciômetro digital- PHTEX-100). As duas primeiras variáveis foram mensuradas diariamente antes do oferecimento das refeições (07:00, 09:00, 11:00, 13:00, 15:00 e 17:00 horas), e o pH foi monitorado diariamente às 10 horas da manhã. As concentrações de amônia total (mg L^{-1}) e nitrato (mg L^{-1}) foram avaliadas através de medidas de absorbância, realizadas em um espectrofotômetro de duplo feixe (VARIAN modelo CARY 1E), em cubetas de 1cm de percurso ótico. As amostras foram analisadas no mínimo em duplicata. As médias das concentrações de amônia, nitrito e pH foram avaliadas e seus respectivos desvios padrões foram posteriormente coletados. As análises da amônia total e nitrito ocorreram mensalmente em cada estação climática observada e em cada unidade experimental. As coletas foram realizadas pela manhã (às 10 horas) em frascos de cor âmbar, tomando-se três amostras por repetição, e em ambiente refrigerado foram encaminhadas para o Laboratório do Centro de Biotecnologia Aplicada à Aquicultura (CEBIAQUA) para as análises de amônia total e as amostras para análises de nitrito foram dirigidas para o Laboratório de Química Ambiental (LAQA), ambos os laboratórios, na Universidade Federal do Ceará.

A temperatura da água foi mensurada em cada unidade experimental do lado oposto ao canal de entrada de água (torneira), distante 25 cm abaixo da superfície da água.

As amostras qualitativas fitoplanctônicas foram coletadas no canal de captação da água do Açude Pereira de Miranda com rede de plâncton com abertura de malha de 20 μm e acondicionadas em frascos de plástico com adição de formalina 4% tamponada com tetraborato de sódio na proporção de 1:1 e em seguida foram levadas ao Laboratório de Planctologia (LABPLANC), na Universidade Federal do Ceará para identificação ao microscópio óptico. Para realização da análise, colocou-se uma gota da amostra em lâmina de vidro coberta com lamínula e a observação foi realizada ao microscópio óptico com o aumento 400 X e em casos específicos utilizou-se um aumento de 1000 X com um auxílio de óleo de imersão, sendo analisadas 3 lâminas para cada amostra. Os organismos fitoplanctônicos foram observados com o auxílio de microscópio binocular marca Olympus, modelo DX41, em objetivas de 40x e 100x e com um sistema de captura de imagens e medição dos organismos. A identificação e organização taxonômica dos indivíduos encontrados foram baseadas em

literatura especializada: Bicudo e Menezes (2005); Komárek e Anagnostidis (1998; 2005); Bourrelly (1968; 1972; 1985).

As amostras coletadas para análises quantitativas fitoplactônicas foram acondicionadas em frascos de vidro âmbar e com um volume de 1 L, e fixadas com lugol acético (5 mL/L), e posteriormente adicionadas em provetas de 1000 mL, cobertas e abrigadas da luz. O material ficou 24 horas em sedimentação e após esse período, separou-se o sobrenadante do material sedimentado por meio de sifonação, anotando-se o volume final para posterior correção da densidade encontrada. As amostras foram analisadas em câmara de Sedgwick-Rafter de vidro com fundo quadriculado e capacidade de 1 mL. Estas câmaras apresentaram 20 mm de largura por 50 mm de comprimento e 1 mm de profundidade. Após o processo de sedimentação, por 15 minutos, as amostras foram contadas em microscópio óptico invertido da marca Coleman, modelo NIB-100, com ocular de 40x e os resultados foram expressos em células/mL. Foram contados pelo menos 100 indivíduos da espécie dominante por amostra, com erro padrão estimado $\pm 20\%$. Todas as análises foram baseadas por CETESB (2005) e Apha (2005).

4.3 Dieta experimental

Para alimentação utilizou-se dieta comercial farelada contendo no mínimo 55 % de proteína bruta, 4% de extrato etéreo, 1,5% de fósforo e no máximo 6% de matéria fibrosa, 18% de matéria mineral e 5% de cálcio, segundo o fabricante. A dieta experimental foi preparada e administrada por todo o período experimental no próprio laboratório do Centro de Pesquisas em Aquicultura (CPAq).

O hormônio masculinizante 17- α -metiltestosterona foi incorporado à ração industrializada em forma de pó. Para isso, para cada quilograma de ração preparada foi confeccionada uma solução estoque com 6,00 g de 17- α -metiltestosterona, diluída em 1.000 mL de álcool a 95%. Em seguida, retirou-se 10 mL da solução estoque, e adicionou-se 300 mL de álcool comercial. O hormônio foi então misturado uniformemente à ração, e em seguida a ração foi peneirada para evitar grúmulos, sendo posteriormente espalhada em uma superfície de sacos de ráfia para secar por 24 horas em um local arejado, livre de umidade e abrigado da luz solar direta para permitir a completa evaporação do álcool. Após passar por este processo de secagem, a ração foi acondicionada em sacos plásticos de cor escura e mantida sob refrigeração até o arraçoamento diário das pós-larvas. A ração foi ofertada

diariamente em seis refeições às 07:00, 09:00, 11:00, 13:00, 15:00 e 17:00 horas por 28 dias, adaptando a tabela do fabricante da ração a proporção da biomassa dos peixes e as torneiras foram fechadas durante o período de alimentação por aproximadamente 10 minutos.

A biomassa dos peixes foi estimada por meio da biometria realizada no início de cada período experimental (chuvoso e seco) e a quantidade da dieta foi ajustada semanalmente conforme a tabela do fabricante da ração comercial, oferecendo em 20% da biomassa inicial na primeira semana de arraçoamento, diminuindo para 18% na segunda semana, e finalizando na terceira e quarta semana com 15%, sendo observado sempre o consumo diário e a temperatura da água para eventuais ajustes. Os tanques foram sifonados manualmente com uma mangueira de borracha duas vezes ao dia, às 10 horas da manhã e às 16 horas da tarde, para retirada de fezes dos peixes, peixes em decomposição e sobras de ração que ficavam depositadas ao fundo.

4.4 Parâmetros avaliados

As biometrias foram efetuadas no início, antes da estocagem dos peixes nos tanques circulares de concreto, e no final do experimento, ao 30º dia, isto é, logo após o período de 24 horas de jejum para esvaziamento do tubo digestório, nos dois períodos experimentais analisados. Nesta condição, foi realizada amostragem de 60 peixes (5% do total acondicionado por repetição), selecionados aleatoriamente, sendo então, mensurados o peso em balança digital (GEHAKA-B6-1000), e desta amostragem foram selecionados também aleatoriamente 10 peixes de cada repetição para medição do comprimento total individual, com o auxílio de um paquímetro de 0 a 150 mm (ECCOFER).

Os parâmetros de desempenho avaliados após 28 dias de masculinização dos alevinos nos dois períodos climáticos experimentais (seco e chuvoso) foram:

- Comprimento total (cm) (1º e 30º dia);
- Peso (g) (1º e 30º dia);
- Incremento em Peso aos 30º dia;

$$GP = \text{peso (30º dia)} - \text{peso inicial}$$

- Incremento em Crescimento aos 30º dia;

$$GC = \text{crescimento (30º dia)} - \text{crescimento inicial}$$

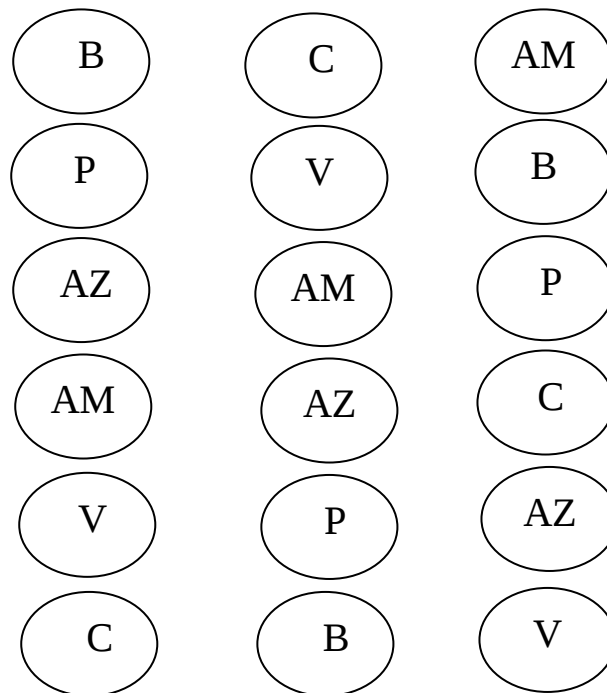
- Sobrevivência (S): expressa em percentagem (%) através da fórmula:

$$S = 100 \times N^{\circ} \text{ final de peixes} / N^{\circ} \text{ total de peixes}$$

4.5 Análises estatísticas

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e as cores foram distribuídas nos tanques por sorteio, de forma a garantir igualdade de condição de luz, ventilação e calor, entre as condições experimentais. O experimento constou de seis tratamentos, sendo cada tratamento uma cor (cor natural (controle) - C, branco - B, preto - P, amarelo - AM, verde -V, azul- AZ) e três repetições cada (Figura 4).

Figura 4 – Distribuição das cores nos tanques de forma inteiramente casualizado



Legenda: B=Branco; C=Controle (cor natural); AZ=Azul; P=Preto; V=Verde; AM=Amarelo.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar (interno e externo do ambiente experimental), bem como a temperatura da água e oxigênio dissolvido foram analisados pelo software estatístico MINITAB® 15.0. E os parâmetros peso inicial, peso final, comprimento inicial, comprimento final, assim como o incremento em peso e comprimento dos alevinos foram avaliados pelo programa Statsoft Statistica 7.0.

Todos os dados foram inicialmente submetidos a uma estatística básica, para verificar se havia normalidade na distribuição dos dados coletados. Foram avaliados o número de observações, a média dos valores, valor mínimo, máximo, desvio padrão, variância, coeficiente de variação, a amplitude a simetria e a curtose. A normalidade dos dados foi determinada através do coeficiente de simetria e curtose, e seguiu ao utilizado por Melo

(2013), que relata que a normalidade é considerada normal se os valores do coeficiente de curtose e de simetria se apresentem dentro do intervalo -3 e 3, ou seja, se adequando a uma curva de distribuição normal. Em seguida, quando houve normalidade entre os dados foi realizado o teste F, através da análise de variância (ANOVA), para verificar a diferença significativa entre as médias. Como complemento a análise de variância foi feito um teste de comparação de médias, onde o escolhido foi o teste de Tukey a 5% de significância.

No entanto, os dados que não se apresentaram normais foi utilizado à média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) para avaliar a variabilidade entre as médias avaliadas, conforme sugerem Albiero et al. (2012). Esta estatística pode ser facilmente implementada e é muito eficaz em situações em que as observações são correlacionadas ou quando há muitos pontos fora dos limites de controle (Alves et al., 2012a). Conforme Hines et al. (2006) a MMEP é definida na Equação 7:

$$z_i = \lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1-\lambda) \cdot x_{i-j} + (1-\lambda)^i \cdot z_0 \quad (7)$$

Onde:

z_i é o valor da média móvel ponderada;

z_0 é a média alvo do processo;

x_i é o valor da característica medida;

λ é o peso considerado para a média, se refere à sensibilidade em captar pequenas mudanças na média.

O peso considerado para a média (λ) foi de 0,40. A MMEP é uma forma de avaliar dados com eficácia garantindo que a variabilidade dos processos seja estudada, mesmo que não sejam encontrados dados normais, sem que haja descarte ou manipulação dos dados com ferramentas estatísticas. A MMEP possibilita mostrar se o processo se encontra estável ou instável (QUEIROZ, 2014).

Os limites de controle do gráfico MMEP foram encontrados por meio das Equações 8 e 9 (MELO, 2013):

$$LSC = \mu + L.\sigma \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)} [1 - (1-\lambda)^{2i}]} \quad (8)$$

$$LIC = \mu - L.\sigma.\sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}\left[1 - (1-\lambda)^{2i}\right]} \quad (9)$$

Onde:

μ é a média do processo;

L é a largura da faixa entre a média e o limite;

σ é o desvio padrão da amostra.

O valor médio da característica de qualidade do processo é representado pela uma linha central (LC), já o limite superior de controle (LSC) e inferior de controle (LIC) é utilizado para observar se o processo apresenta-se estável, ou seja, se todos os pontos amostrais encontram-se dentro do limite de controle (QUEIROZ, 2014).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Condições climáticas

Nas figuras 5 e 6 são apresentadas as médias de temperatura e umidade relativa do ar nos horários das mensurações dos parâmetros limnológicos da água (temperatura da água e oxigênio dissolvido) durante o período chuvoso e seco, em Pentecoste, CE, sucessivamente.

Figura 5 – Médias da temperatura e umidade relativa do ar durante o período chuvoso

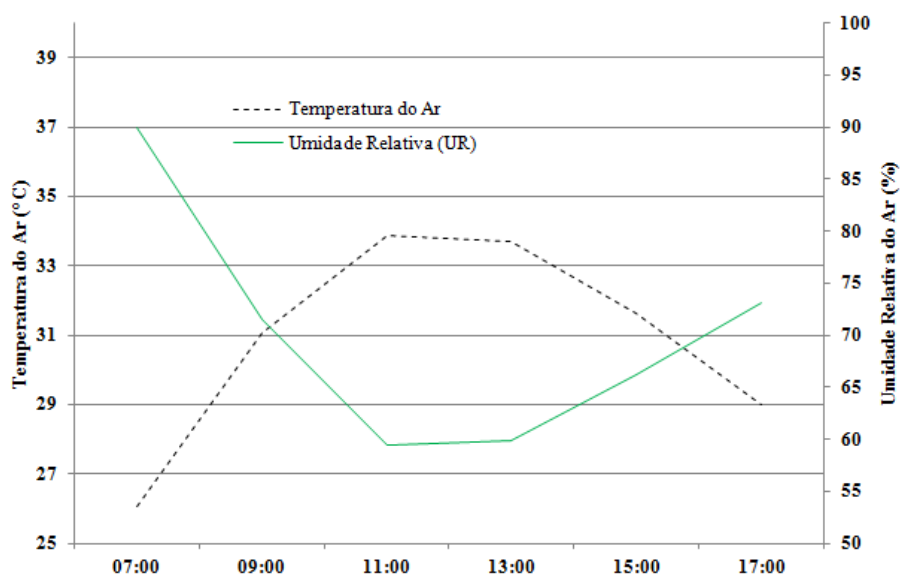
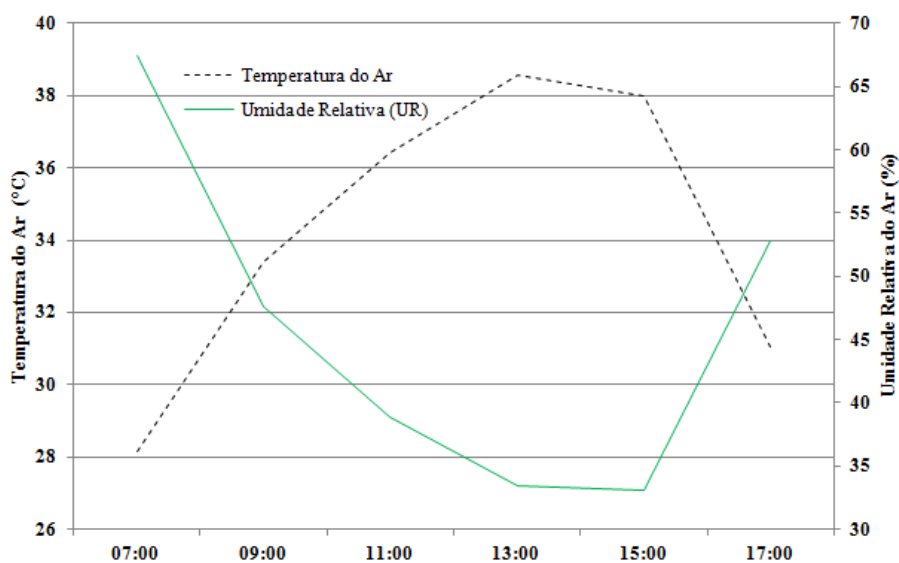


Figura 6 – Médias da temperatura e umidade relativa do ar durante o período seco



De acordo com Soares et al. (2008), vale enfatizar que a temperatura do ar influencia diretamente na temperatura da água, atuando na estratificação térmica vertical dos sistemas aquáticos, a qual interfere na dinâmica dos processos químicos e biológicos desses ecossistemas. Portanto, conforme Marai et al. (2006), este comportamento inverso das variáveis de temperatura e umidade relativa do ar é favorável ao conforto térmico quando estes se encontram dentro das faixas determinadas para a espécie. Quando as tilápias estão fora do conforto térmico ficam estressadas, devido a redução de suas habilidades para a manutenção da homeostase, o que influencia nos processos bioquímicos de seu metabolismo e nas taxas de consumo dos alimentos, afetando assim o crescimento das mesmas (MAEDA et al., 2006; GRAEFF et al., 2010), e consequentemente, aumenta sua susceptibilidade as doenças (BRANDÃO et al., 2006; DEBNATH et al., 2006; OBA et al., 2009; DINIZ e HONORATO, 2012; CYRINO et al., 2014), a proliferação de agentes patogênicos, bem como aumenta a demanda de oxigênio dissolvido na água (DEBNATH et al., 2006).

Nota-se que as temperaturas mínimas mostradas nas duas épocas estudadas (chuvoso e seco) foram observadas no início e final do dia (07:00 e 17:00 h). De acordo com Vianello (1991), as variações da umidade relativa do ar estão nitidamente relacionadas com a pressão de vapor d'água e com a temperatura do ar. Quando a temperatura é máxima a umidade relativa é mínima. Assim sendo, com relação inversa, os valores máximos de temperatura acompanharam os valores mínimos de umidade.

Ainda em relação as Figuras 5 e 6, observa-se que os valores mais altos de temperatura máxima ocorreram no período seco. Conforme Gianotti et al. (2013), a temperatura máxima mais amena no período chuvoso é ocasionada também pela precipitação, que converte o calor sensível do ar em calor latente nas superfícies molhadas, ocasionando uma redução na temperatura. Além disso, a maior amplitude diária na temperatura do ar também foi no período seco, alcançando temperaturas máximas de 39°C e mínimas de 28°C. O mesmo não ocorreu no período chuvoso, em que houve uma menor amplitude de temperatura do ar com valores de 26 °C e 34 °C, mínima e máxima, respectivamente. Esse comportamento térmico é concordante com a menor taxa de cobertura de nuvens em agosto a setembro (período seco), que propiciou maior incidência de radiação solar durante o dia e maior perda de energia radiativa da superfície durante a noite. A amplitude térmica também está relacionada à umidade, de modo que uma maior umidade relativa do ar ocasiona uma menor amplitude térmica, devido ao elevado calor específico da água, que atua como

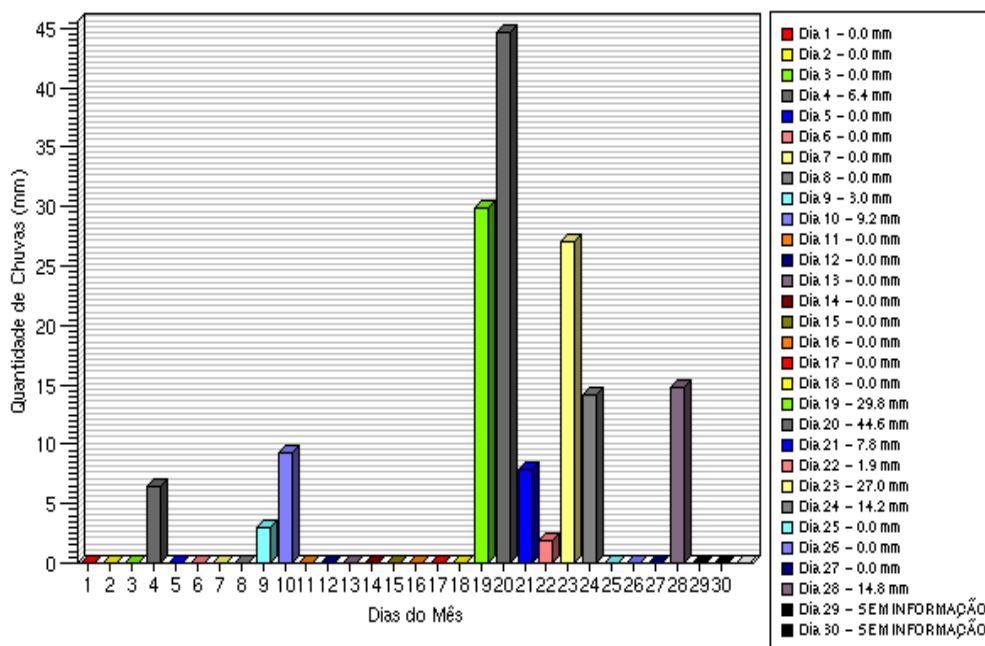
controlador térmico. Esse fato pode ser verificado entre os diferentes períodos (menor amplitude térmica nos meses da estação chuvosa) (GIANOTTI et al., 2013).

A umidade relativa do ar (UR) apresentou maiores variações no período seco, com maiores amplitudes diárias observadas. Os maiores picos de umidade relativa do ar foram registradas no período chuvoso pelo início da manhã (07:00 h) com máxima média diária de 90%, próximos da saturação do ar, retratando uma menor quantidade de calor transferido para o ar devido a menor temperatura ambiente, diferentemente do período seco no mesmo horário com média diária de 67%, demonstrando que houve pouco vapor d'água para irradiar energia de volta para a superfície.

De acordo com os registros pluviométricos da FUNCEME (2014) referente ao período anual de 2013, houve um total de 158,7 mm de chuvas no mês de abril (Figura 7) e 122 mm de chuvas no mês de maio (Figura 8).

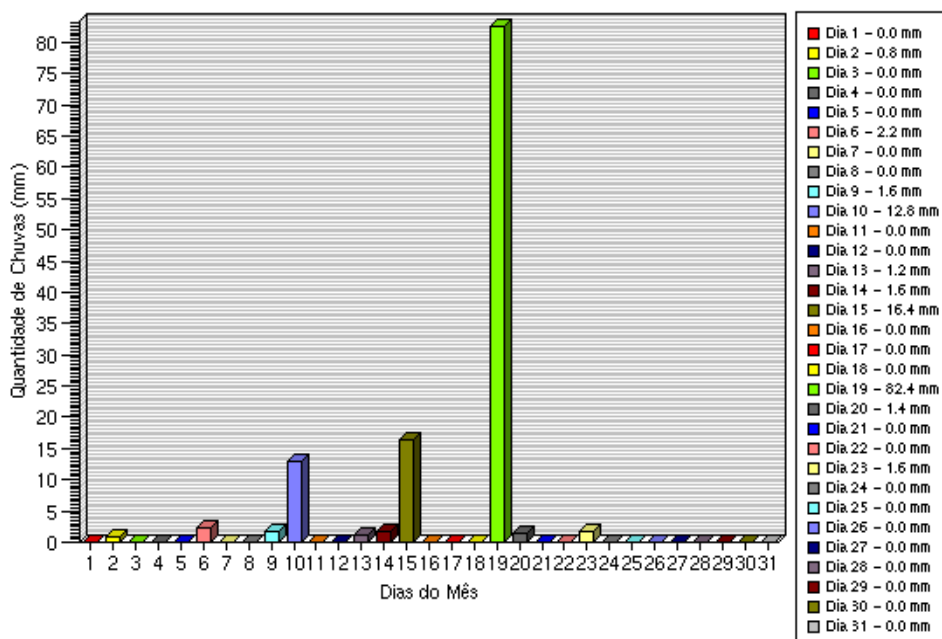
Durante o período chuvoso foi possível perceber que no mês de abril, período inicial do estudo, a frequência média de precipitação foi maior do que durante o mês de maio, porém ocorreram com irregularidades, havendo apenas uma distribuição contínua de chuvas entre os dias 19/04/2013 a 24/04/2013.

Figura 7 – Precipitação média referente ao mês de abril do município de Pentecoste, CE, em 2013



Fonte: FUNCEME (2014).

Figura 8 – Precipitação média referente ao mês de maio do município de Pentecoste, CE, em 2013



Fonte: FUNCEME (2014).

Durante o mês de maio, ao contrário do mês de abril, houve uma maior distribuição temporal de chuvas, porém com baixas intensidades, destacando-se com a presença de apenas uma intensa chuva diária (alta pluviosidade em poucas horas), promovendo um pico máximo diário de 82,4 mm no dia 19/05/2013. Resumidamente, percebe-se uma distribuição temporal de chuvas desuniformes e com um acentuado volume de precipitação pluvial concentrado em um único intervalo de tempo ao longo da duração dos dois meses dentro do período chuvoso em estudo.

5.2. Avaliação estatística das variáveis ambientais do ar

A avaliação foi realizada a partir das respostas térmicas obtidas no ambiente experimental, que levou em consideração o caráter dinâmico das trocas de calor entre o interior e o exterior, durante o período seco e chuvoso. Os dados referentes à análise descritiva básica e análise de variância da temperatura do ar interno e externo do ambiente experimental, bem como a umidade relativa do ar (UR), durante o período chuvoso e seco, estão plotados nos Apêndices 1 a 54. Já os testes de médias das respectivas variáveis ambientais estão apresentados nas Tabelas 1, 2, e 3.

Tabela 1 – Teste de médias da temperatura e umidade relativa do ar interna e externa do ambiente experimental durante o período chuvoso, Pentecoste, Ceará

Observações	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
T int. (°C)	26	31	33,6	33,8	32	29
T ext. (°C)	26	31	33,9	33,7	31,6	28,9
UR int. (%)	90,9	71,9	60,3	59,8	65,1	74
UR ext. (%)	90	71,5	59,5	59,8	66,1	73

Tabela 2 – Teste de médias da temperatura e umidade relativa do ar interna e externa do ambiente experimental durante o período seco, Pentecoste, Ceará

Observações	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
T int. (°C)	27,3 B	31,2 B	33,9 B	35,9 B	35,4	30,9 A
T ext. (°C)	28,2 A	33,4 A	36,4 A	38,6 A	38	31 A
UR int. (%)	71 A	53,9 A	44,8 A	39,4 A	39,3 A	54,9 A
UR ext. (%)	67,4B	47,6 B	38,9 B	33,4 B	33,1 B	52,8 A

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

De acordo com o teste de médias foi possível observar que as médias de temperatura do ar tanto no interior do ambiente experimental quanto na parte externa não diferiram estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância nas séries de horários avaliados durante o período chuvoso, assim como as médias de umidade relativa do ar.

Já em relação ao período seco, ainda segundo o teste de médias, as médias da temperatura e umidade relativa interna diferiram estatisticamente a 5% de significância das médias da temperatura e umidade relativa do ar na parte externa às 7, 9, 11 e 13 horas, e não diferiram às 17 horas. Inclusive, em todos os horários observados, as médias da temperatura externa foram maiores que as médias da temperatura interna. No entanto, foi observado o inverso nas médias obtidas de umidade relativa do ar.

No período seco às 15 horas observa-se que para as duas variáveis ambientais analisadas, temperatura do ar interna e externa do ambiente experimental, apenas a temperatura externa apresentou normalidade nos dados avaliados, pois conforme descrito por Melo (2013) e Albiero et al. (2012), os dados apresentam distribuição normal se estiverem dentro do intervalo -3 e 3. Portanto, como a temperatura interna não apresentou normalidade utilizou-se a média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) apenas para comparar o

comportamento das médias e a variabilidade dos dados com os resultados obtidos da temperatura externa. Os gráficos da média móvel exponencialmente ponderada para a temperatura interna e externa às 15 horas estão apresentados, respectivamente, nas Figuras 9 e 10.

Figura 9 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da temperatura interna às 15 horas no período seco

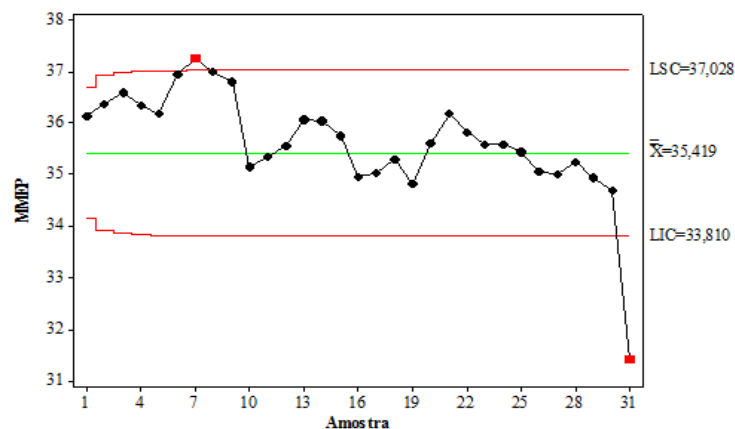
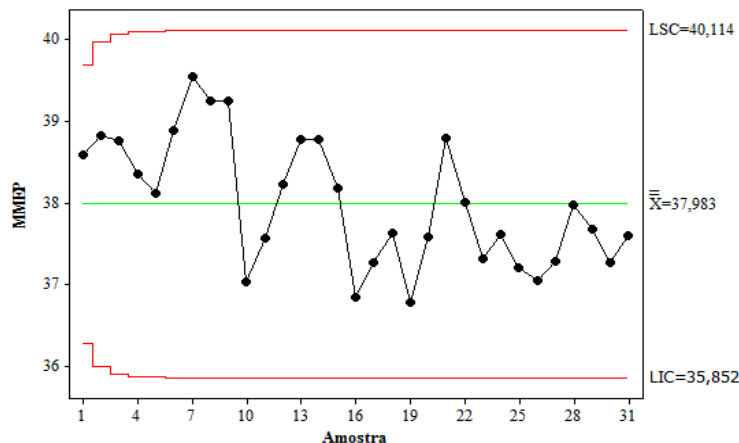


Figura 10 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da temperatura externa às 15 horas no período seco



Melo (2013) e Albiero et al. (2012) relatam que se 95% dos pontos estiverem dentro do limite de controle especificado o processo apresenta estabilidade. Portanto, observa-se que para ambas as temperaturas avaliadas o processo é considerado estável, já que 95% dos pontos da temperatura interna e todos os pontos da temperatura externa se encontraram dentro do limite superior e inferior. Entretanto, a temperatura interna apresentou uma menor variabilidade em relação à temperatura externa, fato este confirmado ao analisarmos o gráfico

da temperatura externa, onde é possível observar que o LIC (limite inferior) para essa temperatura foi de 35,85, ou seja, encontra-se próximo a média obtida na temperatura interna, já que fica evidente na Figura 9 que as amostras na temperatura interna apresentaram valores mais próximos da média. Porém, apesar da análise dos processos analisados terem mostrado que o gráfico da temperatura interna obteve menor variabilidade, a média obtida na temperatura externa de 37,9 é melhor para este estudo por incitar às cores nos envoltórios das unidades experimentais a absorverem e/ou refletirem calor com mais intensidade.

Tabela 3 – Teste de médias da temperatura e umidade relativa do ar no ambiente experimental no período seco e chuvoso especificamente em cada horário observado

Observações	07h00min		09h00min		11h00min		13h00min		15h00min		17h00min	
	Seco	Chuva	Seco	Chuva	Seco	Chuva	Seco	Chuva	Seco	Chuva	Seco	Chuva
T int. (°C)	27,3 A	26 B	31,2 A	31 A	33,9 A	33,6 A	35,9 A	33,8 B	35,4	32	30,9 ^a	29 B
T ext. (°C)	28,2 A	26 B	33,4 A	31 B	36,4 A	33,9 A	38,6 A	33,7 B	38 A	31,6 B	31 A	28,9 B
UR int. (%)	71 B	90,9 A	53,9 B	71,9 A	44,8 B	60,3 A	39,4 B	59,8 A	39,3 B	65,1 A	54,9 B	74 A
UR ext. (%)	67,4B	90 A	47,6 B	71,5 A	38,9 B	59,5 A	33,4 B	59,8 A	33,1 B	66,1 A	52,8 B	73 A

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas em cada horário avaliado não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

A análise estatística dos testes de médias realizados com as duas estações do ano, seca e chuvosa, demonstra que apenas às 11 horas em ambos os períodos as médias da temperatura externa não apresentaram diferença significativa a 5% de significância. Nota-se também que as médias de umidade relativa do ar interna e externa no período chuvoso foram maiores do que a do período seco. Além disso, vale enfatizar que as médias de umidade relativa do ar obtiveram resultados inversamente proporcionais à temperatura do ar, seja interna ou externamente ao ambiente experimental.

Na Tabela 3, observa-se que as médias da temperatura interna as 9 e 11 horas no período chuvoso e seco não diferiram entre si estatisticamente ao nível de 5% de significância. Já as 7, 13 e 17 horas, conforme o teste de médias, a temperatura interna no período chuvoso e seco diferiram estatisticamente. E conforme anteriormente já relatado, às 15 horas a temperatura interna no período de estiagem não apresentou normalidade, portanto,

utilizou-se novamente a média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) para observação do comportamento das médias entre as duas estações climáticas avaliadas, seca e chuvosa (Figuras 11 e 12).

Figura 11 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da temperatura interna às 15 horas no período seco

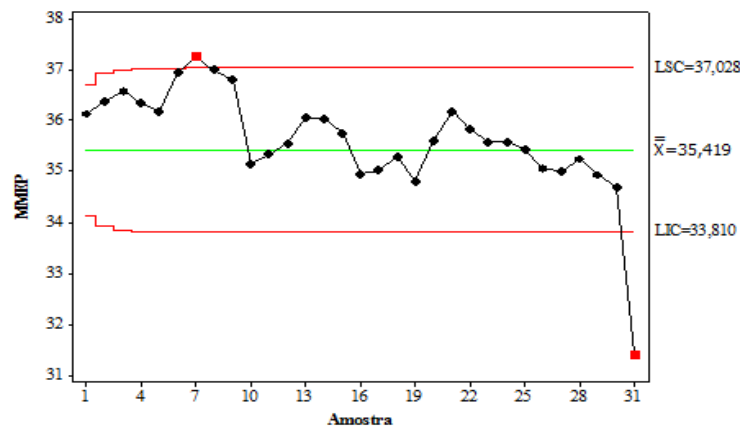
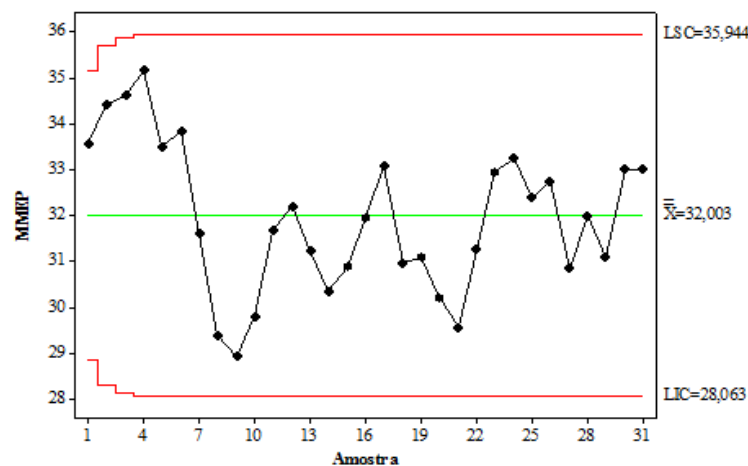


Figura 12 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da temperatura interna às 15 horas no período chuvoso



Nas Figuras 11 e 12 verifica-se que o processo apresenta estabilidade tanto no período seco quanto no período chuvoso. No entanto, a temperatura interna apresentou uma menor variabilidade no período seco em relação ao período chuvoso. Assim, percebe-se que no período seco a temperatura interna do ambiente experimental possivelmente foi a mais adequada ao estudo por estimular o máximo possível às trocas de calor obtidas por meio das cores nas superfícies das unidades experimentais.

5.3 Avaliação estatística da temperatura da água e oxigênio dissolvido

Nas Tabelas 4 e 5 encontram-se o teste de médias da temperatura da água obtido no período chuvoso e seco, respectivamente. Os dados referentes à análise descritiva básica da temperatura da água durante os respectivos períodos climáticos, seco e chuvoso, bem como em cada tratamento avaliado estão apresentados nos Apêndices 55 a 66.

Tabela 4 – Teste de médias da temperatura da água em todos os tratamentos observados durante o período chuvoso

Observações	Controle (°C)	Branco (°C)	Preto (°C)	Amarelo (°C)	Azul (°C)	Verde (°C)
07h00min	28,3 Ad	28,1 Ad	28,2 Ad	28,1 Ac	28,1 Ad	28,1 Ac
09h00min	28,4 Ad	28,3 Ad	28,4 Ad	28,3 Ac	28,3 Ad	28,4 Ac
11h00min	29,1 Ac	28,9 Ac	29,1 Ac	29 Ab	29,1 Ac	28,9 Ab
13h00min	29,4 Ac	29,3 Ab	29,5 Ab	29,6 Aa	29,6 Ab	29,6 Aa
15h00min	29,8 Aa	29,7 Aa	30,0 Aa	29,9 Aa	29,9 Aa	29,9 Aa
17h00min	29,5 Ab	29,5 Aa	29,6 Ab	29,7 Aa	29,7 Aa	29,6 Aa

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

Tabela 5 – Teste de médias da temperatura da água em todos os tratamentos observados durante o período seco

Observações	Controle (°C)	Branco (°C)	Preto (°C)	Amarelo (°C)	Azul (°C)	Verde (°C)
07h00min	27,7 Ae	27,6 Ae	27,7 Ae	27,7 Ae	27,8 Ad	27,7 Ae
09h00min	28 Ad	27,9 Ad	28 Ad	28 Ad	28 Ad	28 Ad
11h00min	28,8 Ac	28,7 Ac	28,7 Ac	28,7 Ac	28,8 Ac	28,8 Ac
13h00min	29,5 Ab	29,5 Ab	29,5 Ab	29,7 Ab	29,5 Ab	29,6 Ab
15h00min	30 Aa	29,9 Aa	30 Aa	29,9 Aa	30 Aa	30,1 Aa

17h00min	29,6 Ab	29,5 Ab	29,7 Ab	29,6 Ab	29,7 Ab	29,7 Ab
-----------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

Observa-se que não houve diferença significativa a 5% de significância nas médias da temperatura da água em todos os tratamentos nas séries de horários avaliados durante as duas estações acompanhadas, seca e chuvosa. No entanto, nota-se que em cada tratamento as médias da temperatura da água apresentaram diferença estatística entre os horários observados, e obtiveram menores resultados durante o turno da manhã (7, 9 e 11 horas) e maiores médias durante a tarde (13, 15 e 17 horas) nos dois períodos em estudo, seco e chuvoso.

Através da análise de variância, verificou-se que no período seco houve diferença significativa entre as médias de oxigênio dissolvido na água a 5% de significância entre os tratamentos e entre os horários avaliados (Tabela 6). Conforme a Tabela 6 nota-se que em todos os tratamentos observados, com exceção do tratamento controle, as médias de oxigênio dissolvido às 13 horas não diferiram estatisticamente entre si.

Tabela 6 – Teste de médias de oxigênio dissolvido na água em todos os tratamentos observados durante o período seco

Observações	Controle (ml L ⁻¹)	Branco (ml L ⁻¹)	Preto (ml L ⁻¹)	Amarelo (ml L ⁻¹)	Azul (ml L ⁻¹)	Verde (ml L ⁻¹)
07h00min	4,26 Bb	4,02 Cd	4,40 Bb	4,54 Ac	4,32 Bc	4,41 Bb
09h00min	4,47 Ca	4,53 Cb	4,45 Cb	4,68 Bc	4,71 Ab	4,57 Cb
11h00min	4,52 Ca	4,93 Aa	4,62 Cb	4,77 Bb	4,75 Bb	4,77 Ba
13h00min	4,48 Ba	4,70 Ab	4,69 Aa	4,73 Ac	4,87 Aa	4,76 Aa
15h00min	4,55 Ca	4,94 Aa	4,65 Ba	4,94 Aa	4,86 Ba	4,69 Ba
17h00min	4,47 Ba	4,39 Bc	4,65Aa	4,64 Ac	4,66 Ab	4,76 Aa

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

Já no período chuvoso (Tabela 7), apenas as 7 e 9 horas as médias de oxigênio dissolvido não apresentaram diferença significativa a 5% de significância entre os tratamentos.

Tabela 7 – Teste de médias de oxigênio dissolvido na água em todos os tratamentos observados durante o período chuvoso

Observações	Controle (ml L ⁻¹)	Branco (ml L ⁻¹)	Preto (ml L ⁻¹)	Amarelo (ml L ⁻¹)	Azul (ml L ⁻¹)	Verde (ml L ⁻¹)
07h00min	3,59 Ad	3,68 Ad	3,52 Ac	3,60 Ad	3,62 Ac	3,61 Ac
09h00min	4,18 Ac	4,31 Ac	3,93 Ac	4,14 Ac	4,02 Ac	4,03 Ac
11h00min	5,33 Ab	5,26 Bb	4,73 Cb	5,07 Bb	4,84 Bb	4,98 Bb
13h00min	6,20 Aa	5,88 Aa	5,24 Da	5,65 Ba	5,39 Ca	5,51 Ba
15h00min	5,92 Aa	5,70 Aa	5,16 Ca	5,52 Aa	5,23 Ca	5,36 Ba
17h00min	5,37 Ab	5,25 Ab	4,85 Ba	5,09 Ab	4,85 Bb	4,94 Ab

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

Com exceção dos resultados obtidos às 13 horas, pode-se notar que em praticamente todos os tratamentos houve diferença estatística a 5% de significância nas médias da temperatura da água entre as estações, seca e chuvosa (Tabela 8). Percebe-se ainda que as 7 e 9 horas as médias da temperatura da água obtidas em todos os tratamentos durante o período chuvoso foram maiores que as médias encontradas no período seco, sendo que as 15 e 17 horas as respectivas médias da temperatura da água decresceram ou tornaram-se similares entre as estações climáticas em estudo. Na Tabela 9, observa-se que as médias de oxigênio dissolvido na água as 11 e 17 horas, os tratamentos preto, azul e verde não diferiram estatisticamente entre as estações, seca e chuvosa, a 5% de significância.

Tabela 8 – Teste de médias da temperatura da água (°C) entre o período seco e chuvoso especificamente em cada tratamento e horário avaliado

[illegible]

07h00min	27,7 B	28,3 A	27,6B	28,1 A	27,7 B	28,2 A	27,7 B	28,1 A	27,8 A	28,1 B	27,7B	28,1 A
09h00min	28 B	28,4 A	27,9 B	28,3 A	28 B	28,4 A	28 B	28,3 A	28 B	28,3 A	28 B	28,4 A
11h00min	28,8 B	29,1 A	28,7 B	28,9 A	28,7 B	29,1 A	28,7B	29 A	28,8 B	29,1 A	28,8A	28,9 A
13h00min	29,5 A	29,4 A	29,5 A	29,3 A	29,5 A	29,5 A	29,7A	29,6 A	29,5 A	29,6 A	29,6A	29,6 A
15h00min	30 A	29,8 B	29,9 A	29,7 A	30 A	30 A	29,9A	29,9 A	30 A	29,9 A	30,1A	29,9 A
17h00min	29,6 A	29,5 A	29,5 A	29,5 A	29,7 A	29,6 A	29,6A	29,7 A	29,7 A	29,7 A	29,7A	29,6 A

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas em cada tratamento não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

Tabela 9 – Teste de médias de oxigênio dissolvido na água (ml L^{-1}) no período seco e chuvoso especificamente em cada tratamento e horário avaliado

Observações	Controle		Branco		Preto		Amarelo		Azul		Verde	
	Chuva	Seco	Chuva	Seco	Chuva	Seco	Chuva	Seco	Chuva	Seco	Chuva	Seco
07h00min	3,59B	4,26 A	3,68 B	4,02 A	3,52 B	4,40 A	3,60B	4,54 ^a	3,62 B	4,32 A	3,61B	4,41 A
09h00min	4,18 B	4,47 A	4,31 A	4,53 A	3,93 B	4,45 A	4,14 B	4,68 A	4,02 B	4,71 A	4,03B	4,57 A
11h00min	5,33 A	4,52 B	5,26 A	4,93 B	4,73 A	4,62 A	5,07A	4,77 B	4,84 A	4,75 A	4,98A	4,77 A
13h00min	6,20 A	4,48 B	5,88 A	4,70 B	5,24 A	4,69 B	5,65A	4,73 B	5,39A	4,87 B	5,51A	4,76 B
15h00min	5,92 A	4,55 B	5,70 A	4,94 B	5,16 A	4,65 B	5,52A	4,94 B	5,23A	4,86 B	5,36A	4,69 B
17h00min	5,37 A	4,47 B	5,25 A	4,39 B	4,85 A	4,65 A	5,09A	4,64 B	4,85A	4,66 A	4,94A	4,76 A

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas em cada tratamento não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

5.4 Flutuações térmicas do ar e da água

Segue as Figuras 13 e 14 com as médias da temperatura da água e do ar externo e interno do ambiente monitorado, em todos os tratamentos observados no período seco e chuvoso.

Figura 13 – Variação sazonal das médias da temperatura (°C) da água e do ar (interno e externo do ambiente experimental) nas séries de horários observados no período seco e chuvoso, onde: T1=Tratamento Controle (sem pintura); T2=Tratamento Branco; T3=Tratamento Amarelo

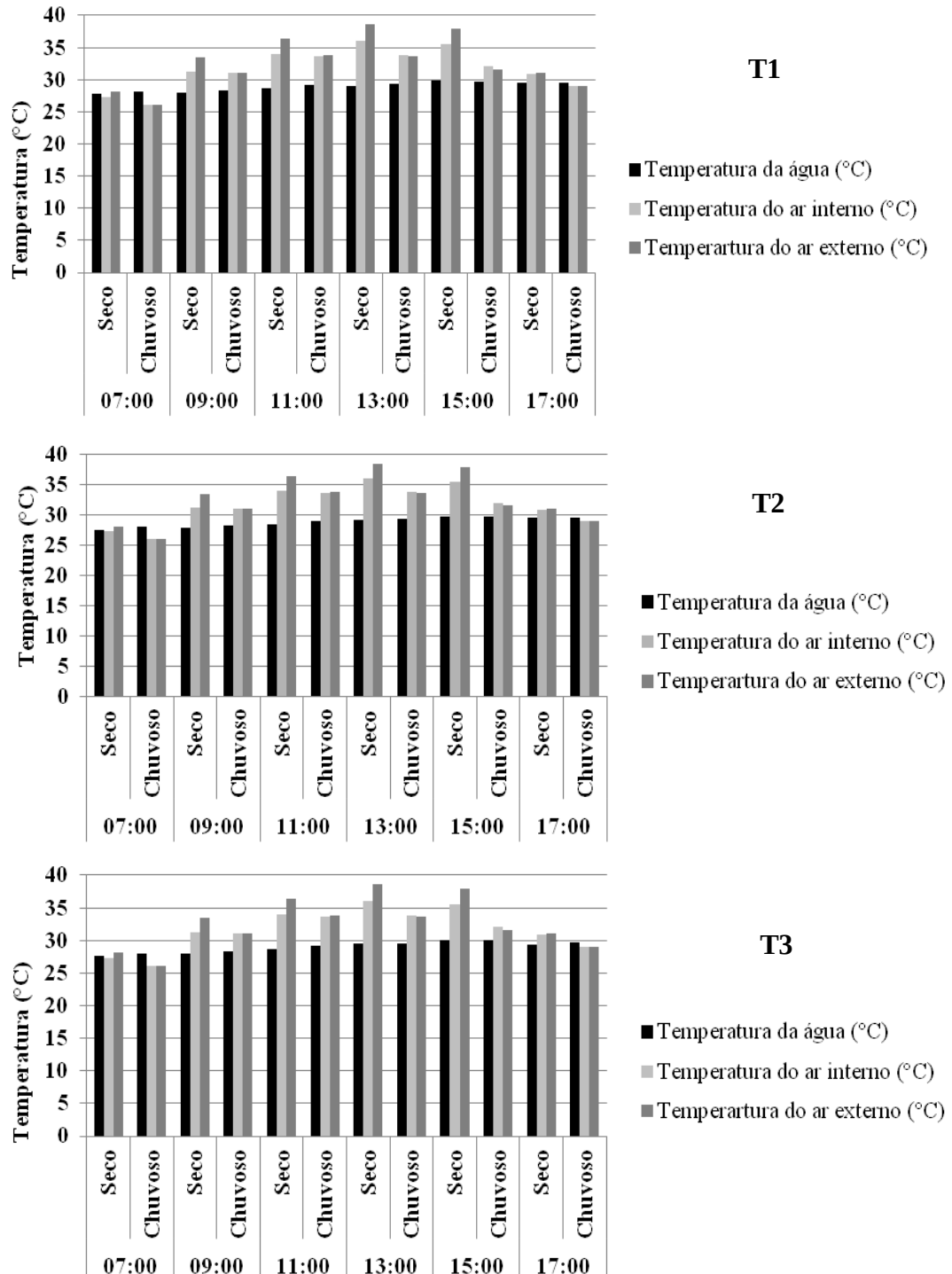
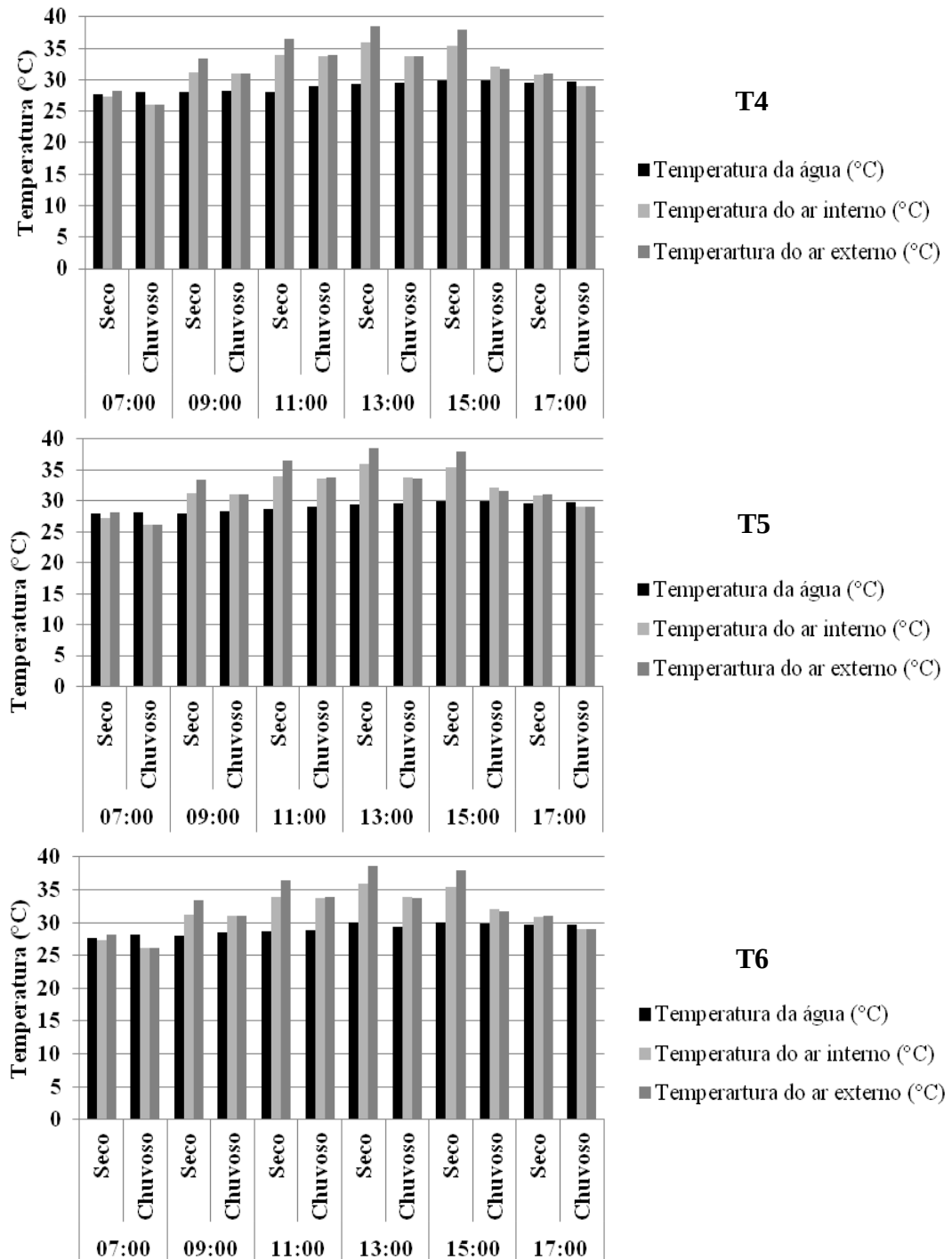


Figura 14 – Variação sazonal das médias da temperatura (°C) da água e do ar (interno e externo do ambiente experimental) nas séries de horários observados no período seco e chuvoso, onde: T4=Tratamento Preto; T5=Tratamento Azul; T6= Tratamento Verde



Os dados demonstraram a já conhecida capacidade da água de reter calor, devido a sua alta capacidade calorífica, o que contribuiu para que as flutuações térmicas da massa líquida fossem bem mais atenuadas que a do ar, nas escalas diárias e sazonais. Indicam,

também, que a variação da temperatura da água dependeu das variações sequenciais das condições meteorológicas do dia em questão e dos dias anteriores, principalmente quanto à irradiância solar (ANGELOCCI; VILLA NOVA, 1995). Assim, observa-se que o déficit hídrico gerado pela escassa precipitação pluvial e o pequeno intervalo de cobertura no céu (dias nublados ou parcialmente nublados) no período chuvoso permitiu a ocorrência de flutuações quase similares nas médias da temperatura da água entre os dois períodos em estudo, embora a temperatura do ar tenha tido uma variação um pouco superior no período seco em relação ao período chuvoso.

Nota-se a grande influência da precipitação na temperatura do ar no período chuvoso em estudo, pois parte da energia proveniente da radiação solar absorvida pela superfície foi usada como calor latente na evaporação da água, reduzindo a sua temperatura. A nebulosidade também contribui para a diminuição da temperatura, porque parte da radiação solar é interceptada pelas nuvens, antes que a mesma atinja o solo (ALVES; VECCHIA, 2012).

Já no período seco, as médias da temperatura do ar interno e externo em estudo demonstrou uma crescente flutuação, sendo a temperatura externa maior, com uma diferença pela manhã de 1°C (07:00 h) a 2°C (07:00, 09:00 e 11:00 h) e, durante a tarde, esta diferença foi mais acentuada, 3°C (13:00 e 15:00 h), decrescendo gradativamente até se nivelarem ao final do dia (17:00 h).

Vale enfatizar que as médias da temperatura do ar e da água nas séries de horários avaliados nessa pesquisa foram bem aproximados em todos os tratamentos e, durante os dois períodos avaliados (chuvoso e seco), houve apenas uma flutuação mais evidenciada na temperatura do ar em alguns horários (11:00 h as 15:00 h) mas, devido ao elevado calor específico da água, a mesma não sofreu aumento relevante. Resultados diferentes foram obtidos em um estudo utilizando uma estrutura quase similar com tanques cilíndricos de concreto, por Pinheiro et al. (1997), ao observar a temperatura do ar e da água em uma estufa durante a criação de tilápias. Segundo os autores, a temperatura do ar interno foi, em média, ao longo do ano, cerca de 8°C superior a do ar externo, enquanto que a temperatura da água nos tanques internos permaneceram de 6 a 12°C superior a temperatura do ar externo.

Observa-se também que a temperatura da água em todos os tratamentos observados foi superior a do ambiente (externo) apenas no período chuvoso e somente no início da manhã (07:00 h), sendo que a temperatura da água dos tanques neste mesmo horário no período de estio apresentou variação inferior ou semelhante ao valor da temperatura

ambiente. O mesmo comportamento foi observado por Agelocci e Villa Nova (1995), ao estudar as variações térmicas da água em quatro profundidades (0,10; 0,30; 0,60 e 1,20 m) em um pequeno lago artificial situado no município de Piracicaba em São Paulo, e sua justificativa para o ocorrido foi a estratificação térmica da água.

O período de verão, em regiões tropicais, coincide, na maioria dos casos, com o período de maior pluviosidade e, portanto, com o nível d'água mais elevado nos reservatórios. Neste período, observam-se frequentemente estratificações térmicas duradouras que, em muitos casos, abrangem toda a estação. Este fenômeno é resultante de pouca variação diária de temperatura do ar, que para o ecossistema aquático implica em reduzidas perdas de calor para atmosfera, mesmo no período da madrugada (ESTEVES, 2011).

Rotta e Queiroz (2003) também ressaltam que a pequena variação temporal da irradiância diária média, temperatura do ar e taxas de evaporação nos trópicos corrobora com a hipótese de que a principal causa de estratificação/desestratificação térmica de ambientes tropicais rasos é o resfriamento nos períodos noturnos e aquecimento diurno, e assim, provocam uma diminuição gradual da temperatura da coluna d'água, a partir da superfície. Fantin-Cruz et al. (2010) relatam ainda que em corpos d'água poucos profundos e pequenos podem ser observados marcante estratificação térmica durante o período diurno em dias calmos e de alta irradiância solar. Já Talling (1992) menciona que devido à menor capacidade de armazenamento de calor, ecossistemas aquáticos rasos tendem a apresentar valores máximos e mínimos de temperatura mais acentuados do que aqueles mais profundos e que, nesses ambientes a estratificação térmica não persiste por muito tempo, devido à turbulência induzida pelo vento que tende a misturar por convecção as camadas de toda a coluna d'água.

Apesar de não ter acompanhado as flutuações térmicas noturnas neste trabalho, a presença de temperaturas da água um pouco mais acentuadas que a do ar no início da manhã, sugere a ocorrência de uma estratificação térmica devido às diferenças de densidades da água provocada pela estabilidade da temperatura do ar diurna e que, durante o dia, a ação dos ventos pode não ter sido suficiente para desestratificar por convecção toda a coluna d'água, apenas a camada superficial. Entretanto, para confirmar esta hipótese torna-se necessário a medição do perfil da coluna diária ao longo de um ciclo diário completo, incluindo o noturno, o que não foi realizado neste estudo.

Outra hipótese que pode justificar uma temperatura da água um pouco acima da temperatura do ar pela manhã (7 h) no período chuvoso se deve ao aumento da condutividade térmica do concreto durante a noite, diminuindo pela manhã do dia subsequente, coincidindo

com a umidade relativa do ar em 90% próximo da saturação. Isto é, ao invés das paredes dos tanques de concreto liberar durante a noite o calor absorvido durante o dia, elas o retêm, e somente resfriam o calor armazenado do dia anterior com o aumento gradual da temperatura do ar do dia subsequente, resultando assim em uma perda de calor latente, por evaporação. Esta suposição é corroborada por Morales et al. (2011), pois os autores afirmam que o aumento do teor de umidade do concreto pode aumentar a sua condutividade, sendo que em temperaturas elevadas, ocorre uma redução da mesma. Os autores ainda relatam que como a condutividade do ar é menor do que a da água, o aumento de 10% no teor de umidade de um concreto leve provoca um aumento de 50% em sua condutividade.

Alves e Vecchia (2012) também reforçam esta hipótese, pois ao analisarem a temperatura de diferentes superfícies (gramas, solo nu, concreto novo e concreto velho), os autores observaram que o bloco de concreto velho até o momento da ocorrência de precipitação pluvial apresentou temperaturas de superfícies intermediárias em relação ao concreto novo, entretanto, após a chuva e o crepúsculo, o mesmo apresentou valores superiores às superfícies de concreto novo, por causa de sua composição bastante heterogênea, que aumenta o seu calor específico. É importante mencionar que os tanques de concreto do Centro de Pesquisas em Aquicultura (CPAQ), ambiente experimental, são antigos, portanto se encaixam como concreto velho em relação ao que foi descrito pelos autores. Ademais, os mesmos autores também mencionaram que dentre as superfícies analisadas, às 6 horas, após o nascer do Sol, o concreto velho emitiu mais energia pela sua superfície do que os outros elementos analisados (gramas, solo nu, concreto novo).

Salienta-se que ao longo do dia houve a temperatura do ar nos dois períodos acompanhados (chuvoso e seco), e decresceu ao fim do dia (17:00 h). Constata-se também que não houve alterações entre a temperatura do ar interno e externo do ambiente durante o período chuvoso e que as médias foram semelhantes em todos os horários observados, pois quando houve precipitações ou aparecimento de nebulosidade, a temperatura da cobertura da instalação diminuiu, logo, a radiação térmica que este liberava para o interior da instalação acabou diminuindo também, tornando a temperatura radiante média menor, ou seja, a superfície resfriou e manteve um comportamento térmico mais constante.

Vale enfatizar ainda que as instalações recebem diretamente a ação do clima (insolação, temperatura, ventos, chuva, umidade do ar), devendo por isso ser construídas com a finalidade principal de diminuir estas influências que podem agir negativamente no desempenho dos animais, pois a radiação solar, incidindo sobre a cobertura, gera um fluxo

térmico que se transmite para o interior da instalação. Além disso, a variação da temperatura interna de uma habitação deve-se a inúmeros fatores, tais como: a insolação durante o dia, que contribui com uma parcela substancial do calor que penetra na habitação, sobretudo através das superfícies transparentes e da cobertura; o calor interno, gerado por animais e equipamentos; as trocas térmicas por transmissão de calor, tanto de fora para dentro (de dia), como de dentro para fora (de noite), através das superfícies que limitam o ambiente habitado; as trocas térmicas de aquecimento (de dia) ou esfriamento (de noite), propiciadas pelo ar de ventilação (SEVEGNANI et al., 1994).

Segundo Tinôco (2001), para as condições brasileiras, o sombreamento através de cobertura reduz entre 20% e 40% da carga térmica de radiação no interior de instalações para animais. O autor afirma ainda que da radiação térmica recebida de várias partes da instalação, 28% da carga térmica radiante provém do céu, 21% do material de cobertura, 18% da área não sombreada e 33% da área sombreada. Desta forma, mais de 50% da radiação térmica recebida é devido ao material de cobertura e sua sombra. Outro fator relevante sobre o telhado é seu ângulo de inclinação, pois conforme Melo et al. (2013), ao aumentar a inclinação do telhado, modifica-se a altura entre as aberturas de entrada e saída de ar afetando o condicionamento térmico ambiental no interior do galpão, mudando o coeficiente de forma correspondente às trocas de calor por radiação entre o ambiente interno e o telhado.

Durante os dois períodos em estudo, as temperaturas obtidas da água em cada tanque circular de concreto foram decorrentes principalmente da transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico dos materiais (cobertura metálica com telhas de fibrocimento e concreto do piso e das unidades experimentais), bem como da absorvância da cor dos envoltórios (fator de calor solar). Não obstante, a radiação solar ao atingir a superfície do telhado teve uma parcela absorvida e outra parcela refletida, e a quantidade absorvida e refletida dependeu da absorvidade e emissividade do material. A alta absorvidade da telha de fibrocimento (0,7) (PEDRINI et al., 1999), significa que 70% da energia incidente sobre o material foi absorvida e convertida em calor seja por convecção ou radiação, enquanto que os 30 % restantes, foram refletidos. Apesar disso, os resultados encontrados indicam que a ausência de uma inclinação no telhado, a considerável refletância da estrutura metálica, e um pé direito baixo (1,80 m) associado à ausência de uma sobreposição longitudinal das telhas (telha sobre telha), ou seja, a presença de espaços vazios sobre a cobertura fizeram com que o fluxo de ventos se tornasse mais constante, minimizando assim a incidência da radiação solar direta, e conseqüentemente diminuiu a transmissão de calor para o ambiente interno,

justificando deste modo, a redução na média encontrada da temperatura do ar interno nas séries de horários examinados comparado com a temperatura do ar externo no período seco.

A energia radiante absorvida por convecção (pelos ventos) e por radiação sobre os tanques de concreto se transformou em energia térmica ou calor, que por condução foi transmitida para a água, sendo então conduzida pelo contato molecular, e devido à alteração da temperatura da água, a densidade da água foi se modificando, gerando assim um movimento convectivo. Porém, a intensidade do fluxo de calor exercido sobre os tanques de concreto não foi suficiente para ocorrer consideráveis flutuações na temperatura da água em todos os tratamentos e nos dois períodos em estudo (chuvoso e seco), inclusive no tratamento controle, sem pintura, provavelmente devido à estrutura de cobertura existente que minimizou a exposição à radiação solar direta. Por conseguinte, os dados apontam que a baixa incidência de radiação solar direta recebida sobre os tanques fez diminuir a eficiência nas taxas de transferências de calor radiante disponibilizada pela pintura (cores), já que conforme Frota e Schiffer (2001), as cores consideradas escuras tem maior capacidade de absorção da radiação solar, enquanto que as cores estimadas claras tem maior capacidade de reflexão, reduzindo as temperaturas internas e sucessivamente os ganhos de calor solar.

Estes resultados são corroborados por Amorim e Monteiro (2013) quando afirmaram que os materiais de cor escura, apresentam maior capacidade de absorver e reter o calor quando expostos a radiação direta. Os mesmos autores certificaram tal informação em uma pesquisa sobre o comportamento térmico de pastilhas de cerâmicas isoladas de diferentes cores (amarela, verde, preta, azul e branca e vermelha) expostas ao Sol (com incidência de radiação solar direta) e à sombra (sem incidência de radiação solar direta) em um ambiente com e sem nebulosidade por um intervalo de cinquenta minutos, através de um termômetro infravermelho. Logo, em um ambiente sem nebulosidade, as peças expostas à sombra registraram o mesmo valor de temperatura, e com a exposição ao Sol, às temperaturas superficiais se elevaram e se distanciaram umas das outras, alcançando valor máximo com quinze minutos de exposição à radiação solar direta, registrando 39°C na superfície branca e 64°C na superfície preta, com uma amplitude de 25°C. Com alteração na nebulosidade, os autores afirmaram que as superfícies ao Sol resfriaram e mantiveram valores constantes e à sombra houve um resfriamento rápido, indicando que logo alcançariam o mesmo valor. Para os autores, estes resultados sugerem que a exposição a radiação solar estimula a produção de um maior aquecimento das superfícies dos materiais.

Constata-se também que as médias obtidas da temperatura do ar externo em estudo em relação às médias da temperatura do ar interno sofreu uma variação mais relevante na época seca do que na época chuvosa em todos os tratamentos e praticamente em todos os horários, com exceção do primeiro (7 h) e último (17 h) horário observado, fatores que, por sua vez, coincidem com os horários de menor ângulo de incidência dos raios solares. Diante disso, é possível inferir que dentre os dois ciclos (chuvoso e seco) acompanhados, as cores proporcionaram uma maior ineficiência no período seco comparado com o período chuvoso, em relação à absorção ou reflexão solar.

As pinturas refletivas não são, normalmente, contempladas em conjunto com os materiais de baixa emissão de radiação. No entanto, como a maioria dos materiais de construção civil é de natureza não metálica, como por exemplo, concreto e madeira, absorvem grande parte da energia térmica de onda longa incidente e a irradiam novamente para o ambiente (VITORINO et al., 2003).

Porém, o concreto possui uma capacidade de amortecimento térmico muito alta, que é definida pela propriedade do material em diminuir a amplitude das variações térmicas. Percebe-se esse efeito mais nitidamente nos casos de grandes variações térmicas entre o dia e a noite. Nessas circunstâncias, no interior das instalações, a temperatura não atinge nem os máximos e nem os mínimos exteriores. Vale salientar que o concreto tendo essa capacidade alta de amortecimento supera outros materiais, como o poliestireno expandido, material usado principalmente para transportar peixes vivos, conservando o máximo possível à temperatura da água. E em relação ao retardo térmico, que é definido como o tempo que leva uma diferença térmica ocorrida em um dos meios para se manifestar na superfície oposta, o concreto tem um retardo térmico de 36 horas, ou seja, somente após 36 horas da ocorrência da máxima temperatura externa ocorrerão valores da máxima temperatura interna (TINÔCO, 2001).

Sabe-se ainda que a absorvância aumenta à medida que o material tem menor resistência térmica (maior condutividade térmica) e um menor amortecimento térmico (TINÔCO, 2001). Materiais com maior condutividade térmica são mais aptos a direcionar energia para seus interiores, e materiais com grande capacidade calorífica são capazes de armazenar mais energia em suas massas. À medida que mais energia é armazenada, a temperatura do material ou superfície aumenta o seu calor específico (ALVES; VECCHIA, 2012). Contudo, a baixa condutividade térmica do concreto corrobora mais ainda com a ausência de consideráveis flutuações da temperatura da água nas unidades experimentais.

Ressaltando, por tanto, a necessidade de avaliar outros materiais e coberturas em estudos futuros.

5.5 Parâmetros abióticos da água

Observa-se que a temperatura da água aumentou gradativamente ao decorrer do dia e obteve seu pico máximo às 15 horas em todas as épocas e tratamentos avaliados (Figuras 15 e 16).

Figura 15 – Oscilações da temperatura da água (A) e oxigênio dissolvido (B) nas séries de horários acompanhados em todos os tratamentos durante o período chuvoso

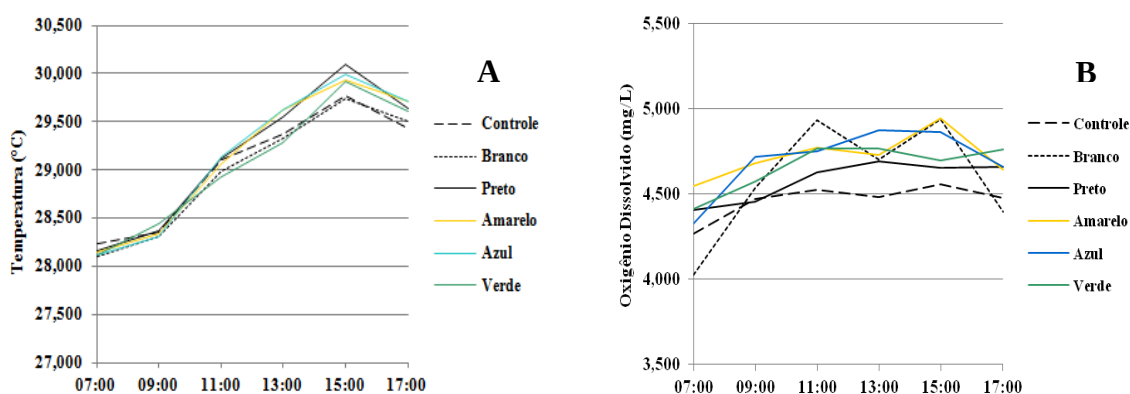
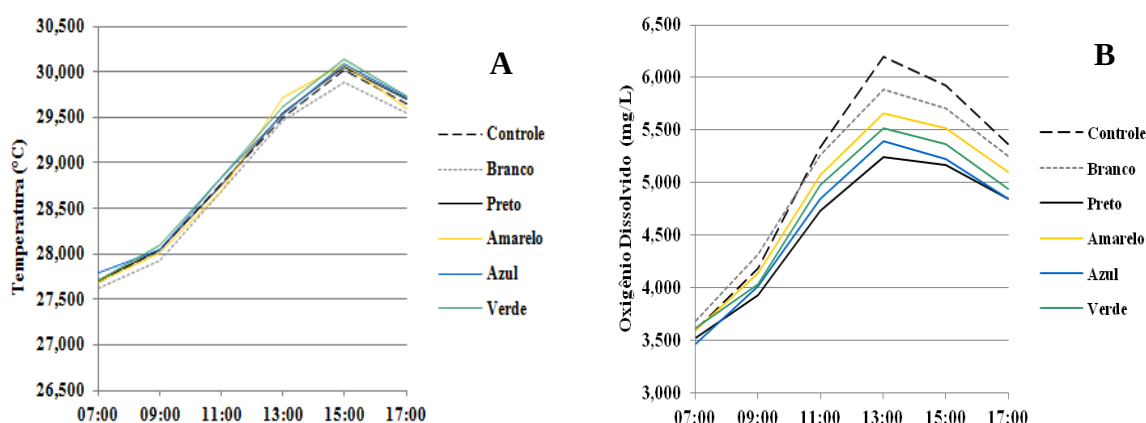


Figura 16 – Oscilações da temperatura da água (A) e oxigênio dissolvido (B) nas séries de horários acompanhados em todos os tratamentos durante o período seco



As flutuações térmicas da água oscilaram pela manhã entre 28,1 e 29,1°C no período chuvoso e 27,6 e 28,8°C no período seco e durante a tarde variou entre 29,3 e 30°C no período chuvoso e 29,5 e 30,1°C na época seca, sendo observadas entre os monitoramentos

flutuações máximas na faixa de 1°C, para mais ou para menos. Temperaturas mais elevadas à tarde, são normalmente encontradas em ambientes aquáticos, refletindo o acúmulo de energia proveniente da radiação solar, favorecendo assim, o desempenho de peixes tropicais como a tilápia, via aceleração do metabolismo e aumento da ingestão de alimentos (LIMA et al., 2008).

Percebe-se que as médias da temperatura da água obtidas pela manhã, em todos os tratamentos no período chuvoso, estiveram um pouco acima das médias encontradas nos respectivos tratamentos no período seco, embora as médias da temperatura do ar tenham apresentado valores bem aproximados entre os dois períodos, demonstrando que provavelmente ocorreu um menor resfriamento evaporativo e/ou perda de calor por convecção na superfície da água na época chuvosa.

Já com relação aos níveis de oxigênio dissolvido na água, percebe-se que as menores concentrações foram obtidas no início da manhã (7 h), oscilando discretamente entre 3,5 a 4,5 mg L⁻¹ em todos os tratamentos e nos dois períodos do ano, coincidindo com o início da incidência dos raios solares. Contudo, a maior parte do experimento mostrou variações entre 4,5 a 5,5 mg L⁻¹, com maior amplitude de oscilações diárias no período chuvoso, provavelmente, devido a influência da baixa penetração de luminosidade na coluna d'água (DURIGAN et al., 1992), pois em dias nublados, a pouca atividade fotossintética pode diminuir a concentração de oxigênio dissolvido (ROTTA; QUEIROZ, 2003). Isto é, quanto mais luz solar o tanque recebe, maior será a produção de oxigênio dissolvido na água (HILBRANDS; YZERMAM, 2004), sendo assim, justificam-se as menores oscilações nos níveis de oxigênio dissolvido encontrados no período seco.

Nota-se também que no período chuvoso, logo pela manhã (7 h), os valores de oxigênio dissolvido na água foram superiores aos encontrados no período seco, sugerindo que a mortalidade constantemente observada nesta época do ano, diminuiu gradativamente a densidade de estocagem dos peixes, levando possivelmente a um maior teor de oxigênio dissolvido disponível neste horário. Trabalhos semelhantes como os de Miyasaka e Castagnoli (1995), Pádua (1998) e Oliveira et al. (2007a), também correlacionaram a densidade de estocagem ao aumento ou diminuição de oxigênio dissolvido na água.

A temperatura da água e oxigênio dissolvido, em estudo, mantiveram-se dentro da faixa de conforto para o bom desempenho das tilápias nos horários avaliados, em conformidade com os estudos de Kubitza (2000a), Macêdo (2004) e El-Sayed (2006) quando afirmam que a variação térmica deve estar entre 27 e 32 °C, e de Boyd (1997), Kubitza (2003)

e Sá (2012) que recomendam manter os níveis de oxigênio dissolvido, preferencialmente, acima de 4 mg L⁻¹. Kubitz (2000) relata que abaixo de 27°C as tilápias reduzem o apetite e o crescimento, pois conforme Sulis-Costa et al. (2013), quando a temperatura da água está fora da faixa considerada ideal para a espécie ocorre um desvio energético na busca por oxigenação e a consequência é a redução do crescimento. Castagnolli (1992) descreve melhor desempenho para a tilápia do Nilo com a temperatura da água entre 26 e 28°C, Pinheiro et al. (1997) ressaltam que a faixa ótima está entre 26 a 30°C, e Popma e Lovshin (1996) afirmam que a temperatura ideal para o crescimento de tilápias está em torno de 29 a 31°C. Edsall et al. (1993), afirmaram que apesar da variação de $\pm 2^\circ\text{C}$ em relação à temperatura ótima, a taxa metabólica para maximizar o crescimento dos organismos aquáticos é mantida nos níveis ideais, para cada espécie.

Os valores médios do potencial hidrogeniônico (pH) observados em todos os tratamentos foram similares, refletindo estabilidade do meio, alcançando média próxima a 7,0 tendendo à alcalinidade (Tabela 10), em conformidade com a faixa adequada para tilápias (SIPAÚBA-TAVARES, 1995; KUBITZA, 2000a) durante o dois períodos em estudo. Como observado por Mercante et al. (2005), os valores de pH no período seco tendem a ser levemente superiores aos chuvosos, devido à diluição da concentração de cálcio pelas chuvas e o eventual aumento de matéria orgânica na água, que influencia nos compostos ácidos. As médias acompanhadas em estudo variaram de $7,151 \pm 0,566$ a $7,328 \pm 0,406$ e de $6,992 \pm 0,612$ a $7,089 \pm 0,553$, nos períodos seco e chuvoso, respectivamente.

Tabela 10 – Valores médios $\pm$ desvios-padrões dos parâmetros da água aos níveis de nitrito, amônia total e potencial hidrogeniônico (pH)

	Tratamentos	Nitrito (mg L ⁻¹)	Amônia total (mg L ⁻¹)	pH
Seco	Controle	$0,856 \pm 0,244$	$0,753 \pm 0,421$	$7,238 \pm 0,496$
	Preto	$0,817 \pm 0,205$	$0,567 \pm 0,140$	$7,285 \pm 0,392$
	Branco	$1,107 \pm 0,110$	$0,813 \pm 0,337$	$7,151 \pm 0,566$
	Verde	$0,810 \pm 0,173$	$0,503 \pm 0,012$	$7,275 \pm 0,406$
	Amarelo	$0,771 \pm 0,297$	$0,680 \pm 0,403$	$7,241 \pm 0,444$
	Azul	$0,707 \pm 0,204$	$0,780 \pm 0,403$	$7,328 \pm 0,406$
Chuvoso	Controle	$0,499 \pm 0,005$	$0,380 \pm 0,062$	$7,028 \pm 0,558$
	Preto	$0,525 \pm 0,012$	$0,367 \pm 0,038$	$6,992 \pm 0,612$
	Branco	$0,551 \pm 0,097$	$0,300 \pm 0,095$	$7,073 \pm 0,535$
	Verde	$0,563 \pm 0,085$	$0,350 \pm 0,017$	$7,020 \pm 0,564$
	Amarelo	$0,506 \pm 0,013$	$0,353 \pm 0,058$	$7,089 \pm 0,553$
	Azul	$0,481 \pm 0,044$	$0,340 \pm 0,026$	$7,055 \pm 0,562$

A amônia total avaliada em estudo apresentou valores médios de $0,567 \pm 0,140$ a $0,780 \pm 0,403 \text{ mg L}^{-1}$ no período seco e de $0,300 \pm 0,095$ a $0,380 \pm 0,062 \text{ mg L}^{-1}$ no período chuvoso, atingindo maior variação na amplitude de valores no período seco. Sabe-se que a amônia é uma forma relativamente instável do nitrogênio. Em condições de aerobiose é convertida a nitrito (NO_2^-) e posteriormente a nitrato (NO_3^-). A presença do íon amônio (NH_4^+) dissolvidos depende principalmente do pH e da temperatura da água. Valores de pH acima de 9,0 e temperatura da água acima de 26°C favorecem a conversão de NH_4^+ (íon amônio) a NH_3 (amônia não ionizada) e aumentam a concentração deste último para níveis que podem ser tóxicos ou letais para os peixes e demais organismos aquáticos (SANDRE et al., 2009). A taxa de amônia ionizada em estudo variou de 0,0039 a 0,0054 mg L^{-1} e de 0,0021 a 0,0026 mg L^{-1} , respectivamente, no período seco e chuvoso, conforme o percentual de amônia ionizada na amônia total em função da temperatura da água e pH apresentados por Sá (2012). Os resultados encontrados estão abaixo do limite do recomendado por Esteves (2011), Kubitza (1999), Brasil (2005), Pereira e Mercante (2005), Sá (2012), Widanarni et al. (2012) e Pinheiro et al. (2013).

Sá (2012) afirma que em geral, a concentração de amônia não ionizada maior que $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ já apresenta risco de letalidade aos animais cultivados, sendo observadas alterações patológicas em diferentes órgãos de peixes, especialmente nos rins, baço e tireoide, e danificação do epitélio branquial e retardo no crescimento. Já a legislação brasileira através do Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA, resolução nº 420, estabelece o valor de $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ de NH_3 não ionizada em águas de rios classe 1 e 2, e de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ de nitrogênio amoniacal para rios de classe 3. Concentrações de $0,25 \text{ mg L}^{-1}$ ou superiores a essa, afetam o crescimento de peixes, embora a concentração letal (que mata 50% dos indivíduos) seja consideravelmente superior ($0,5 \text{ mg L}^{-1}$).

Em condições naturais a concentração de amônia atinge muito raramente, níveis letais. Para atingir estes níveis devem ocorrer simultaneamente elevados valores de pH ($>9,0$), temperatura ($>26^\circ\text{C}$) e baixos valores de potencial de oxi-redução (ESTEVES, 2011). Valores de amônia não ionizada acima de $0,20 \text{ mg L}^{-1}$ já são suficientes para induzir toxicidade crônica e levar à diminuição do crescimento e da susceptibilidade a doenças (KUBITZA, 1999). Níveis de amônia entre $0,70$ e $2,40 \text{ mg L}^{-1}$ podem ser letais para os peixes, quando expostos por curto período. Exposição contínua ou frequente a concentração de amônia tóxica acima de $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ pode causar intensa irritação e inflamação nas brânquias (PEREIRA; MERCANTE, 2005).

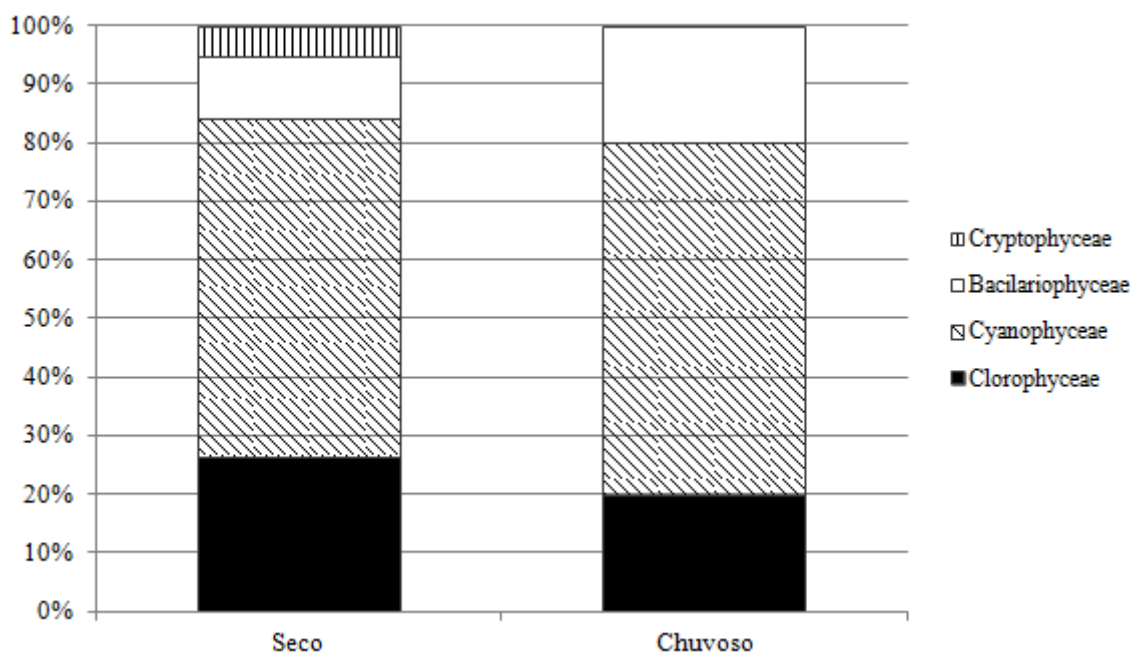
Os valores de nitrito observados variaram de $0,707 \pm 0,204$ a $1,107 \pm 0,110 \text{ mg L}^{-1}$ e de $0,481 \pm 0,044$ a $0,563 \pm 0,085 \text{ mg L}^{-1}$ nos períodos seco e chuvoso, respectivamente. Segundo Tavares-Dias (2009), Kubitza (1999) e Mercante et al. (2006), a quantidade de nitrito não deve ultrapassar a $1,0 \text{ mg L}^{-1}$. O excesso deste elemento pode prejudicar o crescimento dos peixes e influenciar nos parâmetros abióticos da água. De acordo com Marengoni et al. (2013), a toxidez deste composto é devido a seu efeito negativo sobre a osmorregulação e o transporte de oxigênio. Avaliando-se a média dos resultados obtidos, a concentração de nitrato no período seco foi maior do que no período chuvoso, embora o comportamento de seus valores tenha sido bem similar entre os dois períodos avaliados.

Apesar dos valores observados para amônia ionizável e nitrito neste trabalho estarem aproximadamente abaixo ou dentro do limite recomendável, nota-se que no período seco suas concentrações foram mais acentuadas do que no período chuvoso. O cenário crítico da maioria dos açudes do nordeste e os sucessivos anos de estiagem prolongada com altas taxas de evapotranspiração, fatores estes que associados, conduzem em uma redução no volume hídrico dos reservatórios. Conforme o DNOCS (2013), o açude Pereira de Miranda, de onde a água foi obtida nesse estudo, encontrava-se com apenas 12% de sua capacidade na época deste trabalho e, devido às diversas atividades decorrentes desenvolvidas em seu entorno como a aquicultura intensiva, bem como altos níveis de poluição advindas dos esgotos domésticos e dejetos oriundos da agricultura e pecuária, deixou-o mais vulnerável ao processo de eutrofização, refletindo em uma maior predisposição a acumulação de sais e nutrientes, principalmente durante a estação seca. Corroborando com esta afirmação, Oliveira (2009), atesta que o grau de eutrofização do reservatório Pereira de Miranda vem evoluindo ao longo do tempo, com tendência à degradação da qualidade das suas águas e ainda classifica o reservatório em hipereutrófico. Vale salientar que segundo a Funceme (2013), as chuvas decorrentes dos meses de fevereiro, março e abril, foram 50,3% abaixo da média histórica em todo o Estado do Ceará, inclusive no município de Pentecoste, e desde 2012 os níveis de chuvas escassas se agravam. Portanto, o nível hídrico baixo do açude em estudo pode ter favorecido as concentrações de amônia ionizável e nitrato encontrados durante o período seco em todos os tratamentos analisados, ainda que em concentrações leves. E os decréscimos nos valores obtidos destas variáveis podem estar associados ao aumento da pluviosidade, típica do período chuvoso, embora exígua, resultaram em uma maior dissolução destes compostos.

5.6 Parâmetros bióticos da água

O inventário da diversidade do fitoplâncton, nos dois períodos avaliados, revelou a presença de 24 espécies distribuídas em quatro classes taxonômicas (Chlorophyceae, Cyanophyceae, Bacillariophyceae e Cryptophyceae). A classe Cyanophyceae contribuiu com um maior número de espécies, nos dois períodos climáticos (60% e 56%, respectivamente, no período seco e chuvoso), seguida de Clorophyceae (25% e 19%, respectivamente, no período seco e chuvoso), Bacilariophyceae (10% e 25%, respectivamente, no período seco e chuvoso) e Cryptophyceae (5%), sendo os representantes desta última observados apenas no período seco (Figura 17).

Figura 17 – Porcentagem de contribuição das classes fitoplanctônicas para o período seco e chuvoso, encontrada no canal de captação, Pentecoste, Ceará



A análise quantitativa e qualitativa das espécies fitoplanctônicas encontradas no estudo (Tabelas 11 e 12) mostrou que 11 destas foram comuns aos dois períodos (*Ankistrodesmus* sp, *Monoraphidium contortum*, *Aphanizomenon* sp, *Sphaerocavum* sp, *Geitlerinema amphibium*, *Aphanocapsa* sp, *Pseudanabaena catenata*, *Pseudanabaena* sp, *Microcystis aeruginosa*, *Cylindropermopsis raciborskii*, *Aulacoseira* sp), 5 foram exclusivas do período chuvoso (*Actinastrum* sp, *Plankthotrix agardhii*, *Synedra* sp, *Cyclotella* sp, *Pennales*) e 8 só foram encontradas no período seco (*Dictyosphaerium* sp, *Crucigenia* sp,

Scenedesmus falcatus, *Synechocystis* sp, *Plankthotrix* sp, *Planktolyngbya* sp, *Synedra* cf. *pulchella* e *Cryptomonas* sp). Nos dois períodos, praticamente todas as cianobactérias encontradas apresentaram abundância superior ao limite tolerável para atividade pesqueira, com exceção da *Aphanizomenon* sp, *Plankthotrix agardhii* e *Geitlerinema amphibium* no período chuvoso e *Aphanizomenon* sp, *Synechocystis* sp, *Plankthotrix* sp, *Planktolyngbya* sp, *Geitlerinema amphibium* e *Aphanocapsa* sp no período seco, pois conforme a resolução do CONAMA 357/2005 o número da densidade máxima de cianobactérias aquáticas, ao abastecimento e consumo humano, bem como a aquicultura e atividade de pesca é de 20.000 cel/ml ou 2 mm³/L.

Tabela 11 – Análise Qualitativa e Quantitativa da Comunidade Fitoplanctônica identificada no período chuvoso no canal de captação do Açude Pereira de Miranda, Pentecoste, Ceará

FITOPLÂNTON		
Ponto de Coleta: CAPTAÇÃO		
Classes	Organismo/ML	Células/mL
CHLOROPHYCEAE		
<i>Ankistrodesmus</i> sp	248	248
<i>Actinastrum</i> sp	83	496
<i>Monoraphidium contortum</i>	248	248
CYANOPHYCEAE		
<i>Aphanizomenon</i> sp	496	16.872
<i>Sphaerocavum</i> sp	248	44.661
<i>Plankthotrix agardhii</i>	83	3.308
<i>Geitlerinema amphibium</i>	414	11.165
<i>Aphanocapsa</i> sp	992	198.491
<i>Pseudanabaena catenata</i>	3.391	33.909
<i>Pseudanabaena</i> sp	1.820	29.112
<i>Microcystis aeruginosa</i>	8.601	404.261
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	2.150	25.804
BACILLARIOPHYCEAE		
<i>Synedra</i> sp	744	744
<i>Aulacoseira</i> sp	248	248
<i>Cyclotella</i> sp	165	165
<i>Pennales</i>	83	83
NÃO IDENTIFICADOS		
Não identificado	2.895	2.895
TOTAL	22.909	772.710

Tabela 12 – Análise Qualitativa e Quantitativa da Comunidade Fitoplanctônica identificada no período seco no canal de captação do Açude Pereira de Miranda, Pentecoste, Ceará

FITOPLÂNTON		
Ponto de Coleta: CAPTAÇÃO		
Classes	Organismo/mL	Células/mL
CHLOROPHYCEAE		
<i>Ankistrodesmus</i> sp	247	247
<i>Dictyosphaerium</i> sp	123	495
<i>Crucigenia</i> sp	1.980	1.980
<i>Scenedesmus falcatus</i>	123	247

<i>Monoraphidium contortum</i>	123	123
CYANOPHYCEAE		
<i>Aphanizomenon sp</i>	618	14.853
<i>Sphaerocavum sp</i>	495	69.314
<i>Synechocystis sp</i>	742	1.485
<i>Plankthotrix sp</i>	123	4.951
<i>Planktolyngbya sp</i>	742	11.882
<i>Geitlerinema amphibium</i>	123	3.713
<i>Aphanocapsa sp</i>	123	7.426
<i>Pseudanabaena catenata</i>	9.283	120.681
<i>Pseudanabaena sp</i>	9.902	108.922
<i>Microcystis aeruginosa</i>	3.465	363.900
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	2.846	34.162
Não identificado	22.527	22.527
BACILLARIOPHYCEAE		
<i>Synedra cf. pulchella</i>	1.609	1.609
<i>Aulacoseira sp</i>	371	1.485
CRYPTOPHYCEAE		
<i>Cryptomonas sp</i>	371	371
NÃO IDENTIFICADOS		
Não identificado	5.569	5.569
TOTAL	61.505	775.942

A comunidade fitoplanctônica no período seco apresentou-se superior tanto em número total de organismos quanto em número de células em relação ao período chuvoso. Para a classe Cyanophyceae, embora dominante nas duas estações climáticas analisadas, observou-se pouca variação no número de táxons entre os períodos, sendo a riqueza ligeiramente superior no período seco, com 11 espécies. O aumento da biomassa de cianobactérias muitas vezes está relacionado com algumas características físico-químicas do ambiente como temperaturas da água entre 25 e 35°C, bem como a estratificação da coluna d'água, limitada entrada de luz em profundidade, altos teores de nutrientes e baixas concentrações de CO₂ (DOKULIL; TEUBNER, 2000; KUBITZA, 2004). Em contrapartida, a classe Bacillariophyceae demonstrou um respectivo declínio no período seco, divergindo da classe Chlorophyceae que aumentou no mesmo período. Os valores de densidade total do fitoplâncton foram, em geral, mais baixos no período chuvoso. Conforme a variabilidade anual do nível hidrológico do curso de água, a composição e a abundância do fitoplâncton em lagos marginais podem apresentar modificações substanciais (HENRY et al., 2006b).

As florações de cianobactérias são o resultado do crescimento exagerado destes organismos em quantidades superiores a 103 células por mL, causando impacto negativo na qualidade da água, além de tornar os ambientes impróprios também para a pesca e recreação (BARBOSA et al., 2013). Desta forma, nota-se que a espécie *Microcystis aeruginosa* juntamente com outras espécies como a *Sphaerocavum sp*, *Aphanocapsa sp*, *Pseudanabaena catenata*, *Pseudanabaena sp* e *Cylindrospermopsis raciborskii* demonstram uma quantidade

de células por mL alarmantes nos dois períodos climáticos observados, sendo a *Microcystis aeruginosa* e *Aphanocapsa sp* as mais abundantes e potencialmente tóxicas.

No Brasil, os gêneros *Microcystis*, *Anabaena*, *Cylindrospermopsis*, *Plankthotrix* e *Aphanocapsa* são potencialmente nocivos (CALLISTO; MORENO, 2006), pois são considerados potenciais produtores de toxinas que podem ser prejudiciais tanto aos organismos aquáticos quanto aos seres humanos (BICUDO et al., 1999; BOUVY et al., 2000; MAGALHÃES et al., 2001; AZEVEDO et al., 2002; MENDES, et al., 2003; BARBOSA et al., 2013), pois as cianobactérias, classe mais evidenciada nos dois períodos climáticos observados, podem se acumular em músculos de peixes, o que constitui uma via importante de contaminação para populações consumidoras de pescado (TENCALLA et al., 1994; AMORIM; VASCONCELOS, 1999; MAGALHÃES et al., 2001; MAGALHÃES et al., 2003), bem como provocar intoxicações pela ingestão e contato com corpos d'água contaminada (PANOSSO et al., 2007; CESTEB, 2013).

Microcystis, *Aphanocapsa* e *Cylindrospermopsis* são as cianobactérias mais comuns em ambientes eutrofizados, cujas florações são tóxicas em mais de 60% dos casos (BARBOSA et al., 2013), portanto as florações de cianobactérias nos dois períodos analisados podem ser atribuídas ao aporte exógeno de nutrientes e devido ao aumento da eutrofização no Açude Pereira de Miranda, Pentecoste (CE). Observações semelhantes foram feitas por Borges et al. (2008), no reservatório de Capivari (PR), conferindo a alta concentração de nutrientes e estabilidade do reservatório como o fator para a ascendência de cianobactérias, principalmente de *Microcystis*. Panosso et al. (2007) também relatam que o aumento da frequência, intensidade e dispersão das florações de cianobactérias em reservatórios tem sido atribuído principalmente à expansão do problema da eutrofização artificial que associada a fatores ambientais, como luz e temperatura, podem influenciar neste aumento.

Costa et al. (2011) ao analisar a utilização da *Chlorella sp.* como suplemento alimentar durante a larvicultura de tilápia do Nilo, em Fortaleza (CE), observou que dentre as microalgas presentes na água dos tanques, tanto no início quanto ao fim do experimento, revelou em ambas as coletas, que as cianobactérias do gênero *Microcystis* também apresentaram uma dominância, em torno de 95% enquanto que os 5% restantes corresponderam a clorofíceas.

As clorofíceas por possuírem células pequenas e de rápido crescimento conseguem explorar ambientes saturados de luz e nutrientes (REYNOLDS, 2006), podendo

assim explicar sua segunda posição em dominância nas duas estações climáticas analisadas, principalmente no período seco.

No período chuvoso houve a ascensão da classe Bacilariophyceae (diatomáceas) refletindo a contribuição das chuvas na turbulência da água e diminuição da atenuação da luz como determinante no processo da seleção das espécies (REYNOLDS et al., 1994). Explicação similar sobre a turbulência das águas e seu consequente processo de revolvimento e ressuspensão dos sedimentos como influência no incremento das diatomáceas foi também descrito por Lachi e Sipaúba-Tavares (2008), ao analisar a qualidade da água e composição fitoplânctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. Fernandes et al. (2005) corroboram também com esta informação ao relatar o trabalho de Lewis (1978) no Lago Lanao (Filipinas), afirmando que as diatomáceas predominam nos períodos de baixa luminosidade, e com elevadas concentrações de nutrientes, ambas são causadas, conforme os autores, pela turbulência gerada pela desestratificação térmica da água em diferentes períodos do ano.

De acordo com Harper et al. (2006), um distúrbio qualquer possibilita a colonização de novas espécies, podendo haver substituição das mesmas conforme o grau de dominância fitoplanctônica existente, tendendo assim a aumentar a riqueza das espécies na comunidade, circunstância esta em conformidade ao observado no presente estudo com o surgimento da classe Cryptophyceae no período seco.

Sabe-se ainda que o *off-flavor* são odores ou sabores indesejáveis adquiridos pelos peixes durante o cultivo através da absorção de substâncias dissolvidas na água (via brânquias) ou ingeridas intencionalmente ou involuntariamente durante a alimentação (absorção do trato digestivo). Diversas substâncias foram identificadas como causadores de *off-flavor* na carne do pescado, sendo a geosmina e o metil-isoborneol as mais frequentemente envolvidas, o que confere ao filé do peixe o gosto de barro. Estas substâncias são produzidas por bactérias da ordem dos actinomicetos (entre estas as dos gêneros *Streptomyces* e *Nocardia*) e por algas cianofíceas do gênero *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Lyngbya* e *Microcystis* (KUBITZA, 2004), vale ressaltar que esta última, *Microcystis*, demonstrou uma acentuada presença nos dois períodos observados, indicando assim prováveis prejuízos na qualidade do pescado produzido.

Em relação à mortalidade em peixes devido as florações de algas, Eler et al. (2001), estudando pesque-pague da cidade de Descalvado (SP), associaram a morte de matrinxãs (*Brycon cephalus*) e pacus (*Piaractus mesopotamicus*) com florações de *Anabaena*

spiroides e *Microcystis aeruginosa*, possivelmente pelo efeito da toxicidade destas cianobactérias e obstrução das brânquias. Tencalla et al. (1994) também observaram que as toxinas entram nos tecidos via trato gastrointestinal e em menores proporções pelas brânquias ou pele. Outro agravante relacionado às florações de algas é o acúmulo de mucilagem aderida às brânquias dos peixes causando morte por asfixia fato observado por Li et al. (2004), após ocorrência de floração de *Microcystis aeruginosa* em tanques de cultivo de tilápia (BARBOSA et al., 2013).

Ratifica-se ainda que o crescimento excessivo de fitoplâncton seja bastante prejudicial aos peixes porque durante o dia o fitoplâncton existente nesses ambientes produzirá uma grande quantidade de oxigênio dissolvido pelo processo de fotossíntese, porém, durante a noite esse processo se inverte, e ocorrerá um intenso consumo de oxigênio dissolvido pela respiração e decomposição, decrescendo as concentrações de oxigênio dissolvido para os peixes (SANDRE et al., 2009).

5.7 Parâmetros avaliados

O peso e comprimento médios iniciais foram, respectivamente, de 0,019 a 0,021 g e de 0,973 a 1,070 cm no período seco, enquanto no período chuvoso foi de 0,017 a 0,023 g e 0,800 a 0,937 cm. Após 28 dias de masculinização, os organismos avaliados apresentaram valores finais em peso e comprimento, respectivamente, de 0,493 a 0,710 g e 3,047 a 3,633 cm no período seco, enquanto no período chuvoso foi de 0,947 a 1,573 g e 3,273 a 4,533 cm.

A taxa de crescimento dos peixes está relacionada a diversos fatores, englobando o ambiente de cultivo, a disponibilidade de alimento e as características da espécie. Deste modo, os índices de crescimento das pós-larvas de tilápias ao final do período de masculinização podem variar muito (TOYAMA et al., 2000). Kubitza (1999) relata que para um bom desempenho após 28 dias de masculinização, devem-se obter valores de alevinos com peso e comprimento, respectivamente, entre 0,8 e 1 g e 4 e 5 cm. Popma e Green (1990) e Popma e Lovshin (1996) afirmam que ao final do período de masculinização o peso médio dos peixes poderá ser de 1 a 5 g, e a temperatura da água e a qualidade da ração são os fatores que mais influenciam esta variação.

O crescimento em peso e comprimento dos alevinos masculinizados em estudo não diferiu ($p>0,05$) significativamente entre os tratamentos em cada estação climática avaliada (Tabelas 13 e 14). Nota-se que no período seco, os peixes de todos os tratamentos

não apresentaram valores dentro do estimado por Popma e Green (1990) e Kubitz (1999). Diferentemente dos tratamentos do período chuvoso que provavelmente apresentaram os valores indicados em decorrência da menor sobrevivência obtida.

Tabela 13 – Médias e desvios-padrões das variáveis biométricas e percentuais de sobrevivência dos alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, para os diferentes tratamentos no período seco

	Tratamentos	Comprimento inicial (cm)	Comprimento final (cm)	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Sobrevivência (%)
Seco	Controle	0,983 ± 0,112	3,310 ± 0,506	0,019 ± 0,003	0,587 ± 0,081	84,9
	Preto	1,070 ± 0,099	3,047 ± 0,496	0,021 ± 0,004	0,620 ± 0,115	90,6
	Branco	0,973 ± 0,153	3,270 ± 0,547	0,019 ± 0,001	0,493 ± 0,115	80,4
	Verde	1,010 ± 0,109	3,447 ± 0,720	0,020 ± 0,003	0,697 ± 0,276	79,8
	Amarelo	1,047 ± 0,107	3,377 ± 0,607	0,020 ± 0,003	0,530 ± 0,089	75,3
	Azul	1,067 ± 0,165	3,633 ± 0,444	0,019 ± 0,001	0,710 ± 0,085	75,2

Tabela 14 – Médias e desvios-padrões das variáveis biométricas e percentuais de sobrevivência dos alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, para os diferentes tratamentos no período chuvoso

	Tratamentos	Comprimento inicial (cm)	Comprimento final (cm)	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Sobrevivência (%)
Chuvoso	Controle	0,897 ± 0,076	4,533 ± 1,151	0,020 ± 0,003	1,517 ± 0,365	47,1
	Preto	0,933 ± 0,071	3,273 ± 0,680	0,017 ± 0,003	1,023 ± 0,214	55,4
	Branco	0,937 ± 0,067	3,457 ± 0,854	0,018 ± 0,002	0,947 ± 0,057	59,8
	Verde	0,927 ± 0,098	3,660 ± 1,012	0,018 ± 0,002	1,120 ± 0,633	52,1
	Amarelo	0,800 ± 0,091	3,647 ± 1,064	0,023 ± 0,006	1,000 ± 0,108	67,9
	Azul	0,923 ± 0,068	3,887 ± 0,971	0,020 ± 0,003	1,573 ± 0,631	43,1

De acordo com Kubitz (2000b), a mortalidade em peixes pode ser aguda quando muitos peixes morrem de uma só vez, crônica quando poucos peixes morrem nos primeiros dias e a mortalidade aumenta a cada dia e subcrônica quando todos os dias um pequeno número de peixes morrem. Em caso de mortes crônicas, o autor afirma que dentre as causas está à qualidade da ração. No entanto, as mortalidades neste estudo foram subcrônicas, com maior intensidade na fase inicial, nos dois períodos em estudo (chuvoso e seco), logo após a estocagem das pós-larvas nos tanques experimentais, devido aos manejos e manipulações. Não foi realizada a contagem das mortes identificadas diariamente presente nas unidades experimentais, desse modo, não foi possível identificar se houve ou não canibalismo entre os organismos observados. Entretanto, Borges (2004) em aquários translúcidos, também identificou uma maior mortalidade (51%) na primeira semana de cultivo de tilápias, em 27°C de temperatura da água ao comparar com uma menor mortalidade (12,50%) no mesmo período a 35°C. O autor associou ao acontecimento a falhas no início do funcionamento dos

filtros biológicos, gerando um acúmulo de produtos nitrogenados tóxicos, indicando que pós-larvas de tilápias do Nilo, mesmo cultivadas em ambientes térmicos confortáveis, como no presente estudo, são mais sensíveis e exigentes na qualidade da água no início do processo de masculinização.

Dias-Koberstein et al. (2006), ao utilizar diferentes temperaturas da água (28, 32 e 36°C) durante a masculinização sexual da tilápia do Nilo em aquários translúcidos, observaram que a temperatura de 32°C da água proporcionou melhor resultado, com 89,3% de sobrevivência. No entanto, experimentos realizados com alevinos no período de verão em viveiros de terra, embora com temperaturas médias da água de 24,3°C, também verificaram taxas de sobrevivência superior a 80%, o que demonstra que a temperatura é um fator limitante para sobrevivência de alevinos de tilápias (HEIN, 2006), apesar dos distintos ambientes de cultivo. Os alevinos em estudo mantidos entre 27 e 30 °C (dentro da faixa de conforto térmico da espécie) demonstraram uma ligeira maior resistência no período seco do que no período chuvoso, embora os valores médios dos parâmetros abióticos da água tenham sido semelhantes entre os dois períodos experimentais.

Durante o período seco, aos 28 dias de masculinização, a sobrevivência dos alevinos de tilápia em estudo (*Oreochromis niloticus*) foi inferior nos peixes mantidos em tanques de cor azul (75,2%), amarela (75,3%) e verde (79,8%). Nos demais tratamentos (branco, controle e preto) a sobrevivência obtida variou entre 80,4% e 90,6%, valores superiores ao recomendado por Kubitza (1999), ou seja, maiores que 80 %. No período chuvoso, a taxa de sobrevivência foi inferior ao período seco em todos os tratamentos observados, e apresentou em todos os tratamentos valores abaixo do recomendado por Kubitza (1999). Porém, como no período seco, a taxa de sobrevivência foi inferior nos organismos mantidos em tanques de cor azul (43,1%) e verde (52,1%), bem como na cor controle (47,1%) e superiores nos organismos cultivados em tanques de cor branca (59,8%) e preta (55,4%), assim como na cor amarela (67,9%) que, diferentemente do período seco, apresentou o maior percentual no período chuvoso. A cor azul pode ter influenciado negativamente o comportamento dessa espécie nos dois períodos observados.

Valores semelhantes de sobrevivência foram relatados por Popma e Green (1990) mencionando trabalhos com taxa de sobrevivência entre 70 a 80%, podendo, no entanto, apresentar valores inferiores a 50 %.

Ao contrário dos resultados obtidos, Andrade et al. (2004) ao analisar o cultivo de tilápias em aquários recobertos por tiras de vinil com diferentes colorações (branca, controle,

azul, marrom, vermelho e verde) e mantidas em 25°C observaram que a cor verde obteve a maior taxa de sobrevivência (92,50%) dos organismos cultivados, seguida da marrom e controle com resultados similares (85,5%). Em contrapartida, os autores obtiveram valores semelhantes ao estudo no período seco, com percentuais médios de sobrevivência em refúgios azuis em 77,50%.

Já em aquários translúcidos, Borges (2004), durante a masculinização de tilápias do Nilo, mantendo-as em duas temperaturas, 27°C e 35°C, obteve ao final de seus ensaios os seguintes valores de sobrevivência, sucessivamente, 42,40 e 66,56%, e percentuais de ocorrência de canibalismo, respectivamente, de 2,50 e 19,38%. Percebeu-se, portanto, que tilápias cultivadas em temperaturas dentro da faixa de conforto térmico resultaram em menores índices de canibalismo entre os organismos. O autor menciona ainda que os resultados finais em peso e comprimento total não diferiram entre si em relação às diferentes temperaturas analisadas, ficando em média 3,8 cm e 1,04 g. Pelo exposto, pode-se perceber que a população da tilápia do Nilo, utilizada no presente estudo, apresentou em todos os tratamentos examinados no período seco valores superiores aos ensaios de Borges (2004) em relação à sobrevivência e médias de comprimento total final, embora tenha apresentado valores inferiores nas médias finais em peso. Já na estação chuvosa, em comparação com os resultados do referido autor, todos os tratamentos, exceto a cor azul, apresentaram-se superiores em sobrevivência, bem como similaridades nas médias encontradas em peso e comprimento final.

Luchiari e Freire (2009), ao analisar diferentes cores em aquários sobre o comportamento individual e em grupo de adultos de tilápias, mantidos em temperatura da água em média de 24°C, relataram que a cor amarela tende a não afetar o desempenho individual dos organismos, além de proporcionar uma maior homogeneidade em seu crescimento. Observação corroborada por Freitas (2011), que ao examinar a preferência ambiental em alevinos de tilápia cultivados em aquários com diferentes colorações (amarela, branca, azul, verde e vermelho), conservados em temperatura da água em média de 22,7°C, o autor observou que o ambiente com coloração amarela foi a mais visitada, indicando ser a cor de preferência dos alevinos seguida da cor branca. Apesar de ter encontrado nesse estudo a menor taxa de sobrevivência no período seco nos alevinos mantidos em tanques amarelos, situação inversa ocorreu no período chuvoso, os alevinos mantidos em tal cor apresentaram os maiores percentuais em sobrevivência entre os tratamentos, indicando assim, que neste

período do ano, a preferência ambiental dos alevinos de tilápia pela coloração amarela tornou-se mais evidenciada.

Alguns organismos aquáticos em estágios iniciais de vida, cultivados em refúgios coloridos e mantidos em temperaturas dentro da faixa de conforto térmico para a espécie, apresentaram diferentes respostas comportamentais, como comprovou Papoutsoglou et al. (2000), durante o cultivo de carpa-comum (*Cyprinus carpio*), em que o uso de tanques de cor preta proporcionou maior estresse entre os organismos, pois ocasionou maiores níveis de cortisol plasmático, em comparação aos animais estocados em tanques claros. Já Volpato (2000) ao avaliar as cores em incubadoras em larvas de matrinxã (*Brycon orthotaenia*) observou que a cor azul diminuía significativamente o canibalismo, quando comparado quanto ao uso das cores verde, vermelho e branco nos tanques. Andrade et al. (2006) relataram que o uso de refúgio azul reduziu a sobrevivência dos alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) em relação aos tratamentos sem refúgio e com refúgio vermelho e verde. Segundo Weingartner e Zaniboni Filho (2004), diferentemente dos resultados acima referidos, larvas de pintado amarelo (*Pimelodus maculatus*) cultivadas em aquários de cor preta e branca não diferiram quanto à sobrevivência.

No entanto, no presente estudo, as pós-larvas de tilápias em tanques de coloração azul apresentaram os piores índices de sobrevivência nos dois períodos observados, e ao mantê-las em tanques com coloração branca e preta, no período seco, apresentaram os melhores resultados para a mesma variável. Essas respostas são elucidadas por Merigue et al. (2004) que afirmam que juvenis de *Oreochromis niloticus* cultivados em 27°C (próximo aos valores encontrados em estudo), na cor preta ameniza as interações agonísticas e o estresse, ao passo que a cor azul, conforme os autores, deve ser evitada, por estimularem essas respostas. Constatação também corroborada por Fanta (1995) quando afirmou que a coloração ambiental azul deixa as tilápias mais agressivas, mesmo cultivadas dentro da faixa de conforto térmico. No entanto, a cor verde não foi favorável nas duas épocas observadas, discordando de Fanta (1995) que a indica para uso em meios artificiais como tanques ou aquários experimentais por corresponder àquela do ambiente natural de regiões onde a espécie ocorre. Portanto, em conformidade com Andrade et al. (2004), deduz-se, assim, que o bem-estar provocado por tais cores impulsionou à diminuição dos confrontos característicos da espécie estudada.

Toyama et al. (2000), ao avaliar o efeito da suplementação de vitamina C, para 0,50, 100, 200, 400, 600, 800 e 1.000 mg por kg da dieta durante a masculinização sexual da tilápia do Nilo em “hapas” instalados dentro de caixas circulares de fibra de vidro de 1.000 L

e mantidas em temperatura da água em média de 25 °C, obteve em todos os seus tratamentos valores médios finais em peso e comprimento, respectivamente, entre 0,26 a 0,42 g e 2,35 a 2,96 cm, resultados estes menores do que foi encontrado em estudo para as duas variáveis e estações do ano.

Conforme Solimam et al. (1994), tilápias alimentadas com dietas sem ácido ascórbico exibem baixa taxa de crescimento, portanto, os resultados obtidos em estudo, provavelmente, devem-se a riqueza de alimentos naturais disponibilizados pela água provinda do canal de abastecimento do Centro de Pesquisas em Aquicultura (CPAq), pois temperaturas elevadas o ano todo e intensa radiação solar favorece a produção de plâncton, alimento natural de grande qualidade e baixo custo (KUBITZA, 1999). No entanto, dentre os fatores que podem comprometer a eficácia da masculinização sexual, citam-se o baixo consumo de alimentos devido à dispersão por correntes de ar/água, baixa flutuabilidade da ração em pó, assim como a presença do alimento natural (plâncton) (YASUI et al., 2007). Portanto, a presença em excesso de plâncton durante os períodos experimentais em estudo sugere que pode haver uma maior variação na proporção dos sexos entre os alevinos acompanhados, ou seja, uma maior proporção de fêmeas entre os organismos, desfavorecendo assim, as etapas posteriores de cultivo.

A densidade de estocagem também é um importante fator relacionado com a sobrevivência (TOYAMA et al., 2000). Em altas densidades, há maior chance de estresse e respectivos efeitos sobre o sistema imunológico e maior probabilidade de degradação da qualidade da água. A melhor densidade varia conforme a espécie, tamanho dos exemplares e sistema de cultivo (MARTINELLI et al., 2013). Recomenda-se para masculinização sexual da tilápia do Nilo a densidade de estocagem de três a cinco pós-larvas por litro, em gaiolas com tela de nylon, tanques e sistemas de recirculação de água (POPMA; LOVSHIN, 1996; TACHIBANA et al., 2009). Vera Cruz e Mair (1994) constataram que o aumento da densidade de estocagem reduz a sobrevivência final de pós-larvas de tilápias submetidas à masculinização sexual em “hapas”, e relataram valores de 92,2; 76,1 e 68,9% de sobrevivência para densidades de estocagem de 2.000; 6.000 e 10.000 pós-larvas m⁻³, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos no trabalho de Varadaraj et al. (1994), quando afirmaram que a sobrevivência foi drasticamente diminuída quando a densidade de estocagem foi maior que 500 pós-larvas m⁻² (TOYAMA et al., 2000). À luz dos resultados relatados acima, pode-se inferir que a densidade utilizada neste experimento (2,4 pós-larva por litro) está dentro da normalidade.

Salientando os aspectos ambientais dos dois períodos em estudo, Hein et al. (2004) relatam que, durante o período chuvoso, possíveis alterações repentinas nos parâmetros limnológicos tendem a fazer a sobrevivência cair, sendo a mortalidade até maior que 20%. Além disso, Sá (2012) relata que os ecossistemas aquáticos continentais (lagos, lagoas, rios) apresentam, geralmente, baixa alcalinidade, sendo então sujeitos ao processo de acidificação ocasionado pela ação das chuvas. Conforme o autor, isso acontece porque o pH da água das chuvas é naturalmente ácido por conta da reação do CO₂ da atmosfera com a água, e esta acidificação dos ecossistemas aquáticos continentais leva conseqüentemente à diminuição de biomassa aquática e perda da biodiversidade. Ostrensky e Boeger (1998) também afirmam que às turbulências ocasionadas pelas chuvas sobre a coluna d'água neste período tende a ressuspender a matéria orgânica que está depositada no fundo dos viveiros, lagos ou rios, permitindo que parte do oxigênio dissolvido existente seja gasto na oxidação dessa matéria orgânica, diminuindo assim a quantidade disponível aos peixes, tendendo a promover estresse e hipoxia aos organismos, principalmente à noite, quando o aumento da competição por oxigênio dissolvido é mais acentuado, o que sucessivamente tenderá a ocorrer excessivas mortalidades. Além disso, segundo MacKenzie e Kiorboe (1995), as condições de turbulência da água reduzem a taxa de alimentação pelos peixes abaixo daquelas que ocorrem durante as condições de calmaria.

Haja vista, a baixa sobrevivência dos organismos avaliados no período chuvoso era prevista, porém os valores obtidos em todos os tratamentos avaliados ficaram abaixo do esperado, provavelmente devido ao estresse ambiental anteriormente relatado, bem como à presença de florações fitoplanctônicas, sobretudo de cianobactérias, que possivelmente agravou a situação, especialmente à noite, período não monitorado no presente estudo. Todavia, vale enfatizar que devido às semelhanças obtidas nas florações algais nos dois períodos investigados (seco e chuvoso), estes organismos em excesso podem ter influenciado na sobrevivência encontrada não apenas no período chuvoso, bem como no seco, e conseqüentemente ter prejudicado o desempenho produtivo de todos os organismos mensurados.

Em tanques rasos a estratificação térmica dá-se em apenas duas camadas e tem um caráter diário. Durante o dia a camada superficial pode se separar da camada profunda por gradiente de temperatura/densidade. Porém no período noturno o perfil térmico tende a se homogeneizar, misturando as camadas bruscamente. Os peixes em geral não resistem a mudanças bruscas da temperatura da água, e tendem a buscar sua zona de conforto térmico

dentro destas camadas. Deste modo, mudanças na temperatura da água podem induzir o desequilíbrio fisiológico ("estresse") e mesmo matar os peixes em um tanque (CYRINO et al., 2014). Portanto, sendo confirmada a hipótese de estratificação térmica na estação chuvosa, justifica-se ainda mais a acentuada mortalidade encontrada neste período.

Ainda assim, na estação chuvosa, durante os horários não monitorados podem ter ocorrido choques térmicos na camada superficial da água no momento exato das chuvas, promovendo assim, um estresse repentino e prejudicial ao desenvolvimento dos organismos avaliados, pois segundo Kubitz (1998), neste período, pós-larvas e alevinos podem não tolerar choques térmicos maiores que 1 °C de diferença de temperatura da água.

A luminosidade é um fator também importante para o processo de larvicultura a alevinagem, estando relacionada com a localização, captura e ingestão de presas pelas larvas. Longos períodos de luz costumam melhorar o desenvolvimento das larvas aparentemente devido ao efeito sinérgico que existe entre a disponibilidade de alimento e o comprimento do dia, sendo que o efeito da luz pode levar à liberação de hormônios como a somatotropina e alguns hormônios tireoidianos. Por outro lado a presença de luz contribui para o aumento do canibalismo, uma vez que propicia melhor visualização da presa pelo predador (SCHÜTZ et al., 2008). Ressalta-se que os hormônios tireoidianos estimulam em peixes o apetite, a atividade de enzimas intestinais, a síntese protéica no fígado e músculo, o crescimento de cartilagens e ossos, e melhoram a conversão alimentar (BALDISSEROTTO, 2002).

A intensidade da luz e a cor do ambiente podem afetar a detecção dos alimentos, a taxa de conversão alimentar, bem como no sucesso da alimentação dos organismos cultivados, influenciando, assim, no crescimento, a mortalidade e o comportamento natatório dos peixes (PAPOUTSOGLU et al., 2000; ROTLLANT et al., 2003; HENNE; WATANABE, 2003; PAPOUTSOGLU et al., 2005; JENTOFT et al., 2006; STRAND et al., 2007; IMANPOOR; ABDOLLAHI, 2011; ELNWISHY et al., 2012; SABRI et al., 2012), principalmente em tilápias (*Oreochromis niloticus*), que são consideradas peixes diurnos, por receberem de sua visão um forte estímulo sensorial para discriminação de movimentos, formas, cores, aspecto topográfico e profundidade (FANTA et al., 1995; MERIGUE et al., 2004).

Com base no exposto, e sabendo que os organismos em estudo viveram em contínuo estresse decorrente das florações algais potencialmente tóxicas, os resultados obtidos indicam ainda, maior dificuldade das pós-larvas na detecção visual da ração ou falta de atratividade desse alimento, quando cultivadas em tanques escuros (PEDREIRA et al., 2008)

o que poderia explicar a pior sobrevivência dos animais observados tanto no período chuvoso (céu oscilando em claro e nublado) quanto no período seco (céu claro), em dois (azul e verde) dos três tratamentos considerados escuros (azul, verde e preto). Consequentemente, tanques claros proporcionariam detecção mais eficiente da ração (principalmente nos dias iniciais em estudo, com o início da alimentação exógena), promovendo assim um maior consumo de alimentos e, dessa forma, os organismos ficariam menos susceptíveis às doenças e mortalidades, pois conforme Kubitza (2006), tilápias em processo de masculinização mal nutridas tendem a apresentar menor sobrevivência e um percentual maior de fêmeas entre os alevinos que terminam a reversão com tamanho inferior a três centímetros. Dessa forma, o contraste do alimento com o tanque denota ser um fator importante para a captura do alimento pelos peixes que nadam ativamente em toda coluna d'água como a tilápia do Nilo.

Além disso, alguns aspectos construtivos como o formato circular dos tanques experimentais em estudo podem ter desfavorecido os resultados em sobrevivência, e sucessivamente no ganho em peso e comprimento dos peixes avaliados, pois alevinos de tilápias (características de ambientes lênticos), devido ao hábito de aglomerarem-se na superfície do tanque durante o dia e no fundo à noite, apresentam melhores resultados de sobrevivência, conversão alimentar e produção em tanques retangulares, possuindo maior relação superfície/volume, do que tanques cilindro-cônicos. Contrariamente, larvas de waleyes (*Sander vitreus*) apresentaram melhor rendimento em tanques cilíndricos, quando comparados com os de formato cubóide. Tanques circulares geralmente resultam em maior metabolismo dos peixes, menor deposição de lipídeos na musculatura das nadadeiras, em maior consumo de oxigênio dissolvido e excreção de amônia, além de um menor crescimento e biomassa. Ross et al. (1995), comparando tanques circulares com retangulares de fluxo contínuo e cruzado, observaram que as trutas (*Oncorhynchus mykiss*) em tanques circulares situavam-se em sentido contrário ao da corrente, enquanto nos tanques retangulares com fluxo direto, nadavam também no mesmo sentido do fluxo. Observaram ainda, que o número de toques contra as paredes dos tanques e entre os peixes é menor em tanques circulares, sugerindo que estes contatos podiam causar um problema para o cultivo, devido ao risco de doenças (PEDREIRA, 2001).

A análise de variância para incremento médio em peso e comprimento total revelou inexistência de diferenças significativa ($p > 0,05$) entre os diferentes tratamentos no período chuvoso, assim como no período seco (Figuras 18 e 19). No entanto, houve interação significativa em relação ao incremento médio em peso e comprimento total entre os dois

períodos, pois ao final do cultivo, o tratamento azul e controle do período chuvoso diferiram significativamente ($p < 0,05$) dos demais tratamentos do período seco, por apresentarem maiores valores em incremento médio em peso, e o teste de comparação de médias (Tukey), demonstrou haver similaridade entre as médias obtidas nesses dois tratamentos (controle e azul) (Figura 20).

Figura 18 – Incremento médio em peso dos alevinos masculinizados de tilápia no período seco “A” e chuvoso “B” em todos os tratamentos experimentais

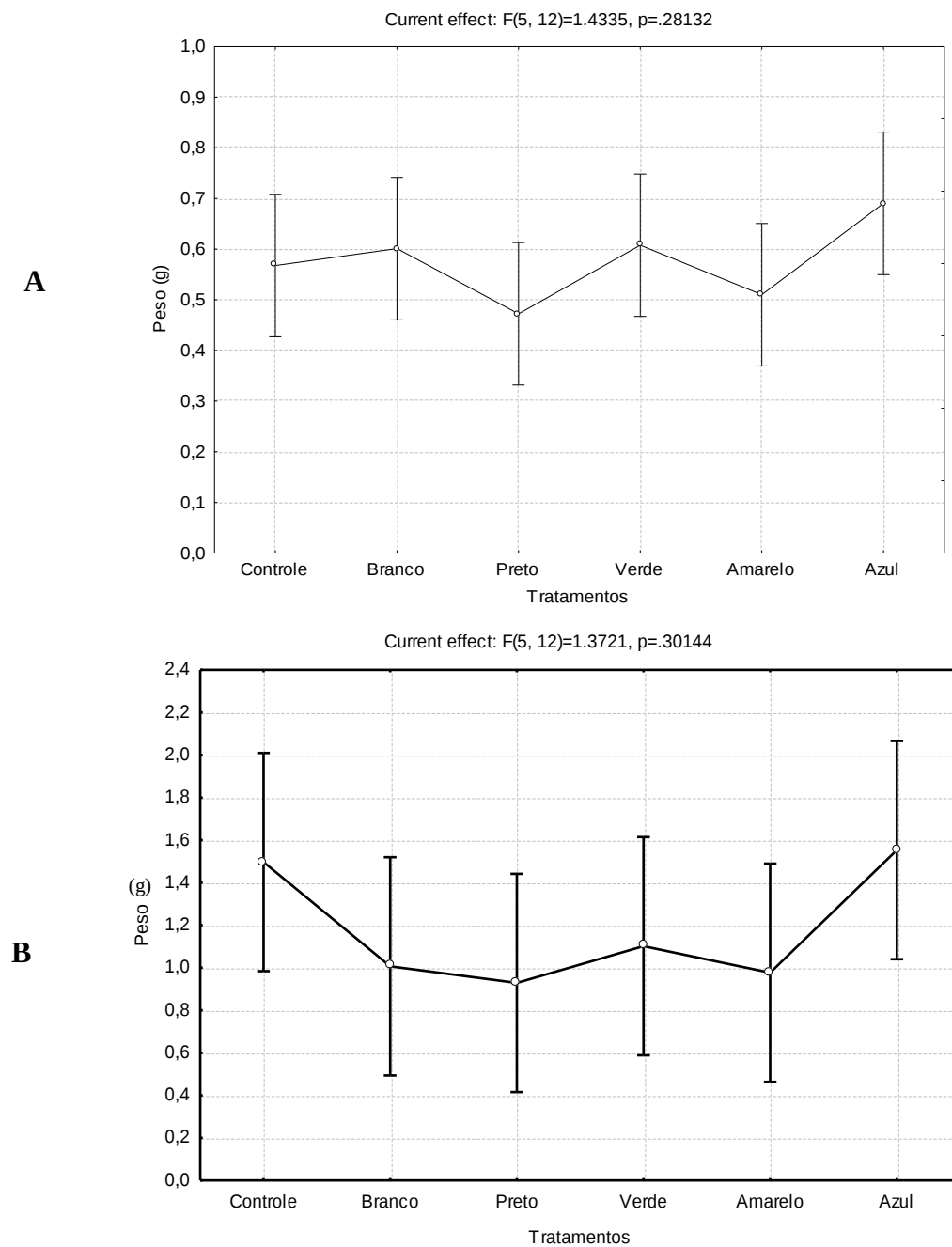


Figura 19 – Incremento médio em comprimento total dos alevinos masculinizados de tilápia no período seco “A” e chuvoso “B” em todos os tratamentos experimentais

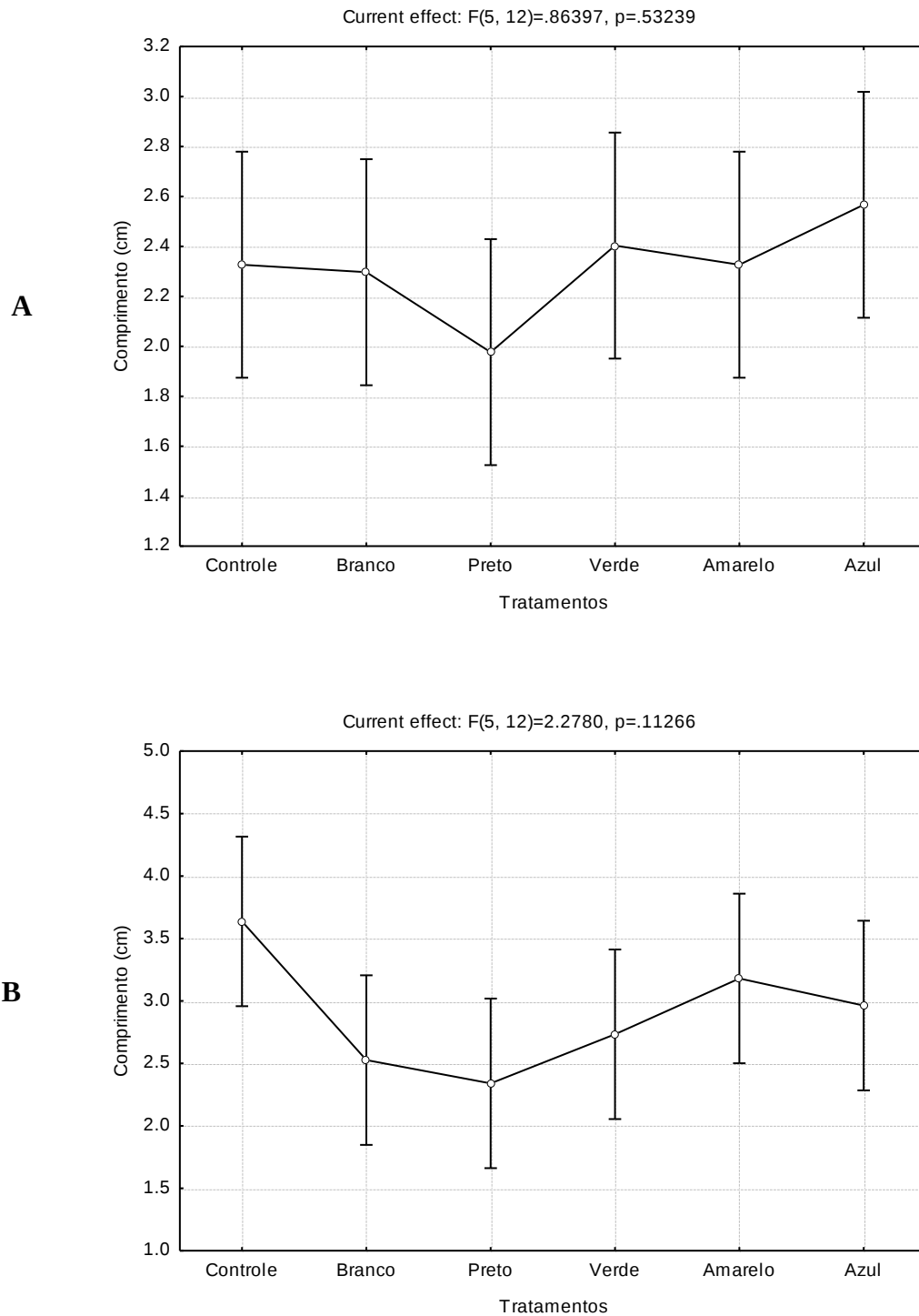
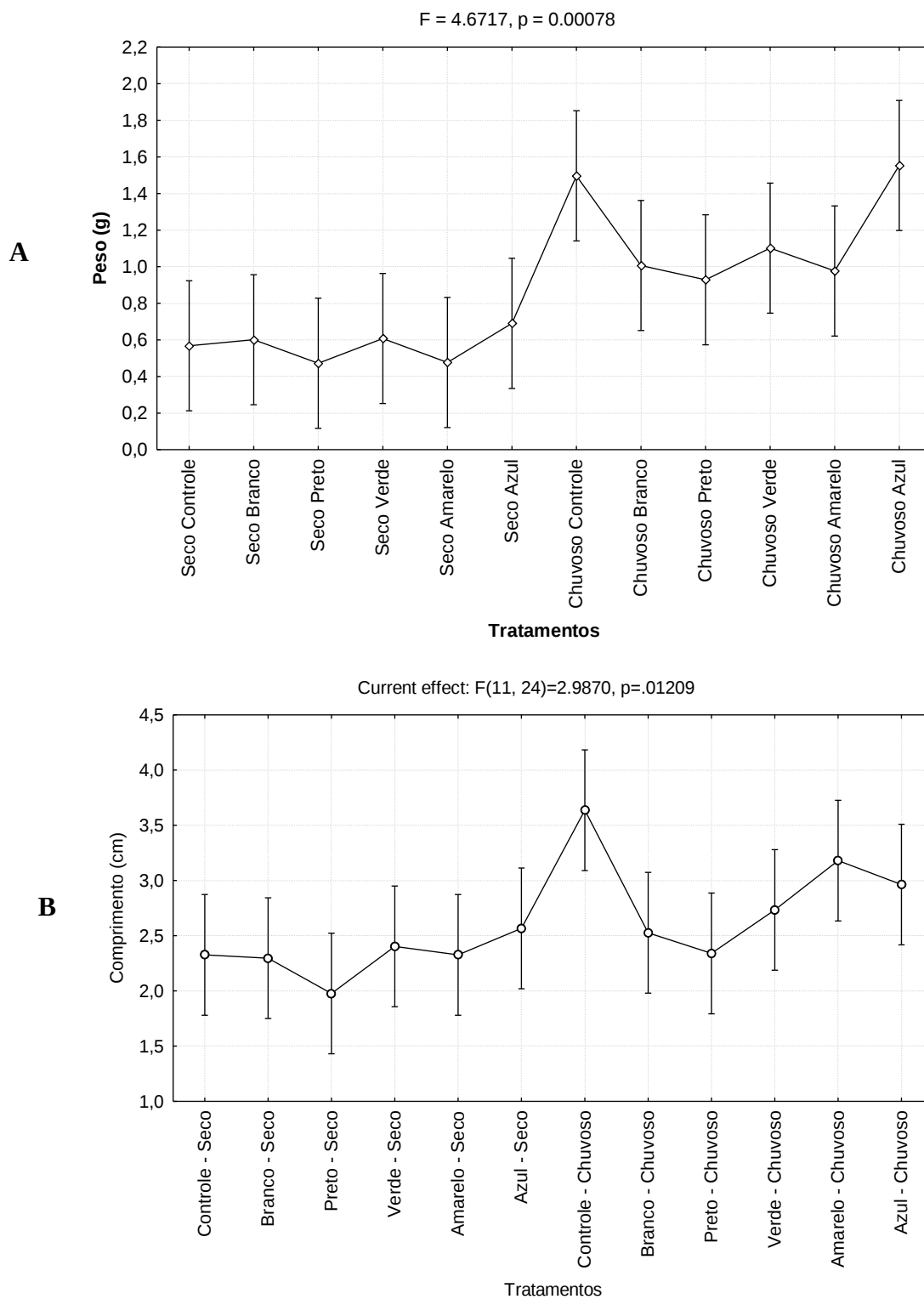


Figura 20 – Incremento médio em peso “A” e comprimento total “B” dos alevinos masculinizados de tilápia entre as duas estações climáticas em estudo (seco e chuvoso)



Já em relação ao incremento médio em comprimento, apenas o tratamento controle do período chuvoso diferiu significativamente ($p < 0,05$) dos outros tratamentos do período seco estiagem. Isto é, os maiores incrementos médios em peso e comprimento total entre as estações estudadas foi observado no tratamento controle.

Vale enfatizar que com o aumento do peso corporal e/ou idade dos peixes os processos metabólicos diminuem e o gasto de energia por unidade de peso corporal decresce (ROTA, 2002). No entanto, ao final de 30 dias experimentais no período chuvoso, verificou-se que a frequência alimentar (seis vezes ao dia), a acentuada mortalidade dos organismos, e a interação entre elas, podem ter influenciado os valores obtidos do peso médio final, comprimento médio final, assim como no incremento médio em peso e comprimento total dos organismos avaliados em todos os tratamentos. Com o aumento diário e contínuo da mortalidade, a densidade foi também diminuindo, ocorrendo um subaproveitamento do espaço de cultivo (PIAIA et al., 2000; MARTINELLI et al., 2013), que provavelmente permitiu aos peixes uma maior acumulação de gordura corporal, em razão da maior oferta de ração e da menor competição por alimento (LAZZARI et al., 2011; MARTINELLI et al., 2013). Portanto, os resultados acentuados obtidos pela cor controle (sem pintura) e azul no período chuvoso em comparação com todos os tratamentos do período seco, no que diz respeito ao incremento médio em peso e comprimento total, podem ser justificados pela elevada mortalidade neste período que provavelmente desencadearam as respectivas respostas quanto às referidas variáveis.

Dentre os tratamentos que proporcionaram maiores incrementos médios em peso e comprimento total em estudo, nota-se que no período chuvoso os alevinos mantidos em tanque sem pintura (controle) apresentaram incremento médio de $1,497 \text{ g} \pm 0,362$ em peso e $3,636 \text{ cm} \pm 1,075$ em comprimento e as tilápias mantidas em tanques azuis resultaram em um incremento médio de $1,553 \text{ g} \pm 0,628$ em peso, confirmando o potencial de crescimento e rusticidade da espécie cultivada em diferentes condições ambientais.

Os resultados obtidos em relação ao incremento médio em peso e comprimento total em todos os tratamentos e períodos avaliados também podem ter sido influenciados pelos fortes indícios de exposição contínua a baixas concentrações de oxigênio dissolvido (condição de hipoxia) durante a noite (período não monitorado), e nestas circunstâncias, os alevinos diminuem o crescimento (KARIM et al., 2002; WU, 2002; MAFFEZZOLLI; NUÑER, 2006), não consomem e não convertem o alimento tão eficientemente (BERGHEIN

et al., 2006; MAFFEZZOLLI; NUÑER, 2006), e são desfavorecidos com prejuízos em seus tecidos branquiais (WU, 2002; SÁ, 2012).

Apesar dos organismos estarem em ambientes dentro da faixa de conforto térmico da espécie, semelhantemente ao presente estudo, Pedreira et al. (2008) não observaram diferenças significativas no desempenho até o quinto dia de vida para larvas de *Brycon orthotaenia*. Assim como Monk et al. (2008), que ao cultivar larvas de bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*), os resultados não mostraram diferenças significativas no crescimento quando o cultivo foi realizado em fundo claro e escuro. Andrade et al. (2004) também não encontraram diferenças significativa quanto ao desempenho dos alevinos de tilápias criadas em refúgios de diferentes cores (COSTA, 2011). Contrário ao presente estudo, para Jentoft e Øxnevad (2006), o cultivo de larvas de perca europeia (*Perca fluviatilis*) em tanques de cor preta conduziu ao maior crescimento em relação à cor cinza (COSTA, 2011). Assim como Jejede (2011) ao avaliar o comportamento e o desempenho de alevinos de tilápia do Nilo criados em tanques de diferentes colorações (verde, preto, azul, rosa e branco), em 27°C, dentro da faixa de temperatura encontrada em estudo, o autor observou que alevinos cultivados em tanques verdes e preto obtiveram os melhores resultados em crescimento, enquanto que na cor branca e rosa obtiveram os piores valores. No entanto, Elnwishy et al. (2012) relatam que o melhor crescimento dos peixes em termos de incremento em peso e comprimento total ocorrem em ambientes de coloração cinza claro, entre as diversas cores analisadas pelos autores, assemelhando-se com a cor controle (sem pintura) em estudo, por caracterizar-se em cinza claro.

Outros trabalhos reforçam os efeitos modulatórios da cor do ambiente sobre as respostas fisiológicas de várias espécies de peixes. Por exemplo, substratos de cor branca ou preta modulam comportamentos de dominância e submissão, por meio das alterações da pigmentação corpórea mediada pelo hormônio estimulador dos melanócitos e afetam o crescimento corpóreo e consumo de alimento, a composição dos ácidos graxos hepáticos e os níveis cerebrais do hormônio liberador da gonadotropina (GnRH) e do hormônio concentrador da melanina (MCH), que interferem na taxa de ingestão alimentar. Estas mesmas cores de substrato podem, também, afetar a liberação de cortisol decorrente do aumento da densidade de estocagem (PEREIRA-DA-SILVA et al., 2012).

6 CONCLUSÃO

Apesar da ausência de diferença significativa no incremento médio em peso e comprimento total dos alevinos mantidos em todos os tratamentos, tanto no período chuvoso quanto no período seco, percebe-se que os alevinos cultivados em tanques com coloração azul, nos dois períodos avaliados, apresentaram os piores resultados em sobrevivência, sendo aconselhado, portanto, evitar o uso desta coloração em tanques de concreto. No entanto, a coloração preta, tendeu a apresentar melhores incrementos médios em peso e maior sobrevivência no período seco. Já a cor amarela, no período chuvoso, demonstrou ser a cor que obteve maior sobrevivência dos alevinos, alcançando ainda o peso recomendado ao final da reversão, apesar de todas as adversidades climáticas e florações fitoplanctônicas potencialmente tóxicas observadas. Portanto, este estudo sugere que cultivar tilápias durante o processo de masculinização nas condições ambientais e naturais em estudo, e dentro da faixa de conforto térmico da espécie, a cor preta tende a amenizar o estresse e, conseqüentemente melhorar o desempenho em incremento em peso e sobrevivência dos organismos cultivados. E no período chuvoso, a cor amarela é a mais recomendada, por promover também uma melhor sobrevivência dos peixes e ainda atingir o comprimento e peso final desejado após a masculinização.

REFERÊNCIAS

- ABDEL, I.; ABELLÁN, E.; LÓPEZ-ALBORS, O.; VALDÉS, P.; NORTES, M. J.; GARCÍA ALCÁZAR, A. Abnormalities in the juvenile stage of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) reared at different temperatures: types, prevalence and effect on growth. **Aquaculture International**, v. 12, n. 6, p. 523-538, 2004.
- AGUIAR, M. L.; COSTA C. B. B. **Termodinâmica aplicada**. São Carlos: UFSCar, 2011. 173 p.
- ALBANEZ, J. R.; MATOS, A. T. **Aquicultura**. In: MACEDO, J. A. B. Águas & águas. 3. ed. Belo Horizonte: CRQ - MG, 2007. p. 1097-1146.
- ALBIERO, D.; MACIEL, A. J. S.; MILAN, M.; MONTEIRO, L. A.; MION, R. L. Avaliação da distribuição de sementes por uma semeadora de anel interno rotativo utilizando média móvel exponencial. **Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 86-95, 2012.
- ALCAZAR, E. R. V. Reversion sexual de *Oreochromis niloticus* mediante el androgeno mesterolona en pequeños estanques de concreto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5, 1988, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, UFSC, 1988.
- ALVES, C. C.; HENNING, E.; KONRATH, A. C.; WALTER, O. M. F. C.; SAMOBYL, R. W. (a) A estatística Média Móvel Exponencialmente Ponderada para o controle preditivo, monitoramento e ajuste de processos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2012/pdf/arq0275.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2014.
- ALVES, E. D. L.; VECCHIA, F. A. S. (b) Influência de diferentes superfícies na temperatura e no fluxo de energia: um ensaio experimental. **Ambiência**, v. 8, n. 1, p. 101-111, 2012.
- AMIYA, N.; AMANO, M.; TAKAHASHI, A.; YAMANOME, T.; KAWAUCHI, H.; YAMAMORI, K. Effects of tank color on melanin-concentrating hormone levels in the brain, pituitary gland, and plasma of the barfin flounder as revealed by a newly developed time-

resolved fluoroimmunoassay. **General and Comparative Endocrinology**, v. 143, p. 251-256, 2005.

AMORIM, A; VASCONCELOS, V. Dynamics of microcystins in the mussel *mytilus galloprovincialis*. **Toxicon**, v. 37, p. 1041-1052, 1999.

AMORIM, R. P. L.; MONTEIRO, J. R. V. A influência das cores no ganho térmico de superfícies cerâmicas. In: ENCONTRO LATINOAMERICANO DE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS. 2013, Curitiba. **Anais...**Curitiba, 2013.

ANDRADE, L. S.; HAYASHI, C.; SOUZA, S. R. Efeito da cor e da presença de refúgio artificial sobre o desenvolvimento e sobrevivência de alevinos de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). **Acta Scientiarum**, v. 26, n. 1, p. 61-66, 2004.

ANDRADE, L. S.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. Refúgios artificiais coloridos e o desempenho e sobrevivência de alevinos de *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britsky, 1988). **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 247-251, 2006.

ANGELOCCI, L. R.; VILLA NOVA, N. A. Variações da temperatura da água de um pequeno lago artificial ao longo de um ano em Piracicaba- SP. **Scientia Agrícola**, v. 2, n. 3, p. 431- 438, 1995.

APHA, American Publication Health Association. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. GREENBERG, A. E.; CLESCERI, L. S.; EATON, A. D. (Eds.). 21º Ed. USA: Washington D. C., 2005.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 16. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 332 p.

AYROZA, D. M. M. R. **Características limnológicas em áreas sob influência de piscicultura em tanques-rede no reservatório da Uhe Chavantes, rio Paranapanema, SE/S, Brasil**. 2012, 130 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

AZEVEDO, S. M. F. O.; CARMICHAEL, W. W.; JOCHIMSEN, E. M.; RINEHART, K. L.; LAU, S.; SHAW, G. R.; EAGLESHAM, G. K. Human intoxication by microcystins during renal dialysis treatment in Caruaru-Brazil. **Toxicology**, v. 181-182, p. 441-446, 2002.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997. 246 p.

BARBOSA, L. P. J. L.; BARBOSA, F. H. F.; FAUSTINO, S. M. M. Algas em tanques de piscicultura: uma análise crítica. **Arquivo Brasileiro de Microbiologia Básica e Aplicada**, v. 1, n. 1, p. 51-74, 2013.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**. São Carlos: RiMa, 2005. 508 p.

BALDISSEROTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada á piscicultura**. Santa Maria: UFSM, 2002. 212 p.

BARBOSA, A. C.; FERREIRA, P. M. F. SOUZA, R. N.; BARBOSA, J. M. Avaliação da taxa metabólica do tambaqui (*Colossoma macropomum*) e da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, n. 4, v. 2, p. 46-55, 2009.

BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, F. M. C.; GARCIA, D. B.; SILVA, M. A. N. E SILVA, I. J. O. **Mudanças e uso das tabelas de entalpia**. Piracicaba. 2007. Disponível em: <<http://www.nupea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

BARCELLOS, L. J. G.; L. C. KREUTZ; R. M. QUEVEDO; J. G. S. ROSA; G. KOAKOSKI; L. CENTENARO; E. POTTKER. Influence of color background and shelter availability on jundiá (*Rhamdia quelen*) stress response. **Aquaculture**, v. 288, p. 51-56, 2009.

BARCELLOS, L. J. G. & FAGUNDES, M. **Policultivo de jundiás, tilápias e carpas: uma alternativa de produção para a piscicultura Rio-Grandense**. 2. ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2012, 318 p.

BEARDMORE, J. A.; MAIR, G. C.; LEWIS, R. I. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems, and prospects. **Aquaculture**, v. 197, n. 1-4, p. 283-301, 2001.

BERGHEIN, A.; GAUSEN, M.; NAESS, A.; HOELLAND, P. M.; KROGEDAL, P.; CRAMPTON, V. A newly developed oxygen injection system for cage farms. **Aquacultural Engineering**, v. 34, n. 1, p. 40-46, 2006.

BEZERRA, K. S. **Efeito do fotoperíodo no crescimento e sobrevivência da tilápia do nilo, *Oreochromis niloticus* linhagem chitralada, durante e após a reversão sexual**. 2007. 55 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

BICUDO, C. E. M. RAMIREZ, R. J. J.; TUCCI, A.; BICUDO, D. C. **Dinâmica de populações fitoplanctônicas em ambiente eutrofizado: o lago das Garças, São Paulo**. In: HENRY, R. (ed.) Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FAPESP, FUNDIBIO, UNESP, 1999, p. 449-508.

BOMBARDELLI, R. A.; HAYASHI, C. Masculinization of larvae of Nile tilapia (*Oreochromis Niloticus* L.) by immersion baths with alpha-methyltestosterone. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 365-372, 2005.

BORGES, A. M. **Efeito da temperatura da água na produção de populações monossexo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem Chitralada**. 2004. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2004.

BORGES, A. M.; MORETII, J. O. C; McMANUS, C.; MARIANTE, A. S. Produção de populações monossexo macho de tilápia-do-Nilo da linhagem chitralada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 2, p. 153-159, 2005.

BORGES, P. A. F.; TRAIN, S., RODRIGUES, L. C. Spatial and temporal variation of phytoplankton in two subtropical Brazilian reservoirs. **Hydrobiologia**, v. 607, n. 1, p. 63-74. 2008.

BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A. A.; COLDEBELLA, A.; BUENO, G. W.; FEIDEN, A. Rações orgânicas suplementadas com farinha de resíduos de peixe para juvenis da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 686-692, 2010.

BOYD, E. C.; EGNA, H. S. **Dynamics of pond aquaculture**. New York: CRC Press, 1997, 437 p.

BOURRELY, P. **Les algues d'eau douce, initiation à la systématique**. Tome I: Les algues vertes. Paris: Éd. Boubée, 1972. 572 p.

BOURRELLY, P. **Les algues d'eau douce, initiation à la systématique**. Tome III: Les algues bleues et rouges. Les euglêniens, peridiniens et cryptomonadines. Paris: Éditions Boubée, 1985. 606 p.

BOURRELLY, P. **Les algues d'eau douce, initiation à la systématique**. Tome II: Les algues jaunes et brunes. Les crysophycées, phéophycées, xanthophycées et diatomées. Paris: Éditions Boubée, 1968. 438 p.

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

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante as práticas de rotina em piscicultura. **Acta Amazônica**, v. 36, n. 4, p. 767-771, 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para

o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009**. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Brasília, 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA – MPA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**: Brasil 2013. 60 p. Disponível em: http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20MPA%202011FINAL.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2013.

BRITEZ, C. A. **Avaliação de pilares de concreto armado colorido de alta resistência, submetidos a elevadas temperaturas**. 2011. 252 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2011.

CALLISTO, M.; MORENO, P. Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental. In: II SIMPÓSIO SUL DE GESTÃO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL (URI). 2006, Erechim, **Anais...**Erechim, 2006.

CÂMARA, F. R. D. E. A. **Relação ecológica entre as comunidades fitoplanctônica e zooplânctônica em reservatório eutrofizado durante período de pluviosidade atípica**. 2011. 134 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

CARBERRY, J.; HANLEY, F. Commercial intensive tilapia culture in Jamaica. In: SIMPOSIO CENTROAMERICANO DE AQUACULTURA - CULTIVO SOSTENIBLE DE CAMARON Y TILAPIA, 4, 1997, Tegucigalpa, **Anais...** Honduras: World Aquaculture Society, 1997.

CARDOSO FILHO, R.; CAMPECHE, D. F. B.; PAULINO, R. P. Tilápia em reservatório de água para irrigação e avaliação da qualidade da água. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 117-122, 2010.

CARRERA, M. V. **Características de desempenho das linhagens tailandesas e red koina nas fases iniciais de crescimento**. 2010. 42 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2010.

CARVALHO, M. C.; AGUJARO, L. F.; PIRES, D. A.; PICOLI, C. **Manual de cianobactérias planctônicas**: legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais/CETESB. São Paulo, CETESB, 2013. 47 p.

CASTRO, A. L.; TIBA, P. R. T; PANDOLFELLI V. C. Fibras de polipropileno e sua influência no comportamento de concretos expostos a altas temperaturas. **Cerâmica**, n. 57, p. 22-31, 2011.

CASTAGNOLLI, N. Estado da arte da aqüicultura brasileira. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M. et al., (Ed.) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. 1. ed. TecArt: São Paulo, SP, 2004. 533 p.

CATAGNOLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 189 p.

CERQUEIRA, M. A. **Influência da cor da incubadora na sobrevivência de pós-larvas de tambaqui *Colossoma macropomum* (Curvier, 1816)**. 2003. 16 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2003.

CETESB. **Normalização Técnica**: saneamento ambiental - determinação de fitoplâncton de água doce - métodos qualitativos e quantitativos, 1978.

CETESB. **Manual de cianobactérias planctônicas**: legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais. São Paulo: CETESB, 2013. 47p.

ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. **Termodinâmica**. 7. ed. Tradução: CHAIN, M. C. São Paulo: Bookman Editora, 2013. 1035 p.

COLWILL, R. M.; RAYMOND, M. P.; FERREIRA, L.; ESCUDERO, H. Visual discrimination learning in zebrafish (*Danio rerio*). **Behavioral Processes**, v. 70, n. 1, p. 19–31, 2005.

COSTA, D. C. **Larvicultura de piabanha-do-pardo *Brycon sp.* sob distintas cores de aquários e fotoperíodos**. 2011. 50 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri - MG, Diamantina, 2011.

COSTA, F. T. M.; REIS, F. R. C.; SANTOS, J. M. S.; MACIEL, S. M.; BISERRA, T. S.; MOREIRA, R. L.; FARIAS, W. R. L. *Chlorella sp.* como suplemento alimentar durante a larvicultura de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 4, p. 1103-1115, 2011.

COSTA, D. C.; PEDREIRA, M. M.; CORASPE-AMARAL, M. V.; DUPIM, A. E.; BARRAL, U.; DUARTE, E. Larvicultura de piabanha-do-pardo em aquários de cores diferentes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 1005-1011, 2013.

COSTA, P. B. **Efeito da inclusão de levedura na ração de tilápias na fase larval sob os parâmetros microbiológicos, bioquímicos, físico-químico e sensorial da qualidade do filé**. 2012. 58 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

CYRINO, J. E. P.; SAMPAIO DE OLIVEIRA, A. M. B. M; COSTA, A. B. **Introdução à piscicultura**, 2014. 69 p.

CLARKE, A.; JOHNSTON, N. M. Scaling of metabolic rate with body mass and temperature in teleost fish. **Journal of Animal Ecology**, v. 68, n. 5, p. 893-905, 1999.

DEBNATH, D.; PAL, A. K.; SAHU, N. P.; BARUAH, K.; YENGKOKPAM, S.; DAS, T.; MANUSH, S. M. Thermal tolerance and metabolic activity of yellowtail catfish *Pangasius*

pangasius (Hamilton) advanced fingerlings with emphasis on their culture potential.

Aquaculture, v. 258, p. 606-610, 2006.

DESPREZ, D.; CÉDRIC, B.; HOAREAU, M.C.; MÉLARD, C.; BOSC, P.; BAROILLER, J. F. Study of sex ratio in progeny of a complex *Oreochromis* hybrid, the Florida red tilapia.

Aquaculture, v. 251, p. 231-237, 2006.

DEBNATH, D.; PAL, A. K.; SAHU, N. P.; BARUAH, S. K.; YENGKOKPAN, S.; DAS, T.; MANUSH, S. M. Thermal tolerance and metabolic activity of yellowtail catfish *Pangasius pangasius* (Hamilton) advanced fingerlings with emphasis on their culture potential.

Aquaculture, v. 258, n. 1-3, p. 606-610, 2006.

DINIZ, N. M.; HONORATO, C. A. Algumas alternativas para diminuir os efeitos do estresse em peixes de cultivo – revisão. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia**, v. 15, n. 2, p. 149-154, 2012.

DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R.; ZANARDI, M. F.; NAKAGHI, L. S. O.; VALENTIN, F. N.; MALHEIROS, E. B. Efeitos da temperatura sobre o desenvolvimento e reversão sexual de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), variedade Chitralada. In: AQUACIÊNCIA, 2006. Bento Gonçalves, **Anais...** Bento Gonçalves, 2006.

DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R.; GABRIEL NETO, A.; STÉFANI, M. V.; ZANARDI, M. F.; TAKAHASHI, E. L. H.; SANTOS, M. A. dos; MALHEIROS, E. B. Masculinização de larvas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio de banhos de imersão em diferentes dosagens hormonais. **Revista Acadêmica**, v. 5, n. 4, p. 391-395, 2007.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contrás as Secas. Disponível em:

<http://www.dnocs.gov.br/php/canaais/recursos_hidricos/>. Acesso em: 20 dez. 2013.

DOKULIL, M. T.; TEUBNER, K. Cyanobacterial dominance in lakes. **Hydrobiologia**, v. 438, n. 1-3, p. 1-12, 2000.

DURIGAN, J. G.; SIPAUBA-TAVARES, L. H.; OLIVEIRA, D. B. S. de. Estudo limnológico em tanques de piscicultura. Parte I: Variação de fatores físico, químicos e biológicos. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 4, p. 211-223, 1992.

DOOLAN, B.J.; BOOTH, M.A.; JONES, P.L.; ALLAN, G.L. Effect of cage colour and light environment on the skin colour of Australian snapper *Pargus auratus* (Bloch & Schneider, 1801). **Aquaculture Research**, v. 38, p. 1395-1403, 2007.

EDSALL, T. A.; SELGEBY, J. H. DESORCIE, T. J.; FRENCHIII, J. R. P. Growth-temperature relation for young-of-the-year ruffe. **Journal Great Lakes Research**, v. 19, n. 3, p. 630-633, 1993.

EL-SAYED, A. F. M. **Tilapia culture**. Cambridge: CABI Publishing, 2006. 277 p.

ELER, M. N.; CECCARELLI, P. S.; BUFON, A. G. M.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Mortandade de peixes (matrinxã, *Brycon cephalus*, e pacu, *Piaractus mesopotamicus*) associada a uma floração de cianobactérias em pesque-pague, município de Descalvado, Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 14, p. 35-45, 2001.

ELNWISHY, N.; SABRI, D.; NWONWU, FRANCIS. The effect of difference in environmental colors on Nile tilapia (*oreochromis niloticus*) production efficiency. **Journal of agriculture & Biology**, v. 14, n. 4, p. 516-520, 2011.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.

FAGUNDES, M. **Respostas fisiológicas do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) a estressores comuns na piscicultura**. 2005. 65 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista- UNESP, Jaboticabal, 2005.

FANTA, E. Influence of background color on the behavior of the fish *Oreochromis niloticus* (Cichilidae). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 38, n. 4, p. 1237-1251, 1995.

FANTIN-CRUZ, I.; TONDATO, K. K.; MARQUES, D. M.; PEDROLLO, O. Regime térmico em águas correntes e sua importância na estrutura do habitat e na biologia de organismos aquáticos. **Caminhos de Geografia**, v. 11, n. 36, p. 295-307, 2010.

FAO. **Statistics and Information Service of the Fisheries and Aquaculture Department** (2012). Capture production 1950-2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/en>>. Acesso em: 2 dez. 2013.

FERRAZ, E. M.; CERQUEIRA, V. R. Influência da temperatura na maturação gonadal de machos do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 36, n. 2, p. 73- 83, 2010.

FERNANDES, L. F.; LAGOS, P. D.; WOSIACK, A. C.; PACHECO, C. V.; DOMINGUES, L.; ALVES, L. Z.; COQUEMALA, V. **Comunidades fitoplanctônicas em ambientes lênticos**. In: Andreoli, C. V.; Carneiro, C. (eds). Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados. Curitiba: Editora Gráfica Capital Ltda, 2005, p. 303-366.

FIGUEIREDO, JR. C. A.; VALENTE, JR. A. S. Cultivo de tilápias no Brasil: origens e cenário atual, In: XLVI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco, 2008.

FUNCEME. **Gráfico de chuvas dos postos pluviométricos do Ceará**. Município: Pentecoste, Posto: Pentecoste, Micro-região: 11, Gráficos de Chuvas Mensais fornecidos pela Funceme. Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/areas/tempo/grafico-de-chuvas-dos-postos-pluviometricos>>. Acesso em: 2 jan. 2014.

FUNCEME. **Fundação cearense de meteorologia e recursos hídricos**. Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/listanoticias/306-quadra-chuvosa-2013-no-ceara-fica-377-abaixo-da-media>>. Acesso em: 20 dez. 2013.

FRASCÁ-SCORVO, C. M. D.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B. Comportamento alimentar do matrinxã (*Brycon cephalus*) no período de temperaturas baixas. **Boletim Instituto da Pesca**, v. 27, n. 1, p. 1-5, 2001.

FREITAS, R. H. A. de. **Avaliação do bem-estar da tilápia-do-Nilo a partir do esforço para obtenção de condições de preferência**. 2011. 85 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Botucatu, 2011.

FREITAS, T. C.; SANT’ANNA, E. M. E.; GUEDES, C. D. Análise qualitativa e toxicológica de uma floração de cianobactéria na Lagoa do Gambá em Ouro Preto, MG, e uma síntese da ocorrência de florações de cianobactérias no Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 3, 2012.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. T. R. **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. 8. ed. São Paulo: Nobel, 2001. 243 p.

FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para nutrição das tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100 p.

GAYÃO, A. L. B. de.; BUZOLLO, H.; FÁVERO G. C.; SILVA JÚNIOR, A. A.; PORTELLA, M. C.; CRUZ, C.; CARNEIRO D. J. Histologia hepática e produção em tanques-rede de tilápia-do-nilo masculinizada hormonalmente ou não masculinizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 991-997, 2013.

GIANOTTI, A. R. da C.; SOUZA M. J. H.; MACHADO, E. L. M.; PEREIRA, I. M.; VIEIRA, A. D.; MAGALHÃES, M. R. Análise microclimática em duas fitofisnomias do cerrado no Alto Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 3, p. 246-256, 2013.

GOLOMBIESKI J. I.; MARCHEZAN E.; MONTI M. B.; STORCK L.; CAMARGO E. R.; SANTOS F. M. Qualidade da água no consórcio de peixes com arroz irrigado. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1263-1268, 2005.

GOMES L. C.; GOLOMBIESKI, J.; CHIPPARI-GOMES, A. R. ; BALDISSEROTTO B. Biologia do Jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 179-185, 2000.

GRAEFF, A.; SERAFINI, R. de L.; PRUNER, E. N.; TEIXEIRA, C. R. **Orientações aos piscicultores que deverão ser utilizadas com a entrada do inverno e massas polares de frio**. Caçador, SC: Epagri/Estação Experimental de Caçador. 1 ed. (Informe Técnico, 004.4/10), 2010.

HARPER, E.; DREYER, H.; STEINER, G. Reconstructing the anomalodesmata (Mollusca: Bivalvia): morphology and molecules. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 148, p. 395-420, 2006.

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES, C. M.; MEURER F. Exigência de proteína digestível para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 823-828, 2002.

HEIN, G. **Verificação da sobrevivência de tilápias (*O. niloticus*) de tamanhos diferentes no município de Toledo – PR e sua importância prática na organização da produção**. Maringá: EMATER, 2006. 23 p.

HEIN, G.; PARIZOTTO, M. L. V.; BRIANESE, R. H. **Referência modular para o Oeste do Paraná: agricultor familiar, semi-intensivo, tanques escavados, clima Cfa**. Toledo, 2004. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/redereferencia/pp_modooeste.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2013.

HENNE, J. P.; WATANABE, W. O. Effects of light intensity and salinity on growth, survival, and whole-body osmolality of larval southern flounder *Paralichthys lethostigma*. **Journal World Aquaculture Society**, v. 34, n. 4, p. 450-465, 2003.

HENRY, R.; NUNES, M. A.; MITSUKA, P. M.; LIMA, N. DE; CASANOVA, S. M. C. (a). Variação espacial e temporal da produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de

Jurumirim (rio Paranapanema, sp). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 4, p. 571-590, 2006.

HENRY, R; USHINOHAMA, E.; FERREIRA, R. M. R.(b) Fitoplâncton em três lagoas marginais ao rio Paranapanema e em sua desembocadura no reservatório de Jurumirim (São Paulo, Brasil) durante um período prolongado de seca. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 399-414, 2006.

HILBRANDS, A.; YZERMAN, C. **A piscicultura dentro de um sistema de produção integrado**. Wageningen: Fundação Agromisa, 2004. 79 p.

HINES, W. W.; MONTGOMERY, D. C.; GOLDSMAN, D. M. **Probabilidade e estatística na engenharia**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2006. 604 p.

IBAMA. **Estatística de pesca 2010**. Brasil. Grandes regiões e unidades da federação. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis: 2005. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 20 dez. 2013.

IMANPOOR, M. R.; ABDOLLAHI, M. Effects of tank color on growth, stress response and skin color of juvenile *caspiian kutum* rtilus frisi kutum. **Global Veterinária**, v. 6, n. 2, p. 118-125, 2011.

INÁCIO, T. **Potencial solar das radiações global, difusa e direta em Botucatu**. 2009. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2009.

INCROPERA, F.P; DEWITT, D. P.; BERGMAM, T. L.; LAVINE, A. S. **Fundamentos de transferência de calor e de massa**. 6 ed. Tradução: QUEIROZ, E. M.; PESSOA, F. L. P. Rio de Janeiro: LTC, 2008, 643 p.

INOUE, L. A. K. A. **Respostas do matrinxã (*Brycon cephalus*) a anestésicos e estressores**. 2005. 135 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2005.

JARDIM, P. R. S. A. **Desempenho térmico de coberturas: um estudo comparativo entre as telhas de material reciclado, de fibra e betume, fibrocimento e cerâmica.** 2011. 124 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

JEGEDE, T. Effects of colour on growth of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1757) fingerlings. **International Journal of Biological Chemical Sciences**, v. 5, n. 1, p. 371-374, 2011.

JENTOFT, S.; ØXNEVAD, S.; AASTEVEIT, A.H.; ANDERSEN, Ø. Effects of tank wall color and up-welling water flow on growth and survival of Eurasian perch larvae (*Perca fluviatilis*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 37, p. 313-317, 2006.

JUNIOR, A. M. **Efeitos da temperatura no desempenho e na morfometria de tilápia, *Oreochromis niloticus*, de linhagem tailandesa.** 2006. 66 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa - MG, Viçosa, 2006.

KARAKATSOULI, N.; PAPOUTSOGLU, S.E.; MANOLESSOS, G. Combined effects of rearing density and tank colour on the growth and welfare of juvenile white sea bream *Diplodus sargus* L. in a recirculating water system. **Aquaculture Research**, v. 38, p. 1152-1160, 2007.

KARIN, R.; SEKINE, M.; UKITA, M. Simulation of eutrophication and associated occurrence of hypoxic and anoxic condition in a coastal bay in Japan. **Marine Pollution Bulletin**, v. 45, n. 1-12, p. 280-285, 2002.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. **Cyanoprokaryota I. teil chroococcales.** In *Süßwasserflora von mitteleuropa*. (H. Ettl, G. Gärtner, H. Heynig & D. Mollenhauer, eds.). G. Fischer, Verlag Jena, 1998.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. **Cyanoprokaryota II. teil oscillatoriales.** In *Süßwasserflora von mitteleuropa*. (B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl, eds.). Elsevier GmbH, München, 2005.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes - Parte 1 a 3. **Panorama da Aqüicultura**, v. 8, n. 45-47, p. 35-43, 1998.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. 3. ed. Jundiaí: Degaspari, 1999, 97 p.

KUBITZA, F (a). **Tilápia, tecnologia e planejamento na produção comercial**, Jundiaí: Edição do autor, 2000, 289 p.

KUBITZA, F. (b) Monitoramento a saúde dos peixes. **Panorama da Aqüicultura**, v. 10, n. 62, p. 33-39, 2000.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 1 ed. Jundiaí: Fernando Kubitza, 2003, 229 p.

KUBITZA, F. “Off-flavor nos peixes cultivados”. **Panorama da Aqüicultura**, v. 14, n. 84, p. 15-25, 2004.

KUBITZA, F. A. Antecipando as doenças da tilapicultura. **Panorama da Aqüicultura**, v. 15, n. 89, p. 15-23, 2005.

KUBITZA, F. Sistemas de recirculação: sistemas fechados com tratamento e reuso da água. **Panorama da Aqüicultura**, v. 16, n. 95, p. 15-22, 2006.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUK, P. I. Panorama da piscicultura no Brasil: estatísticas, espécies, polos de produção e fatores limitantes à expansão da atividade. **Panorama da Aqüicultura**, v. 22, n. 132, p. 14-25, 2012.

LAMBERTS, R.; GHISI, E. ; ABREU, A. L. P. de; CARLO, J. C. **Desempenho térmico de edificações**. Universidade Federal de Santa Catarina: laboratório de eficiência energética em edificações, 2005.

LACHI, G. B.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Qualidade da água e composição fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 1, p. 29-38, 2008.

LAZZARI, R.; RADÜNZ NETO, J.; CORRÊIA, V.; VEIVERBERG, C. A.; BERGAMIN, G. T.; EMANUELLI, T.; RIBEIRO, C. P. Densidade de estocagem no crescimento, composição e perfil lipídico corporal do jundiá. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 712-718, 2011.

LEE, C. G.; FARRELL, A. P.; LOTTO, A.; HINCH, S. G.; HEALEY M. C. The effect of temperature on swimming performance and oxygen consumption in adult sockeye (*Oncorhynchus nerka*) and coho (*O. kisutch*) salmon stocks. **Journal of Experimental Biology**, v. 206, p. 3239-3251, 2003.

LEONARDO, J. M. L. O.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P. Efeito de diferentes níveis de vitamina C (ácido ascórbico) sobre a ocorrência de ectoparasitas em larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), no processo de reversão sexual. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGISTAS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, 5; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PATOLOGISTAS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, 1, Maringá, 1998. **Anais...** Maringá: ABRAPOA, 1998.

LEONEL, A. P. S. **Temperatura da água em cultivo de tilápia em viveiros escavados**. 2011. 28 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2011.

LEONHARDT, J. H. **Efeitos da reversão sexual em tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757)**. 1997. 141 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

LI, X. Y.; CHUNG, I. K. JUNG; KIM, J. I.; LEE, J. A. Subchronic oral toxicity of microcystin in common carp (*Cyprinus carpio* L.) exposed to microcystis under laboratory conditions. **Toxicon**, v. 44, p. 821-827, 2004.

- LIMA, C. B.; OLIVEIRA, E. G.; ARAÚJO FILHO, J. M.; SANTOS, F. J. S.; PEREIRA, W. E. Qualidade da água em canais de irrigação com cultivo intensivo de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 4, p. 531-539, 2008.
- LIMA, J. T. A. X.; SANTOS, T. C. L.; FERNANDES, B. L. F.; FREITAS, M. D. F. Influência da cor do comedouro no comportamento alimentar de *Cyprinus carpio*. **Centauro**, v. 2, n. 2, p. 46-49, 2011.
- LIN, J. H.; CUI, Y.; HUNG, S. S. O.; SHIAU S. Y. Effect of feeding strategy and carbohydrate source on carbohydrate utilization by white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) and hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* X *O. aureus*). **Aquaculture**, v. 148, p. 201-211, 1997.
- LONGO, R. S.; NUÑER, A. P. O. Temperatures for fertilization and hatching and their influence on determining the sex ratio of the silver catfish, *Rhamdia quelen*. **Acta Scientiarum**, v. 32, n. 2, p. 107-111, 2010.
- LUCHIARI, A. C.; FREIRE, F. A. M. Effects of environmental colour on growth of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), maintained individually or in groups. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 25, n. 2, p. 162–167, 2009.
- MAEDA, H.; SILVA, P. C.; AGUIAR, M. da S.; PADUA, D. M. C.; OLIVEIRA, R. P. de C.; MACHADO, N. P.; RODRIGUES, V.; SILVA, R. H. da. Efeitos da densidade de estocagem na segunda alevinagem de Tilápia Nilótica (*Oreochromis niloticus*), em sistema raceway. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 3, p. 265-272, 2006.
- MACEDO, J. A. B. **Águas & águas**. 2 ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2004. 977 p.
- MAGALHÃES, V. F.; R. M. SOARES; S. M. F. O. AZEVEDO. Microcystin contamination in fish from Jacarepaguá Lagoon (Rio de Janeiro, Brazil): ecological implication and human health risk. **Toxicon**, n. 39, p. 1.077-1.085, 2001.

MAGALHÃES, V. F.; MARINHO, M. M.; DOMINGOS, P.; OLIVEIRA, A. C.; COSTA, S. M.; AZEVEDO, S. M. F. O. Microcystins (cyanobacteria hepatotoxicas) bioaccumulation in fish na crustaceans from sepetiba bay (Brasil, RJ). **Toxicon**, v. 42, p. 289- 295, 2003.

MACKENZIE, B. R.; KIORBOE, T. Encounter rates and swimming behavior of pause-travel and cruise larval fish predators in calm and turbulent laboratory environments. **Limnology and Oceanography**, v. 40, n. 7, p. 1278-1289, 1995.

MAFFEZZOLI, G.; NUÑER, A. P. O. Crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes concentrações de oxigênio dissolvido. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 28, n. 1, p. 41-45, 2006.

MAINARDES-PINTO, C. S. R.; FENERICH-VERANI, N.; DE CAMPOS, B. E. S.; SILVA, A. L. Masculinização da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, utilizando diferentes rações e diferentes doses de 17 α -metiltestosterona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 654-659, 2000.

MARAI, I. F. M.; DARAWANY, A. A.; FADIEL, A.; ABDEL-HAFEZ, M. A. M. Physiological traits as affected by heat stress in sheep: a review. **Small Ruminants Research**, v. 71, n. 1-3, p. 1-12, 2006.

MARENGONI, N. G.; MOTA, F. L. S.; GOMES, R. B.; BASÍLIO, F. F. F.; OLIVEIRA, N. T. E.; OGAWA, M. Qualidade física e química da água em sistema fechado de recirculação durante o cultivo de juvenis de tilápia-do-nilo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 927-934, 2013.

MARTINELI, S. G.; NETO, J. R.; SILVA, L. P.; BERGAMIM, G. T.; MASCHIO, D.; FLORA, M. A. L. D.; NUNES, L. M. C.; POSSANI, G. Densidade de estocagem e frequência alimentar no cultivo de jundiá em tanque-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 871-877, 2013.

MASSER, M. P.; CICHRA E.; GILBERT, R. J. Fee-fishing ponds: management of food fish and water quality. **Southern Regional Aquaculture Center**, v. 480, p. 1-8, 1993.

MATSUZAKI, M.; MUCCI, J. L. N.; ROCHA, A. A. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Revista Saúde Pública**, v. 38, n. 5, p. 679-686, 2004.

MEDEIROS, R. M; SOUZA F. A. S.; GOMES FILHO M. F.; FRANCISCO P. R. M. Variabilidade da umidade relativa do ar e da temperatura máxima na bacia hidrográfica do rio Uruçui Preto. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 28, n. 1, p. 44-50, 2013.

MELO, R. **Qualidade na distribuição longitudinal de sementes por semeadoras de precisão e fluxo contínuo nas condições edafoclimáticas do Ceará**. 2013. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

MELO, T.; FURLAN, R.; MILANI, A.; BUZANSKAS, M.; MOURA, A.; MOTA, D.; CARDOSO, D. Avaliação de diferentes inclinações e exposições de telhado em três tipos de cobertura em modelos reduzidos de instalações zootécnicas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 1327-1338, 2013.

MENDES, J. S.; BARRBOSA, J. E. L.; WATANABE, T. Dinâmica da composição e biomassa fitoplanctônica durante a fase de enchimento da Barragem de Acauã, Itatuba – Paraíba. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, Juiz de Fora, 2003. **Resumos...** Juiz de Fora, 2003.

MERCANTE, C. T. J.; COSTA, S. V.; SILVA, D.; CABIANCA, M. A.; ESTEVES, K. E. Qualidade da água em pesque-pague da região metropolitana de São Paulo (Brasil): avaliação através de fatores abióticos (período seco e chuvoso). **Acta Scientiarum**, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2005.

MERCANTE, C. T. J.; SILVA, D.; COSTA, S. V. **Avaliação da qualidade da água de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo por meio do uso de variáveis abióticas e da clorofila a**. In: ESTEVES, E. K. e SANT'ANNA, C. L.. Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo: um estudo na região metropolitana. São Carlos: Rima. p. 37-48, 2006.

MERIGHE, G. K. F.; PEREIRA-DA-SILVA E. M.; NEGRÃO J. A.; RIBEIRO S. Efeito da cor do ambiente sobre o estresse social em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 828-837, 2004.

MEURER, F.; BOMBARDELLI, R. A.; PAIXÃO, P. S.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, L. D. Feeding frequency on growth and male percentage during sexual reversion phase of Nile tilapia. **Revista Brasileira de Saúde Animal**, v. 13, n. 4, p. 1113-1142, 2012.

MIYASAKA, A. M.; CASTAGNOLLI, N. Teste comparativo de desempenho entre pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos recíprocos “paqui” e “tambacu”. In: ENCONTRO NACIONAL DE AQUICULTURA, 7, 1995, Peruíbe. **Anais...Peruíbe: Associação Brasileira de Aquicultura**, 1995, p. 82-92.

MONK, J.; PUVENADRAN, V.; BROW, J. A. Does different tank bottom colour affect the growth, survival and foraging behavior of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae? **Aquaculture**, v. 277, n. 3-4, p. 197-202, 2008.

MORALES, G.; CAMPOS, A.; FAGANELLO, A. M. P. A ação do fogo sobre os componentes do concreto. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 32, n. 1, p. 47-55, 2011.

MORAES, A. M.; SEIFFERT, W. Q.; TAVARES, F.; FRACALOSSO, D. M. Desempenho zootécnico de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, com diferentes rações comerciais. **Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 3, p. 388-395, 2009.

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

McDOWELL, R. E. **Bases biológicas de la produccion animal en zonas tropicales**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1974. 692 p.

NOGUEIRA, A. C.; RODRIGUES, T. **Criação de tilápias em tanques-rede**. Salvador: SEBRAE BAHIA, 2007, 23 p.

NOGUEIRA, L. A. H.; ROCHA, C. R.; NOGUEIRA F. J. H. **Eficiência energética no uso de vapor**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005. 196 p.

OBA, E. T.; MARIANO, W. S.; SANTOS, L. R. B. **Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo rentável**. In: TAVARES-DIAS, M. (Org.), *Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo*. Embrapa Amapá: Macapá, 2009. p.226-247.

ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 6 ed., 2001, 786 p.

OLIVEIRA, R. P. C.; SILVA, P. C.; PADUA, D. M. C.; AGUIAR, M.; MAEDA, H.; MACHADO, N. P.; RODRIGUES, V.; SILVA, R. H.(a) Efeito da densidade de estocagem sobre a qualidade da água na criação do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) durante a segunda alevinagem, em tanques fertilizados. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 705-711, 2007.

OLIVEIRA, R. R. A. **Estudo da qualidade ambiental do reservatório Pentecoste por meio do índice de estado trófico modificado**. 2009. 140 f. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

OLIVEIRA, E. G.; SANTOS, F. J. S.; PEREIRA, A. M. L.; LIMA, C. B.(b) **Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria**. Circular Técnica 45. Teresina: Embrapa Meio Norte/MAPA, 2007. 12 p.

OLIVEIRA, L. C. de. **Altas frequências de arraçoamento nas fases iniciais da criação de tilápias em hapas**. 2010. 73 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

OLIVEIRA, R. P. C.; SILVA, P. C.; BRITO, P. P.; GOMES, J. P.; SILVA, R. F.; SILVEIRA, P. R. F.; ROQUE, R. S. Variáveis hidrológicas físico-químicas na criação da tilápia do Nilo no sistema *raceway* com diferentes renovações de água. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 3, p. 482-487, 2010.

OSTRENSKI, A.; BOERGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Agropecuária, 1998, 211 p.

PÁDUA, M. C.; SILVA, P. C. PÁDUA, J. T.; FERNANDES, C. M.; ANDRADE, M. L.; URBINATI, E. C. Efeito da densidade de lotação e da renovação da água no desenvolvimento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária da UFG**, Goiânia, v. 28, n. 1, p. 43-53, 1998.

PACHECO, J. T. C. **Efeito da temperatura da água e da Sedação com Eugenol na sobrevida do Plati (*Xiphophorus maculatus* Günther)**. 2008. 28 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia em Aquicultura Continental) - Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2008.

PÁDUA, D. M. C. **Fundamentos da piscicultura**. 2. ed. Goiânia: UCG, 2001. 341 p.

PANOSSO, R. F.; COSTA, I. A. S.; SOUZA, N. R.; ATTAYDE, J. L.; CUNHA, S. R. S.; GOMES, F. C. F. Cianobactérias e cianotoxinas em reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, p. 433-449, 2007.

PAPOUTSOGLU, S. E.; MYLONAKIS, G.; MILIOU, H.; KARAKATSOULI, N. P.; CHADIO, S. Effects of background color on growth performances and physiological responses of scaled carp (*Cyprinus carpio* L.) reared in a closed circulated system. **Aquacultural Engineering**, v. 22, n. 4, p. 309-318, 2000.

PAPOUTSOGLU, S. E.; KARAKATSOULI, N. ;CHIRAS, G. Dietary L-tryptophan and tank color effects on growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles reared in a recirculating system. **Aquacultural Engineering**, v. 32, n. 2, p. 277–284, 2005.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes**. Profilaxia, diagnóstico e tratamento. Maringá: EDUEM, 1998. 264p.

PEDRINI, A.; LAMBERTS, R.; WESTPHAL, F. S. **Laboratório de eficiência energética em edificações**. Florianópolis: LABEEE, UFSC, 1999. 32 p.

PEDREIRA, M. M. **Comparação entre sistemas intensivos de criação para larvas de *Colossoma macropomum* e *Brycon orbignyianus* (Teleostei, Characiformes).** 2001. 82 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

PEDREIRA, M. M.; LUZ, R. K.; MATIOLLI, C. C.; SANTOS, J. C. E. dos; SILVA, C. L. Larvicultura de matrinxã em tanques de diferentes cores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1365-1369, 2008.

PEREIRA A. C. P.; SILVA, R. F. **Produção de tilápias.** Manual Técnico 31. Niterói: Programa Rio Rural, 2012. 52p.

PEREIRA, A. R. ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia:** fundamentos e aplicações práticas. Guaíba; Agropecuária, 2002. 478 p.

PEREIRA, L.; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 1, p. 81-88, 2005.

PEREIRA, M. M. Influência da cor e da luminosidade no cultivo de larvas de peixes. **Panorama da Aqüicultura**, p. 43-47, 2001.

PEREIRA-DA-SILVA, E. M.; MELO M. P.; OLIVEIRA, R. H. F. de; PUGINE, S. M. P. Atividade da catalase e da lactato desidrogenase em tilápias submetidas a estresse de confinamento: efeito da cor do ambiente. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 894-899, 2012.

PINHEIRO, M. F. M.; ZIMMERMANN, S.; AIUB, J. A. S.; FIESCKI, L. A. Observações sobre a temperatura do ar e da água de estufa tipo túnel plástico para o cultivo de tilápias, *Oreochromis niloticus*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 24, n. especial, p. 157-160, 1997.

PHELPS, R. P.; SALAZAR, G. C.; ABE, V.; ARGUE, B. Sex reversal and nursery growth of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), free-swimming in earthen ponds. **Aquaculture Research**, v. 26, n. 1, p. 293-295, 1995.

PIAIA, R.; NETO, J. R.; BALDISSEROTO, B. Densidade de estocagem e crescimento de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824). **Ciência Rural**, v. 30, n. 3, p. 509-513, 2000.

PIEDRAS, S. R. N.; MORAES, P. R. R.; POUEY, J. L. O. F. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 30, n. 2, p. 177-182, 2004.

POPMA, T. J.; GREEN, B. W. **Reversão sexual de tilápias em tanques de terra**. In: Manual de produção em aquacultura. Flórida: Universitu Aurburn. 1990. 52 p.

POPMA, T. J.; LOVSHIN, L. **Wordwide prospects for commercial production of tilapia, international center for aquaculture and aquatic environments**. Auburn: Auburn University, Alabama. Research And Development. Series n. 41, 1996. 23 p.

QUEIROZ, M. L. V. **Avaliação do conforto térmico em galpões com sistema de nebulização**. 2014. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

RAMÍREZ, J. J. ; BICUDO, C. E. M. Variation of climatic and physical co-determinants of phytoplankton community in four nictemeral sampling days in a shallow tropical reservoir, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 62, n. 1, p. 1-14, 2002.

REYNOLDS, C. S. The long, the short and the stalled: on the attributes of phytoplankton selected by physical mixing in lakes and rivers. **Hydrobiologia**, v. 289, p. 9-21, 1994.

ROCHA, C. M. C; RESENDE, E. K.; ROUTLEDGE; A. B.; LUNDSTEDT, L. M. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 4-6, 2013.

ROCHA LOURDES, B. T. R.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L.; MOREIRA H. L. M.; SUSSEL F. R.; POVH J. A.; CAVICHIOLO F. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do

Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 4, p. 877-883, 2001.

ROSS, R. M.; WATTEN, B. J.; KRISE, W. F.; DILAURO, M. N.; SODERBERG, R. W. Influence of tank design and hydraulic loading on the behavior, growth, and metabolism of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquacultural Engineering**, v. 14, n. 1, p. 29-47, 1995.

ROTA, M. A. **Utilização da energia e da proteína pelos peixes**. Corumbá: EMBRAPA PANTANAL, 2002. 24 p.

ROTTA, M. A. e J. F. QUEIROZ. **Boas práticas de manejo (BPMs) para produção de peixes em tanques-redes**. Corumbá: Embrapa Pantanal, n. 47, 2003. 27 p.

ROTLLANT, J.; TORT, L.; MONTERO, D.; PAVLIDIS, M.; MARTINEZ, M.; WENDELAAR BONGA, S.E.; BALM, P.H.M. Background colour influence on the stress response in cultured red porgy *Pagrus pagrus*. **Aquaculture**, v. 223, p. 129-139, 2003.

SÁ, M. V. C. **Limnocultura, limnologia para aquicultura**. Fortaleza: Edições UFC, 2012. 181 p.

SABRI, D. M.; ELNWISHY, N.; NWONWU, F. Effect of environmental color on the behavioral and physiological response of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Global Journal of Science Frontier Research**, v. 12, n. 4, p. 10-20, 2012.

SANDRE, L. C. G.; TAKAHASHI, L. S.; FIORELLI, J.; SAITA, M. V.; GIMBO R. Y.; RIGOBELLO E. C. Influência dos fatores climáticos na qualidade de água em pesque-pagues. **Revista Veterinária e Zootecnia**, v. 16, n. 3, p. 509-518, 2009.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO M. T. P.; AGUJARO L. F.; CARVALHO, M. C.; CARVALHO, L. R.; SOUZA R. C. R. **Manual ilustrado de identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras**. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2006. 58 p.

SANTANA, F. M. S.; LUCENA, L. B. G.; SANTANA, C. A. S.; SILVA, B. C.; SANTANA, N. M.; MELO, K. S. G. Yield, humidity, acceptance and preference of tilapia submitted to smoking process. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 3, p. 423-427, 2010.

SANTIAGO, V. M. J.; COELHO, E. B. A. P.; ZANETTE, C. L.; ALMEIDA, J. H. C. Nitrificação em biodisco. In: 19º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 1997.

SANTOS, E. L.; LUDKE, M. C. M. M.; RAMOS, A. M. P.; BARBOSA, J. M.; LUDKE, J. V.; RABELLO, C. B. V. Digestibilidade de subprodutos da mandioca para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 3, p. 358-362, 2009.

SATO, H.; RAMOS, I. M. L. **Física para edificações**. Porto Alegre: Bookmam, 2014. 253 p.

SCHUTZ, J. H.; WEINGARTNER, M.; ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A. P. O. Crescimento e sobrevivência de larvas de Suruvi *Steindachneridion scriptum* nos primeiros dias de vida: influência de diferentes alimentos e fotoperíodos. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 3, p. 443-451, 2008.

SEVEGNANI, K. B.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I. J. O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Scientia Agricola**, v. 51, n. 1, p. 1-7, 1994.

SILVA, J. W. B. **Tilápias, técnicas de cultivo**: o caso de uma comunidade carente – Fortaleza: Edições UFC, 2007. 77 p.

SILVA, J. W. B. **Tilápias**: biologia e cultivo-evolução, situação atual e perspectivas da tilapicultura no Nordeste brasileiro. Fortaleza: Edições UFC, 2009. 326 p.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. S. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. Jaboticabal: FINEP, 1995. 70 p.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. S.; FAVERO, E. G. P.; BRAGA, F. M. S. Utilization of macrophyte biofilter in effluent from aquaculture: I. floating plant. **Brazilian Journal Biology**, v. 62, n. 4(A), p.713-23, 2002.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. S. ; ALVARES, E. J. S.; BRAGA, F. M. S. Water quality and zooplankton in tanks with larvae of *Brycon orbygnianus* (Valenciennes, 1949). **Brazilian Journal Biology**, v. 68, n. 1, p. 77-86, 2008.

SIQUEIRA, D. B.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. Cianobactérias de água doce e saúde pública: uma revisão. **Ciência da Saúde**, v. 3, n. 1, p. 109-127, 2008.

SKLAN, D.; PRAG, T.; LUPATSCH, I. Structure and function of the small intestine of the tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* (Teleostei, Cichlidae). **Aquaculture Research**, v. 35, p. 350-357, 2004.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba: FUPEF, 2004. 165 p.

SOARES, M. C. S.; MARINHO, M. M.; HUSZAR, V. L. M.; BRANCO, C. W. C.; AZEVEDO, S. M. F. O. The effects of water retention time and watershed features on the limnology of two tropical reservoirs in Brasil. **Research & Management**, v. 13, n. 4, p. 257-269, 2008.

SOLIMAN, A.K.; JAUNCEY, K.; ROBERTS, R.J. Water-soluble vitamin requirements of tilapia: ascorbic acid (vitamin C) requirement of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture and Fisheries Management**, v. 25, p. 269-278, 1994.

STRAND, A.; ALANÄRÄ, A.; STAFFAN, F.; MAGNHAGEN, C. Effects of tank colour and light intensity on feed intake, growth rate and energy expenditure of juvenile Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L. **Aquaculture**, v. 272, p. 312-318, 2007.

STRASSBURGER, A. S.; MENEZES, A. J. E. A.; PERLEBERG, T. D.; EICHOLZ, E. D.; MENDEZ, M. E. G.; SCHÖFFEL, E. R. Comparação da temperatura do ar obtida por estação

meteorológica convencional e automática. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 2, p. 273-278, 2011.

SUGIMOTO, M.; UCHIDA, N.; HATAYAMA, M. Apoptosis in skin pigment cells of the medaka, *Oryzias latipes* (Teleostei), during long-term chromatic adaptation: the role of sympathetic innervations. **Cell Tissue Research**, v. 301, n. 2, p. 205–216, 2000.

SULIS-COSTA, R.; JIMENEZ, J. E.; WEINGARTNER, M.; NUÑER, A. P. O. Efeito da temperatura da água na fase inicial de vida e na proporção sexual do jundiá. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 39, n. 4, p. 379-388, 2013.

SUN, L. T.; CHEN, G. R.; CHANG, C. F. The physiological responses of tilapia exposed to low temperatures. **Journal of Thermal Biology**, v. 17, n. 3, p. 149-153, 1992.

SUZUKI, E. V. **Avaliação do potencial de aquecimento/resfriamento de um sistema de climatização passiva**. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

TACHIBANA, L.; CASTAGNOLLI, N.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; VALLE, J. B.; SIQUEIRA, M. R. Desempenho de diferentes linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. **Acta Scientiarum**, v. 26, n. 3, p. 305-311, 2004.

TACHIBANA, L.; LEONARDO, A. F. G.; CORRÊA, C. F.; SAES, L. A. Densidade de estocagens de pós-larvas de tilápia-do-Nilo submetidas à inversão sexual. **Bioikos**, v. 23, n. 2, p. 77-82, 2009.

TALLING, J. L. Environmental regulation in African shallow lakes and wetlands. **Revue d'Hydrobiologie Tropicale**, v. 25, n. 2, p. 87-144, 1992.

TAMAZOUZT, L.; CHATAIN, B.; FONTAINE, P. Tank wall colour and light level affect growth and survival of Eurasian perch larvae (*Perca fluviatilis* L.). **Aquaculture**, v. 182, p. 85-90, 2000.

TAVARES-DIAS. **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Macapá: Embrapa Amapá, 2009. 723 p.

TENCALLA, F. G., DIETRICH, D. R.; SCHLATTER, C. Toxicity of microcystys aeruginosa peptide toxin to yearling rainbow trout (*Onchorhyncus mykiss*). **Aquatic Toxicology**, v. 30, p. 215-224, 1994.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, n. 1, p. 1-26, 2001.

TIPLER, PAUL A.; MOSCA, G. **Física: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica**, v. 1, 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 824 p.

TOYAMA, G. N.; CORRENTE, J. E.; CYRINO, J. E. P. Suplementação de vitamina C em rações para reversão sexual da tilápia do Nilo. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 2, p. 221-228, 2000.

TSUKAMOTO, R. Y.; TAKAHASHI, N. S. Cianobactérias + civilização = problemas para saúde, a aquicultura e a natureza. **Panorama da Aqüicultura**, v. 17, n. 103, p. 24-33, 2007.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. do. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. 1.ed. São Paulo: Nobel, 1980. 374 p.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, 2.ed., 2003. 248 p.

TURRA, E. M.; OLIVEIRA, D. A. A.; TEIXEIRA, E. A.; LUZ, R. K.; PRADO, S. A.; MELO, D. C.; FARIA, P. M. C.; SOUSA, A. B. Controle reprodutivo em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio de manipulações sexuais e cromossômicas. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v. 34, n. 1, p. 21-28, 2010.

VAN DER SALM, A. L.; MARTÍNEZ, M.; FLIK, G.; WENDELAAR BONGA, S. E. Effects of husbandry conditions on the skin colour and stress response of red porgy, *Pagrus pagrus*. **Aquaculture**, v. 241, n. 1-4, p. 371-386, 2004.

VAN MAAREN, C. C. V.; KITA, J.; DANIELS, H. V. Temperature tolerance and oxygen consumption rates for juvenile southern flounder *Paralichthys lethostigma* acclimated to five different temperatures. **UJNR Technical Report**, n. 28, p.135-140, 1999.

VAN WYLEN, G. J.; SONNTAG, R. E.; BORGNAKKE, C. **Fundamentos da termodinâmica**. 5. ed. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 1998. 537 p.

VARADARAJ, K.; KUMARI, S. S.; PANDIAN, T. J. Comparison of conditions for hormonal sex reversal of mozambique tilapias. **The Progressive Fish-Culturist**, v. 56, p. 81-90, 1994.

VERA CRUZ, E. M.; MAIR, G. C. Conditions for effective androgen sex reversal in *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v. 122, p. 237-248, 1994.

VERAS, G. C.; MURGAS, L. D. S.; ZANGERONIMO, M. G.; ROSA, P. V.; LEON, J. A. S.; SALARO, A. L. Fotoperíodo sobre parâmetros fisiológicos relacionados ao estresse em alevinos de tilápia-do-nilo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 5, p. 1434-1440, 2013.

VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; BOMFIM, G. V. Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos em Pentecoste, CE. **Irriga**, v. 7, n. 3, p. 226-229, 2002.

VIANELLO, R. L. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 2 ed., 1991. 449 p.

VINATEA-ARANA, L. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura**: uma revisão para peixes e camarões. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2004. 231 p.

VITTORINO, F. S.; SATO, N. M. N.; AKUTSU, M. **Desempenho térmico de isolantes refletivos e barreiras radiantes aplicados em coberturas**. Curitiba: ENCAC – COTEDI, 2003. p. 66-70.

VOLPATO, G. L. Coloração ambiental como facilitador da reprodução e redutor de canibalismo em matrinxã. **FAPESP**, p. 42-45, 2000.

VOLPATO, G. L.; BARRETO, R. E. Environmental blue light prevents stress in the fish Nile tilapia. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 34, n. 8, p. 1041-1045, 2001.

VOLPATO, G. L.; DUARTE, C. R. A.; LUCHIARI A.C. Environmental colour affects Nile tilapia reproduction. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 37, p. 479-483, 2004.

WAMBACH, X. F. **Influência de diferentes densidades de estocagem no desempenho produtivo de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) cultivada com tecnologia de bioflocos**. 2013. 78 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

WANG, L. H.; TSAI, C. L. Effects of temperature on the deformity and sex differentiation of tilapia, *Oreochromis mossambicus*. **Journal of Experimental Zoology**, v. 286, p. 534-537, 2000.

WEINGARTNER, M.; ZANIBONI-FILHO, E. Efeito de fatores abióticos na larvicultura de pintado amarelo *Pimelodus macularus* (Lacepe, 1803): salinidade e cor de tanques. **Acta Scientiarum**, v. 26, n. 2, p. 151-157, 2004.

WENDT, S. C. **Análise da mudança de cor em concretos submetidos a altas temperaturas como indicativo de temperaturas alcançadas e da degradação térmica**. 2006. 183 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

WIDANARNI; EKASARI, J.; MARYAM, S. Evaluation of biofloc technology application on water quality and production performance of red tilapia *Oreochromis* sp. cultured at different stocking densities. **HAYATI Journal of Biosciences**, v. 19, n. 2, p. 73-80, 2012.

WU, R. S. S. Hipoxia: from molecular responses to ecosystem responses. **Marine Pollution Bulletin**, v. 45, n. 1-12, p. 35-45, 2002.

YASHARIAN, D.; COYLE, S. D.; TIDWELL, J. H.; STILWELL, W. E. The effect of tank colouration on survival, metamorphosis rate, growth and time to metamorphosis freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) rearing. **Aquaculture Research**, v. 36, p. 278-283, 2005.

YASUI, G. S.; SANTOS, L. C.; SHIMODA, E.; RIBEIRO-FILHO, O. P.; CALADO, L. L.; FREITAS, A. S.; VIDAL JUNIOR, M. D.; FERREIRA, E. B. Masculinização de três linhagens de tilápia do Nilo utilizando o andrógeno sintético 17-á-metil-testosterona. **Zootecnia Tropical**, v. 25, n. 4, p. 307-310, 2007.

ZANARDI, M. F.; DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R.; SANTOS, M. A.; MALHEIRO, E. B. Desempenho produtivo e reversão sexual em tilápias em dois métodos hormonal. **Revista Veterinária e Zootecnia**, v. 18, n. 1, p. 45-52, 2011.

ZANONI, M. A. **Avaliação do citrato de tamoxifeno e temperatura na inversão sexual da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2011. 63 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

ZANONI, M. A.; LEAL, T. V.; FILHO, M. C.; OLIVEIRA, C. A. L. de.; RIBEIRO, R. P. Inversão sexual de alevinos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) variedade Supreme, submetidos a diferentes temperaturas durante fase de diferenciação sexual. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 455-466, 2013.

APÊNDICE A – Estatística descritiva básica da temperatura do ar externa ao ambiente experimental no período chuvoso, Pentecoste, Ceará

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	31	31	31	31	31	31
Média (°C)	26	31	33,8	33,7	31,7	28,9
Mínimo (°C)	23	24,6	27,8	24,7	24,4	24,7
Máximo (°C)	28,2	34,6	37,6	38,7	35,9	32,4
DP (°C)	1,504	2,646	2,285	3,174	3,050	2,004
Variância	2,263	7,002	5,222	10,074	9,302	4,017
CV (%)	5,77	8,52	6,75	9,42	9,64	6,91
Amplitude (°C)	5, 281	9,969	9,762	14,058	11,516	7,719
Simetria	-0,52	-1,04	-0,91	-1,02	-0,42	-0,22
Curtose	-0,61	0,09	0,46	1,01	-0,64	-0,31

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE B – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar externa ao ambiente experimental no período chuvoso, Pentecoste, Ceará

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	31	31	31	31	31	31
Média (%)	90	71,5	59,5	59,8	66,1	73,1
Mínimo (%)	74	52	47	40	42	48
Máximo (%)	100	96	90	99	98	97
DP (%)	6,23	11,62	10,15	14,30	14,74	12,26
Variância	38,84	135,01	103,12	204,52	217,29	150,38
CV (%)	6,93	16,25	17,08	23,91	22,29	16,77
Amplitude (%)	25,67	43,80	43,84	58,96	56,18	49,30
Simetria	-0,24	0,80	1,46	1,22	0,39	-0,16
Curtose	-0,14	-0,09	1,99	1,19	-0,55	-0,35

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE C – Estatística descritiva básica da temperatura do ar interna do ambiente experimental no período chuvoso, Pentecoste, Ceará

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	31	31	31	31	31	31
Média (°C)	26	31	33,6	33,8	32	29
Mínimo (°C)	22,4	24,6	27,7	24,6	26,1	24,3
Máximo (°C)	28,7	34,2	36,6	38,5	36	32,3
DP (°C)	1,602	2,316	2,321	3,163	2,915	2,016
Variância	2,567	5,363	5,388	10,006	8,498	4,066
CV (%)	6,16	7,46	6,90	9,36	9,11	6,95
Amplitude (°C)	6,300	9,600	8,900	13,900	9,900	8,000
Simetria	-0,53	-1,35	-1,17	-1,00	-0,29	-0,50
Curtose	-0,35	1,42	0,54	1,29	-1,17	0,10

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE D – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar interno do ambiente experimental no período chuvoso, Pentecoste, Ceará

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	31	31	31	31	31	31
Média (%)	90,9	71,9	60,3	59,8	65,1	74
Mínimo (%)	80,2	58,1	47,6	41,4	42,1	47,4
Máximo (%)	100	78,40	67,3	65,6	76,8	82,3
DP (%)	6,23	11,66	11,30	13,92	14,34	12,27
Variância	38,87	135,86	127,59	193,85	205,51	150,63
CV (%)	6,86	16,21	18,71	23,27	22,01	16,58
Amplitude (%)	19,80	37,80	45,20	57,30	54,70	50,80
Simetria	-0,17	0,89	1,42	1,14	0,31	-0,03
Curtose	-1,12	-0,24	1,38	1,23	-0,72	-0,25

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE E – Análise de variância da temperatura do ar interna e externa do ambiente experimental no período chuvoso às 7 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	0,04	0,04	0,02	0,897
Erro	60	144,92	2,42		
Total	61	144,96			

APÊNDICE F – Análise de variância da temperatura do ar interna e externa do ambiente experimental no período chuvoso às 9 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	0,01	0,01	0,00	0,972
Erro	60	371,09	6,18		
Total	61	371,10			

APÊNDICE G – Análise de variância da temperatura do ar interna e externa do ambiente experimental no período chuvoso às 11 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	0,61	0,61	0,12	0,735
Erro	60	317,08	5,28		
Total	61	317,69			

APÊNDICE H – Análise de variância da temperatura do ar interna e externa ao ambiente experimental no período chuvoso às 13 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	0,1	0,1	0,01	0,910
Erro	60	602,4	10,0		
Total	61	602,5			

APÊNDICE I – Análise de variância da temperatura do ar interna e externa ao ambiente experimental no período chuvoso às 15 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	2,02	2,02	0,23	0,636
Erro	60	534,01	8,90		
Total	61	536,03			

APÊNDICE J – Análise de variância da temperatura do ar interna e externa ao ambiente experimental no período chuvoso às 17 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	0,00	0,00	0,00	0,980
Erro	60	242,47	4,04		
Total	61	242,47			

APÊNDICE K – Análise de variância da umidade relativa do ar interna e externa ao ambiente experimental no período chuvoso às 7 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	12,6	12,6	0,32	0,571
Erro	60	2331,3	38,9		
Total	61	2343,9			

APÊNDICE L – Análise de variância da umidade relativa do ar interna e externa ao ambiente experimental no período chuvoso às 9 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	2	2	0,02	0,900
Erro	60	8126	135		
Total	61	8128			

APÊNDICE M – Análise de variância da umidade relativa do ar interna e externa ao ambiente experimental no período chuvoso às 11 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	14	14	0,12	0,732
Erro	60	6921	115		
Total	61	6935			

APÊNDICE N – Análise de variância da umidade relativa do ar interna e externa ao ambiente experimental no período chuvoso às 13 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	0	0	0,00	0,993
Erro	60	11951	199		
Total	61	11951			

APÊNDICE O – Análise de variância da umidade relativa do ar interna e externa ao ambiente experimental no período chuvoso às 15 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	16	16	0,08	0,784
Erro	60	12684	211		
Total	61	12700			

APÊNDICE P – Análise de variância da umidade relativa do ar interna e externa ao ambiente experimental no período chuvoso às 17 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	14	14	0,09	0,764
Erro	60	9030	151		
Total	61	9044			

APÊNDICE Q – Estatística descritiva básica da temperatura do ar externa do ambiente experimental no período seco, Pentecoste, Ceará

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	31	31	31	31	31	31
Média (°C)	28,2	33,4	36,4	38,6	38	31
Mínimo (°C)	26,7	29,8	32,2	35	33,7	28,3
Máximo (°C)	29,1	35,8	39,9	42,4	40,6	33,3
DP (°C)	0,504	1,513	1,491	1,613	1,595	0,996
Variância	0,254	2,289	2,224	2,601	2,545	0,996
CV (%)	1,79	4,53	4,09	4,18	4,20	3,21
Amplitude (°C)	2,396	6,007	7,742	7,476	6,953	5,046
Simetria	-0,71	-0,98	-0,55	-0,13	-0,71	-0,17
Curtose	1,55	1,00	1,65	0,71	0,66	1,29

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE R – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar externa do ambiente experimental no período seco, Pentecoste, Ceará

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	31	31	31	31	31	31
Média (%)	67,4	47,6	39	33,4	33,1	52,8
Mínimo (%)	53,3	30	24,6	25,7	22,6	43,7
Máximo (%)	80,5	64	53,3	42	51,1	65,4
DP (%)	6,34	7,59	6,09	4,295	5,70	5,335
Variância	40,15	57,56	37,06	18,448	32,54	28,467
CV (%)	9,40	15,95	15,64	12,84	17,22	10,10
Amplitude (%)	27,23	34,01	28,67	16,301	28,56	22,141
Simetria	0,07	0,32	0,36	0,28	0,90	0,21
Curtose	-0,13	0,34	1,03	-0,21	2,01	-0,12

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE S – Estatística descritiva básica da temperatura do ar interna do ambiente experimental no período seco, Pentecoste, Ceará

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	31	31	31	31	31	31
Média (°C)	27,3	31,2	33,9	35,9	35,4	30,9
Mínimo (°C)	26	28,8	31,3	33,8	26,5	28,3
Máximo (°C)	28,2	32,5	36,2	38,5	38,1	33
DP (°C)	0,530	0,958	0,995	1,215	2,036	0,868
Variância	0,281	0,918	0,990	1,476	4,144	0,753
CV (%)	1,94	3,07	2,93	3,38	5,75	2,81
Amplitude (°C)	2,200	3,700	4,900	4,700	11,600	4,700
Simetria	-0,09	-1,02	-0,42	-0,02	-2,89	-0,33
Curtose	-0,07	0,60	1,20	-0,65	12,11	2,18

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE T - Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar interna do ambiente experimental no período seco, Pentecoste, Ceará

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	31	31	31	31	31	31
Média (%)	71	53,9	44,8	39,4	39,3	54,9
Mínimo (%)	60,9	36,7	30,4	32,5	27,6	45,5
Máximo (%)	81,1	68,9	57,1	47,7	56,4	66,1
DP (%)	5,63	6,73	5,62	4,173	5,87	5,012
Variância	31,65	45,27	31,56	17,415	34,41	25,118
CV (%)	7,91	12,47	12,55	10,61	14,95	9,12
Amplitude (%)	20,20	32,20	26,70	15,200	28,80	20,600
Simetria	0,15	0,12	0,23	0,32	0,83	0,12
Curtose	-0,59	1,00	1,16	-0,30	1,71	-0,06

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE U – Análise de variância da temperatura do ar interna e externa do ambiente experimental no período seco às 7 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	13,508	13,508	50,51	0,000
Erro	60	16,046	0,267		
Total	61	29,555			

APÊNDICE V – Análise de variância da temperatura do ar interna e externa do ambiente experimental no período seco às 9 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	75,30	75,30	46,95	0,000
Erro	60	96,23	1,60		
Total	61	171,53			

APÊNDICE W – Análise de variância da temperatura do ar interna e externa do ambiente experimental no período seco às 11 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	99,21	99,21	61,74	0,000
Erro	60	96,42	1,61		
Total	61	195,63			

APÊNDICE X – Análise de variância da temperatura do ar interna e externa do ambiente experimental no período seco às 13 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	107,98	107,98	52,96	0,000
Erro	60	122,33	2,04		
Total	61	230,31			

APÊNDICE Y – Análise de variância da temperatura do ar interna e externa do ambiente experimental no período seco às 17 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	0,596	0,596	0,68	0,412
Erro	60	52,327	0,872		
Total	61	52,922			

APÊNDICE Z – Análise de variância da umidade relativa do ar interna e externa do ambiente experimental no período seco às 07 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	211,2	211,2	5,88	0,018
Erro	60	2154,1	35,9		
Total	61	2365,3			

APÊNDICE A. A – Análise de variância da umidade relativa do ar interna e externa do ambiente experimental no período seco às 9 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	629,7	629,7	12,25	0,001
Erro	60	3084,8	51,4		
Total	61	3714,5			

APÊNDICE A. B – Análise de variância da umidade relativa do ar interna e externa do ambiente experimental no período seco às 11 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	525,7	525,7	15,32	0,000
Erro	60	2058,5	34,3		
Total	61	2584,3			

APÊNDICE A. C – Análise de variância da umidade relativa do ar interna e externa do ambiente experimental no período de seco às 13 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	541,1	541,1	30,18	0,000
Erro	60	1075,9	17,9		
Total	61	1617,0			

APÊNDICE A. D – Análise de variância da umidade relativa do ar interna e externa do ambiente experimental no período seco às 15 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	578,0	578,0	17,27	0,000
Erro	60	2008,5	33,5		
Total	61	2586,4			

APÊNDICE A. E – Análise de variância da umidade relativa do ar interna e externa do ambiente experimental no período de seco às 17 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	71,1	71,1	2,65	0,109
Erro	60	1607,5	26,8		
Total	61	1678,6			

APÊNDICE A. F – Análise de variância da temperatura do ar interna do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 7 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	23,05	23,05	16,19	0,000
Erro	60	85,43	1,42		
Total	61	108,48			

APÊNDICE A. G – Análise de variância da temperatura do ar interna do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 9 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	0,52	0,52	0,17	0,684
Erro	60	188,43	3,14		
Total	61	188,95			

APÊNDICE A. H – Análise de variância da temperatura do ar interna do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 11 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	1,25	1,25	0,39	0,534
Erro	60	191,33	3,19		
Total	61	192,58			

APÊNDICE A. I – Análise de variância da temperatura do ar interna do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 13 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	71,54	71,54	12,46	0,001
Erro	60	344,46	5,74		
Total	61	416,00			

APÊNDICE A. J – Análise de variância da temperatura do ar interna do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 17 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	52,77	52,77	21,91	0,000
Erro	60	144,54	2,41		
Total	61	197,32			

APÊNDICE A. K – Análise de variância da temperatura do ar externa do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 7 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	68,45	68,45	54,37	0,000
Erro	60	75,54	1,26		
Total	61	143,98			

APÊNDICE A. L – Análise de variância da temperatura do ar externo do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 9 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	86,82	86,82	18,69	0,000
Erro	60	278,73	4,65		
Total	61	365,55			

APÊNDICE A. M – Análise de variância da temperatura do ar externo do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 11 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	101,99	101,99	27,39	0,000
Erro	60	223,39	3,72		
Total	61	325,37			

APÊNDICE A. N – Análise de variância da temperatura do ar externo do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 13 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	368,93	368,93	58,21	0,000
Erro	60	380,25	6,34		
Total	61	749,19			

APÊNDICE A. O – Análise de variância da temperatura do ar externo do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 15 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	623,10	623,10	105,19	0,000
Erro	60	355,40	5,92		
Total	61	978,50			

APÊNDICE A. P – Análise de variância da temperatura do ar externo do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 17 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	65,41	65,41	26,12	0,000
Erro	60	150,25	2,50		
Total	61	215,65			

APÊNDICE A. Q – Análise de variância da umidade relativa do ar externa do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 7 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	7903,0	7903,0	200,09	0,000
Erro	60	2369,8	39,5		
Total	61	10272,7			

APÊNDICE A. R – Análise de variância da umidade relativa do ar externa do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 9 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	8881,8	8881,8	92,25	0,000
Erro	60	5777,0	96,3		
Total	61	14658,8			

APÊNDICE A. S – Análise de variância da umidade relativa do ar externa do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 11 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	6530,0	6530,0	93,17	0,000
Erro	60	4205,4	70,1		
Total	61	10735,4			

APÊNDICE A. T – Análise de variância da umidade relativa do ar externa do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 13 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	10775	10775	96,65	0,000
Erro	60	6689	111		
Total	61	17464			

APÊNDICE A. U – Análise de variância da umidade relativa do ar externa do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 15 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	16899	16899	135,28	0,000
Erro	60	7495	125		
Total	65	24393			

APÊNDICE A. V – Análise de variância da umidade relativa do ar externa do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 17 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	6384,4	6384,4	71,40	0,000
Erro	60	5365,3	89,4		
Total	61	11749,7			

APÊNDICE A. W – Análise de variância da umidade relativa do ar interna do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 7 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	6070,5	6070,5	172,15	0,000
Erro	60	2115,7	35,3		
Total	61	8186,2			

APÊNDICE A. X – Análise de variância da umidade relativa do ar interna do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 9 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	4986,1	4986,1	55,06	0,000
Erro	60	5433,8	90,1		
Total	61	10419,8			

APÊNDICE A. Z – Análise de variância da umidade relativa do ar interna do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 11 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	3790,8	3790,8	47,64	0,000
Erro	60	4774,4	79,6		
Total	61	8565,2			

APÊNDICE B. A – Análise de variância da umidade relativa do ar interna do ambiente experimental no período chuvoso e estiagem às 13 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	6508	6508	61,61	0,000
Erro	60	6338	106		
Total	61	12846			

APÊNDICE B. B – Análise de variância da umidade relativa do ar interna do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 15 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	10392	10392	86,63	0,000
Erro	60	7198	120		
Total	61	17590			

APÊNDICE B. C – Análise de variância da umidade relativa do ar interna do ambiente experimental no período chuvoso e seco às 17 horas, Pentecoste, Ceará

	GL	SQ	QM	F	P
Fator	1	5650,7	5650,7	64,31	0,000
Erro	61	5272,4	87,9		
Total	61	10923,1			

APÊNDICE B. D – Estatística descritiva básica da temperatura da água no tratamento controle durante o período chuvoso

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	84	84	84	84	84	84
Média (°C)	28,3	28,4	29,1	29,4	29,8	29,5
Mínimo (°C)	26,3	26,4	27,3	27,6	28	27
Máximo (°C)	29,7	29,9	30,5	31,4	32,5	32
DP (°C)	0,569	0,605	0,606	0,775	0,792	0,892
Variância	0,324	0,366	0,367	0,601	0,627	0,796
CV (%)	1,88	1,99	1,95	2,47	2,49	2,84
Amplitude (°C)	3,400	3,500	3,200	3,800	4,500	5,000
Simetria	-0,50	-0,28	-0,44	-0,02	0,64	-0,12
Curtose	1,11	0,95	0,34	-0,18	1,22	0,61

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE B. E – Estatística descritiva básica da temperatura da água no tratamento branco durante o período chuvoso

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	84	84	84	84	84	84
Média (°C)	28,1	28,3	28,9	29,3	29,7	29,5
Mínimo (°C)	27	27,3	27,7	27,4	28,4	27,3
Máximo (°C)	29,4	29,6	30,4	31,8	31	31
DP (°C)	0,580	0,570	0,620	0,806	0,685	0,803
Variância	0,337	0,325	0,384	0,649	0,469	0,645
CV (%)	1,93	1,88	2,00	2,57	2,16	2,55
Amplitude (°C)	2,400	2,300	2,700	4,400	2,600	3,700
Simetria	-0,06	0,07	-0,17	0,01	-0,06	-0,31
Curtose	-0,51	-0,58	-0,60	0,04	-0,98	-0,28

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE B. F – Estatística descritiva básica da temperatura da água no tratamento preto durante o período chuvoso

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	84	84	84	84	84	84
Média (C°)	28,2	28,4	29,1	29	29,1	28,9
Mínimo (°C)	26,7	27,1	27,5	27,1	28,6	27,3
Máximo (°C)	29,1	29,5	30,5	32,1	32,8	32,5
DP (°C)	0,580	0,556	0,585	1,004	0,900	0,958
Variância	0,336	0,310	0,343	1,007	0,810	0,918
CV (%)	1,92	1,83	1,88	3,18	2,81	3,03
Amplitude (°C)	2,400	2,400	3,000	5,000	4,200	5,200
Simetria	-0,65	-0,34	-0,40	-0,06	0,82	0,29
Curtose	-0,07	-0,48	0,27	0,01	0,76	0,45

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE B. G – Estatística descritiva básica da temperatura da água no tratamento amarelo durante o período chuvoso

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	84	84	84	84	84	84
Média (C°)	28,1	28,3	29	29,6	29,9	29,7
Mínimo (°C)	26,8	27,2	27,6	27,7	28,1	28
Máximo (°C)	29,3	29,7	30,6	32,5	32,8	32,6
DP (°C)	0,533	0,552	0,572	0,894	0,845	0,849
Variância	0,284	0,305	0,327	0,799	0,715	0,722
CV (%)	1,77	1,82	1,84	2,83	2,65	2,68
Amplitude (°C)	2,500	2,500	3,000	4,800	4,700	4,600
Simetria	-0,37	-0,18	-0,25	0,45	0,70	0,74
Curtose	-0,10	-0,32	0,46	0,73	1,45	1,32

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE B. H – Estatística descritiva básica da temperatura da água no tratamento azul durante o período chuvoso

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	84	84	84	84	84	84
Média (C°)	28,1	28,3	29,1	29,6	29,9	29,7
Mínimo (°C)	26,2	26,4	27,4	28,1	28,6	28,1
Máximo (°C)	29,4	29,8	30,9	31,4	32,9	32,4
DP (°C)	0,593	0,638	0,623	0,765	0,788	0,806
Variância	0,352	0,407	0,388	0,586	0,620	0,650
CV (%)	1,97	2,11	2,00	2,42	2,46	2,54
Amplitude (°C)	3,200	3,400	3,500	3,300	4,300	4,300
Simetria	-0,64	-0,39	-0,08	-0,10	0,60	0,44
Curtose	1,10	0,91	0,40	-0,44	1,30	0,62

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE B. I – Estatística descritiva básica da temperatura da água no tratamento verde durante o período chuvoso

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	84	84	84	84	84	84
Média (°C)	28,1	28,4	28,9	29,6	29,9	29,6
Mínimo (°C)	26,9	27,2	27,1	27,7	28,1	27,7
Máximo (°C)	29,3	30,6	30,3	31,9	33,2	32,5
DP (°C)	0,567	0,608	0,635	0,823	0,902	0,863
Variância	0,322	0,370	0,403	0,678	0,814	0,745
CV (%)	1,88	2,00	2,05	2,60	2,83	2,73
Amplitude (°C)	3,400	3,400	3,200	4,200	5,100	4,800
Simetria	-0,68	0,47	-0,29	-0,06	0,69	0,40
Curtose	1,68	1,10	0,24	0,24	1,27	0,61

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE B. J – Estatística descritiva básica da temperatura da água no tratamento controle durante o período seco

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	84	84	84	84	84	84
Média (°C)	27,7	28	28,8	29,5	30	29,6
Mínimo (°C)	26,5	27	27	28	28,2	28,1
Máximo (°C)	28,9	29,4	30,1	30,7	32,7	31,1
DP (C)	0,452	0,529	0,633	0,647	0,887	0,657
Variância	0,204	0,280	0,401	0,419	0,787	0,431
CV (%)	1,63	1,89	2,20	2,19	2,96	2,22
Amplitude (°C)	2,4	2,4	3,1	2,7	4,5	3,
Simetria	0,10	0,40	0,33	-0,52	0,48	-0,33
Curtose	-0,04	-0,17	-0,08	-0,42	0,58	-0,07

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE B. K – Estatística descritiva básica da temperatura da água no tratamento branco durante o período seco

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	84	84	84	84	84	84
Média (°C)	27,6	27,9	28,7	29,5	29,9	29,5
Mínimo (°C)	26,1	26,9	27,2	28	28,2	28,1
Máximo (°C)	28,8	29,1	30	30,7	32,5	30,8
DP (C)	0,554	0,553	0,557	0,619	0,754	0,577
Variância	0,306	0,274	0,310	0,383	0,568	0,333
CV (%)	2,00	1,87	1,94	2,10	2,52	1,95
Amplitude (°C)	2,7	2,2	2,8	2,7	4,3	2,7
Simetria	-0,04	0,16	0,51	-0,37	0,51	-0,58
Curtose	0,07	-0,51	0,43	-0,39	1,80	0,05

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE B. L – Estatística descritiva básica da temperatura da água no tratamento preto durante o período seco

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	84	84	84	84	84	84
Média (°C)	27,7	28	28,7	29,5	30	29,7
Mínimo (°C)	26,7	26,7	28	28,1	28	28
Máximo (°C)	28,9	29,1	30	30,7	32,7	31,1
DP (C)	0,452	0,496	0,483	0,606	0,819	0,610
Variância	0,204	0,246	0,234	0,367	0,671	0,372
CV (%)	1,63	1,77	1,68	2,05	2,73	2,05
Amplitude (°C)	2,2	2,4	2,0	2,6	4,7	3,1
Simetria	0,36	-0,05	0,32	-0,55	0,26	-0,89
Curtose	-0,24	0,10	-0,61	-0,17	1,95	0,95

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE B. M – Estatística descritiva básica da temperatura da água no tratamento amarelo durante o período seco

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	84	84	84	84	84	84
Média (°C)	27,7	28	28,7	29,7	29,9	29,6
Mínimo (°C)	26,7	27	26,7	28,1	28,1	28
Máximo (°C)	28,7	29,1	29,9	30,8	32,6	30,8
DP (C)	0,423	0,495	0,609	0,564	0,814	0,621
Variância	0,179	0,245	0,371	0,318	0,663	0,386
CV (%)	1,53	1,77	2,12	1,90	2,71	2,10
Amplitude (°C)	2,0	2,1	3,2	2,7	4,5	2,8
Simetria	0,20	0,20	-0,07	-0,80	0,50	-0,43
Curtose	-0,50	-0,58	0,49	0,74	1,72	0,13

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE B. N – Estatística descritiva básica da temperatura da água no tratamento azul durante o período seco

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	84	84	84	84	84	84
Média (°C)	27,8	28	28,8	29,5	30	29,7
Mínimo (°C)	26,7	27	28	27,5	28,1	28
Máximo (°C)	28,6	29,3	30	30,4	32,6	31,2
DP (C)	0,466	0,464	0,527	0,598	0,814	0,640
Variância	0,218	0,215	0,278	0,358	0,663	0,409
CV (%)	1,68	1,65	1,83	2,03	2,71	2,15
Amplitude (°C)	1,9	2,3	2,0	2,9	4,5	3,2
Simetria	-0,13	0,07	0,35	-0,96	0,50	-0,63
Curtose	-1,09	-0,18	-0,57	0,80	1,72	0,78

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

APÊNDICE B. M – Estatística descritiva básica da temperatura da água no tratamento verde durante o período seco

	Horários					
	07h00min	09h00min	11h00min	13h00min	15h00min	17h00min
Observações	84	84	84	84	84	84
Média (°C)	27,7	28	28,8	29,6	30,1	29,7
Mínimo (°C)	26,4	27	27,8	28	28	28
Máximo (°C)	29	29,5	30	30,7	32,8	31,2
DP (C)	0,506	0,557	0,592	0,617	0,919	0,667
Variância	0,256	0,310	0,350	0,381	0,844	0,444
CV (%)	1,83	1,98	2,05	2,08	3,05	2,24
Amplitude (°C)	2,6	2,5	2,2	2,7	4,8	3,2
Simetria	0,37	0,28	0,33	-0,66	0,04	-0,67
Curtose	0,00	-0,40	-0,87	-0,09	1,22	0,47

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

ANEXO A – Coeficiente de condutividade térmica de diversos materiais de construção

Material	λ (W/m°C)	d (kg/m³)	c (J/kg°C)
Água	0,58	1000	4187
Algodão	0,06	80	
Amianto	0,15	580	
Amianto projetado	0,05	160	
Areia seca	0,49	1600	2093
Areia úmida	2,35	variável	8374
Argamassa de cal e cimento	0,65	1600	754
(ou de cimento)	0,85	1800	754
	1,05	2000	754
Argamassa celular	0,30	600	1047
	0,51	1000	1047
	0,81	1400	1047
Argamassa de gesso	0,53	1000	837
(ou de cal e gesso)	0,70	1200	837
Argila	0,72	1720	
Asfalto puro	0,70	2100	
Asfalto com areia	1,15	2100	
Borrachas sintéticas			
— formofenólicas	0,40	1300	
— mastique para junta	0,40	1350	
— poliamida	0,40	1100	
— policlorure de vinil	0,20	1350	
— poliéster	0,40	1550	
— polietileno	0,40	1000	
Cerâmica	0,46	variável	837
Cimento-amianto	0,65	1600	
	0,95	2000	
Cimento-amianto-celulose	0,46	1600	
Concreto aparente	1,65	2200	1005
	1,91	2400	1005
Concreto armado	1,75	2400	1005

Material	λ (W/m°C)	d (kg/m³)	c (J/kg°C)
Concreto comum	1,28	2000	1005
	1,50	2200	1005
	1,74	2400	1005
Concreto comum cavernoso	1,40	1850	
idem c/ 50% de calcária	1,15	1800	
Concreto c/ agregado muito leve			
— c/ vermiculite ou pedras-pomes	0,17	600	963
	0,26	800	963
	0,33	1000	963
	0,43	1200	963
	0,50	1400	963
— placa de concreto c/ vermiculite			
fabricado na usina	0,19	400	963
Concreto c/ argila expandida	0,85	1500	963
	1,05	1700	963
Concreto c/ escória expandida granulada	0,52	1500	963
750 kg/m³, c/ areia			
Idem, sem areia ou finos	0,44	1100	963
Concreto celular autoclavado	0,10	300	963
	0,12	400	963
	0,16	600	963
	0,21	800	963
	0,27	1000	963
Concreto celular (bloco)	0,05	450	963
	0,50	600	963
Concreto de cascalho	1,98	1800	1005
Concreto sem finos	0,74	1600	
	0,93	1800	
Concreto c/ agregado pesado de escória			
de alto forno	1,40	2300	
Idem cavernoso	0,70	1800	
Cortiça (em placas, de granulado)	0,04	100	1424
	0,05	200	1424
Cortiça comprimida	0,10	500	1423
Feltro	0,05	160	

FONTE: FROTA e SHIFFER, 2001.

ANEXO B – Valores de emissividade térmica, para radiação solar, e absorptância e emissividade térmica para temperaturas entre 10 a 40°C para diversos materiais de construção

Superfície	(α) Absorção para radiação solar	(α) e (ϵ) para temperatura entre 10 e 40°C
preto fosco	0,85 — 0,95	0,90 — 0,98
tijolo ou pedra ou telha cor vermelha	0,65 — 0,80	0,85 — 0,95
tijolo ou pedra cor amarela, couro	0,50 — 0,70	0,85 — 0,95
tijolo ou pedra ou telha cor amarela	0,30 — 0,50	0,40 — 0,60
vidro da janela	transparente	0,90 — 0,95
alumínio, ouro, bronze (brilhantes)	0,30 — 0,50	0,40 — 0,60
latao, alumínio fosco, aço galvanizado	0,40 — 0,65	0,20 — 0,30
latao, cobre (polidos)	0,30 — 0,50	0,02 — 0,05
alumínio, cromo (polidos)	0,10 — 0,40	0,02 — 0,04

FONTE: FROTA e SCHIFFER, 2001.

ANEXO C – Valores de absorptância, para radiação solar, em função da cor da pintura externa

Cor	(α)
branca	0,2 — 0,3
amarela, laranja, vermelha-clara	0,3 — 0,5
vermelha-escura, verde-clara, azul-clara	0,5 — 0,7
marrom-clara, verde-escura, azul-escura	0,7 — 0,9
marrom-escura, preta	0,9 — 1,0

FONTE: FROTA e SCHIFFER, 2001.