

Marina de Carvalho Landell

**“AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE TILÁPIAS
(*Oreochromis niloticus*, Trewavas, 1983) EM TANQUES-REDE
NA REPRESA DE JURUMIRIM /ALTO RIO
PARANAPANEMA”**

**JABOTICABAL
Estado de São Paulo - Brasil
2007**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Centro de Aqüicultura da UNESP

MARINA DE CARVALHO LANDELL

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE TILÁPIAS (*Oreochromis niloticus*, Trewavas, 1983) EM TANQUES-REDE NA REPRESA DE JURUMIRIM /ALTO RIO PARANAPANEMA.

Dissertação apresentada ao Centro de Aqüicultura da UNESP, da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Jaboticabal, para obtenção do Título de Mestre em Aqüicultura.

Orientador: Prof. Dr. Edmir Daniel Carvalho

JABOTICABAL
Estado de São Paulo - Brasil
2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: *Selma Maria de Jesus*

Landell, Marina de Carvalho.

Avaliação do desempenho de tilápias (*Oreochromis niloticus*, Trewavas, 1983) em tanques-rede na represa de Jurumirim/Alto Rio Paranapanem / Marina de Carvalho Landell. – Jaboticabal : [s.n.], 2007.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2007.

Orientador: Edmir Daniel Carvalho

Assunto CAPES: 50405012

1. Tilápia(Peixe) - Evolução 2. Peixe - Criação - Paranapanema, Rio

CDD 639.32

Palavras-chave: Desempenho produtivo; Tilápia; Manejo; *Oreochromis niloticus*; Piscicultura; Represa de Jurumirim; Tanque-rede

Aos meus pais Neide e Luiz (em memória)

e ao meu irmão Roberto.

DEDICO

As minhas avós Jandira e Yvonne

e a Wilson (em memória).

OFEREÇO

**“QUANDO SE TEM UMA META,
O QUE ERA UM OBSTÁCULO
PASSA A SER UMA DAS ETAPAS DO SEU PLANO.”**

Gerhard Erich Boehme

Agradeço em especial ao *Prof. Dr. Edmir Daniel Carvalho* pela oportunidade de desenvolver esse trabalho sob sua orientação junto ao Laboratório de Biologia e Ecologia de Peixes (Depto. de Morfologia, Unesp - Botucatu/SP) e, sobretudo, pela atenção, paciência, preocupação comigo.

A todos aqueles que foram a campo para a realização das biometrias sem se importarem com o frio, o vento, a chuva ou quando não os três juntos sem contar as várias espetadas nas mãos decorrentes dos espinhos dorsais das tilápias e as mordidas de cachorro na véspera da prova de inglês do mestrado. Por essas e outras agradeço *Igor Paiva Ramos, Heleno Brandão, José Luís da Costa Novaes* e em especial ao biólogo *Augusto Seawright Zanatta*, pelo apoio, amizade e confiança. Não poderia deixar de agradecer também aos amigos *Atílio Zapparoli, Daniela Polizelli Traficante, Hugo e Priscila Vieira* que acabaram entrando na dança colaborando com as cansativas e intermináveis biometrias. Agradeço também ao técnico de laboratório *Ricardo Teixeira* (Depto. Morfologia, Unesp - Botucatu/SP) pelo indispensável apoio e constante preocupação dispensada a mim.

As doutorandas *Ana Paula Vidotto e Jaciara Vanessa Krüger Paes* que sempre estiveram disponíveis a me orientar na redação deste trabalho com suas críticas e sugestões.

Ao Sr. *Jota Racy*, proprietário da Fazenda Três Fios, por disponibilizar a sua produção para a realização das biometrias, também pela hospitalidade que sempre nos recebeu em sua fazenda e pela confiança em nosso trabalho, agradeço e dedico este trabalho.

As agências de fomento que foram fundamentais para a realização deste trabalho: CNPq pela concessão da bolsa de estudo e a FAPESP (Proc.n° 03/11239-1) pelo auxílio a pesquisa concedido ao orientador.

Aos colegas do Depto. de Zoologia (Unesp - Botucatu/SP) *Márcio Bolfarini, João Paulo Morseli, Paulo Cíchi e Domingos Garrone*. Aos colegas *Bruno e Helan* do Depto. de Imunologia, (Unesp - Botucatu/SP) e também a *Bruno Castilho e José Pedro*, agradeço pela amizade e pelas festas que me fizeram perder “n” noites de sono.

Pela amizade, apoio constante, paciência e compreensão com os meus mais variados estados de humor, que durante esses anos não foram poucos, e também pela minha ausência agradeço as minhas amigas de república *Carol e Renata* e em especial *Ana Carolina, Laura e Chiara*.

Agradeço ainda aos amigos que tantas e tantas vezes deixei de lado devido a correria do dia a dia e a distância, em especial a *Fernanda, Maria Cecília, Clara, Camila, Rosane, Rúbia e Cíntia*.

A secretária da Pós-graduação do CAUNESP, *Veralice Cappato*, pela paciência que dispensou a mim nas inúmeras vezes em que ligava ao CAUNESP, mais ou menos um dia sim e o outro também.

A *Dona Luíza e a Dona Seila* e ao *Sr. Henrique* pelo imenso carinho com que me receberam em suas casas durante as disciplinas cursadas em Jaboticabal e também a *Fátima Barbieri* pelas caronas nas idas e voltas ao CAUNESP.

A funcionária da biblioteca da UNESP - Botucatu, *Meire*, pela correção das referências bibliográficas.

A minha mãe *Neide* e meu irmão *Roberto* pelo carinho e compreensão pela ausência. Sem o apoio de vocês não teria a capacidade de mais essa conquista.

Ao meu pai *Luiz de Carvalho Landell Filho* que enquanto esteve ao meu lado colaborou na transmissão de seus conhecimentos, sempre me incentivando das mais variadas maneiras para a conclusão desse trabalho e por ter sido um exemplo de homem trabalhador, agradeço.

Também não poderia deixar de agradecer ao *Wilson Antônio Gomes* que desde o início acreditou em mim, me mostrou o quanto eu sou capaz e até o momento que esteve presente sempre me deu força nos momentos de desespero.

Agradeço em especial a *Deus* pela força que me concedeu em mais esta etapa que teve tantos altos e baixos.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
Resumo.....	xii
Abstract.....	xiii
Contexto da dissertação e justificativa.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Situação atual da piscicultura no Brasil.....	2
1.2. A tilápia do nilo e afins, como modelo zootécnico.....	4
1.3. Impactos ambientais decorrentes da tilapicultura: Escapes e Proliferação.....	8
2. OBJETIVOS.....	11
3. MATERIAIS E MÉTODO.....	13
3.1. Localização dos tanques-rede.....	14
3.2. Manejo da produção de tilápias em tanques-rede no Jurumirim..	17
3.3. Análise dos dados.....	21
3.4. Análise de dados estatísticos.....	27
4. RESULTADOS.....	28
4.1. Primeiro lote de cultivo em análise.....	29
4.2. Segundo lote de cultivo em análise.....	38
4.3. Variáveis Físico-químicas.....	49
5. DISCUSSÃO.....	50
5.1. Desempenho zootécnico.....	53
5.2. Variáveis Físico-Químicas.....	62
6. CONCLUSÕES.....	70
7. ANEXOS.....	73
8. REFERÊNCIAS.....	76

ÍNDICE DE TABELAS

1. Avaliação zootécnica do cultivo de *Oreochromis niloticus* no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP) para rotas 1-13 e 2-12. Wt= peso total; BT = biomassa total; DE= densidade de estocagem; GP= ganho de peso diário; CE= crescimento específico (% ganho de peso/dia); CA= conversão alimentar; TS= taxa de sobrevivência e TE= taxa de efluente..... 30
2. Estatística descritiva dos valores de comprimento padrão (Ls) e peso total (Wt) do cultivo de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), para as rotas 1-13 e 2-12 em 90 e 150 dias de cultivo respectivamente..... 32
3. Medidas do fator de condição do cultivo de *Oreochromis niloticus* no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), para a rota 1-13 e 2-12 em 90 e 150 dias de cultivo, respectivamente..... 33
4. Índice de rendimento de biomassa (IB), biomassa máxima (B_{máx}) e instante de biomassa máxima (TB_{máx}) do cultivo de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), para a rota Tq 1-13 e Tq 2-12 em 90 e 150 dias de cultivo respectivamente..... 34
5. Avaliação zootécnica do cultivo de *Oreochromis niloticus* no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP) para rotas 4-14 e 4-17. Wt= peso total; BT = biomassa total; DE= densidade de estocagem; GP= ganho de peso diário; CE= crescimento específico (% ganho de peso/dia); CA= conversão alimentar; TS= taxa de sobrevivência e TE= taxa de efluente..... 39

6. Estatística descritiva dos valores de comprimento padrão (Ls) e peso total (Wt) do cultivo de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), para a rota 4-14 e 4-17 em 208 dias..... 42
7. Medidas do fator de condição do cultivo de *Oreochromis niloticus*, linhagem tailandesa em tanques-rede, para a rota 4-14 e 4-17 em 208 dias de cultivo respectivamente..... 43
8. Índice de rendimento de biomassa (IB), biomassa máxima (Bmáx) e instante de biomassa máxma (TBmáx) do cultivo de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), para a rota 4-14 e 4-17 em 208 dias de cultivo..... 47
9. Valores médios mensais determinados para a temperatura, oxigênio dissolvido (OD), transparência da água, pH e condutividade iônica, próximo aos tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema-SP), no período entre janeiro à setembro de 2005..... 49
10. Resumo de informações da literatura sobre o desempenho zootécnico das tilápias em cultivo..... 60
11. Resumo de informações da literatura sobre as variáveis físico- químicas em sistemas de pisciculturas e para o reservatório de Jurumirim..... 64

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Mapa da represa de Jurumirim; em destaque a área de estudo; imagem de satélite (google earth), apresentando em preto o sistema de tanques-rede e em vermelho os trechos amostrados..... 15
2. Mapa do Brasil. Em destaque as bacias hidrográficas dos rios Paraná, Tietê e Paranapanema. Na seta: a represa de Jurumirim..... 16
3. Vista da área de estudo: dois tipos de tanques-rede em três fileiras paralelas; funcionário responsável. Seta: o sentido da correnteza..... 18
4. Esquema do processo de classificação ou repicagem..... 19
5. Relação peso total/comprimento padrão (Wt/Ls) em dois lotes de *Oreochromis niloticus*, nos períodos de 90 e 150 dias de cultivo no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), com as respectivas expressões matemáticas e coeficientes de determinação (R²).
A – Rota TQ1-13; B – Rota TQ2-12..... 31
6. Variação do fator de condição de dois lotes de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), rota TQ1-13 e rota TQ2-12 no período de 90 e 150 dias de cultivo, respectivamente, em tanques-rede..... 33
7. Curva de crescimento em comprimento padrão dois lotes de *Oreochromis niloticus*, no período de 90 e 150 dias de cultivo, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), com as respectivas expressões matemáticas. A – rota TQ1-13; B – rota TQ2-12..... 34

8. Curva de crescimento em peso total de dois lotes de *Oreochromis niloticus*, no período de 90 e 150 dias de cultivo, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), com seus pontos empíricos e expressões matemáticas. A – rota TQ1-13; B – rota TQ 2-12..... 35

9. Curva de biomassa total em tempo de cultivo de dois lotes de *Oreochromis niloticus*, no período de 90 e 150 dias de cultivo, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), com as respectivas expressões matemáticas. A – Rota TQ 1-13; B – Rota TQ 2-12..... 37

10. Relação peso total/comprimento padrão (Wt/Ls) em dois lotes de *Oreochromis niloticus*, linhagem tailandesa, no período de 208 dias de cultivo em tanques-rede, com as respectivas expressões matemáticas e coeficientes de determinação (R^2). A – Rota TQ4-14; B – Rota TQ4-17..... 41

11. Variação do fator de condição de dois lotes de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), para rota TQ4-14 e rota TQ4-17 no período de 208 de cultivo, respectivamente, em tanques-rede..... 43

12. Curva de crescimento em comprimento padrão dois lotes de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), no período de 208 dias de cultivo, com as respectivas expressões matemáticas. A – rota TQ4-14; B – rota TQ4-17..... 45

13. Curva de crescimento em peso total de dois lotes de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), no período de 208 dias de cultivo com seus pontos empíricos e expressões matemáticas. A – rota TQ4-14; B – rota TQ4-17..... 46

14.	Curva de biomassa total em tempo de cultivo de dois lotes de <i>Oreochromis niloticus</i> , no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), no período de 208 dias de cultivo, com as respectivas expressões matemáticas. A – rota TQ4-14; B – rota TQ4-17.....	48
15.	Resumo das principais perdas de P (fósforo orgânico) para o meio aquático em decorrência da criação intensiva de peixes em tanques-rede. * = 100% do teor de P na ração (adaptado de Beveridge, 1984, in Carvalho, 2006).....	67
16.	Tilápia “normal” (25 cm).....	74
17.	Tilápia submetida ao stress do manejo. Observe suas nadadeiras.....	74
18.	Tilápia viva, com “cauda regenerada”.....	74
19.	Exemplar de tilápia com exoftalmia causada por deficiência nutricional (vitaminas) ou radiação ultra-violeta.....	75
20.	Detalhe, em vista frontal da exoftalmia.....	75

RESUMO

A técnica de criação de peixes em tanques-rede no Brasil é uma técnica que está sendo bem difundida principalmente nas regiões sudeste e nordeste do país e é uma alternativa para o aproveitamento racional dos corpos d'água. A tilápia é uma das principais espécies selecionada para este modelo de produção, devido suas características biológicas e ecológicas, tendo retorno comercial garantido e disponibilidade de incentivos governamentais. Esta prática está abrindo grandes perspectivas para uma rápida expansão da piscicultura industrial no Brasil podendo resultar em ganhos para o país como, geração de renda e redução da dependência da importação do pescado, assim contribuindo para o equilíbrio da balança comercial. O objetivo desse estudo foi avaliar o desempenho zootécnico da tilápia monossexo, *Oreochromis niloticus*, linhagem tailandesa, no sistema de produção com 10 tanques-rede com um volume útil de 6m³ com uma densidade de aproximadamente 500peixes/m³ para juvenis e 20 tanques com volume útil de 18m³ com uma densidade de aproximadamente 160peixes/m³ para engorda, na represa de Jurumirim, Alto do Rio Paranapanema, SP. Foram realizadas biometrias mensais com uma média de 60 peixes por tanque-rede e concomitantemente mensuração das variáveis físico-químicas ao redor dos tanques. Para o desempenho zootécnico foi avaliado o fator de condição específico (K); a biomassa total (BT); o ganho de peso diário (GP); a conversão alimentar aparente (CAA); o crescimento específico (CE); a taxa de sobrevivência ao final do cultivo (TS); a relação peso total/comprimento padrão (Wt/Ls); a curva de crescimento em comprimento padrão; a curva de crescimento em peso total e para as variáveis físico-químicas da água foram analisados a temperatura (°C); pH; oxigênio dissolvido (OD); condutividade elétrica e a transparência da água. Neste sistema foi possível produzir peixes com peso para comercialização (acima de 500g), entre 90 e 150 dias de cultivo, com taxas de conversão alimentar aparente ruins, variando de 3,13 a 5,43 ração/Kg de peixe, o que pode estar relacionado a alguns problemas de deficiência nutricional ou às técnicas de manejo alimentar. As características da água permaneceram dentro dos limites aceitáveis para a criação da espécie.

Palavras-Chave: desempenho produtivo, tilápia, manejo, *Oreochromis niloticus*, piscicultura, represa de Jurumirim e tanque-rede.

ABSTRACT

The technique of fish breeding in cages is spreading rapidly in southeastern and northeastern Brazil and it is an alternative for the rational exploitation of bodies of water. The (nile) tilapia is one of the main species selected for this model of production because of its biological and ecological characteristics, profitability and availability of official incentives. This practice is opening great perspectives for the fast expansion of the fish breeding industry in Brazil, resulting in profits for the country, generating income and reducing the dependence on imported fish, thus contributing for our trade balance. The objective of this study was to evaluate the performance of the mono-sexed (nile) tilapia, *Oreochromis niloticus*, in the system of production with 10 cages with volume of 6 m³ with a density of approximately 500fish/m³ for juveniles and 20 tanks with volume of 18m³ with a density of approximately 160fish/m³ for growth, in Jurumirim Dam, in the Paranapanema River. Monthly biomeasurements with an average of 60 fish per cage were carried out along with the measurement of the physical and chemical variables around the cages. For the performance, the specific condition factor (K), was evaluated, the total biomass (TB), the daily weight gain (WG), the apparent food conversion (AFC), the specific growth (SG), the survival rate (SR) at the end of the culture, the relation total weight/standard (Wt/Ls) length, the growth curve of standard length, the growth curve of total weight were evaluated. For the physical chemical variables of the water, the temperature (°C), pH, the dissolved oxygen (DO), the electric conductivity and the transparency were analyzed. In this system, it was possible to breed fish with commercialization weight (more than 500g), between 90 and 150 days of culture, with bad CAA rates - ranging from 3.13 to 5.43 food/Kg of fish, possibly related to some problems like nutritional deficiency or food handling techniques. The characteristics of the water remained within the acceptable for the breeding of the species.

Key Words – productive performance, tilapia, manipulation, *Oreochromis niloticus*, breeding, Jurumirim dam and cages.

CONTEXTO DA DISSERTAÇÃO E JUSTIFICATIVA

A crescente preocupação com os impactos ambientais, decorrentes das diferentes formas de ações antrópicas negativas (barramento, peixamentos, aqüicultura, entre outros) alteram o ecossistema aquático e terrestre, tanto a fauna como a flora, nas grandes bacias hidrográficas, é cada vez mais pertinente, visto que essas ações atingem, em escala mundial, os ecossistemas aquáticos continentais.

Sob essa preocupação, foi realizado o projeto de pesquisa “**Avaliação dos impactos da piscicultura em tanques-rede nas represas dos grandes tributários do Alto Paraná (Tietê e Paranapanema): o pescado, a ictiofauna agregada e as condições limnológicas**”, com suporte financeiro da Fapesp (proc. nº 03/11239-2), sob a coordenação do Prof. Dr. Edmir Daniel Carvalho (orientador), gerando quatro dissertações de mestrado em processo de conclusão.

Especificamente, neste trabalho de dissertação, será focado aspectos do desempenho da tilapicultura em tanques-rede, num trecho de um reservatório oligotrófico da bacia do Alto do Rio Paranapanema, com intuito de avaliar esse tipo de produção zootécnica no contexto da responsabilidade sócio-ambiental.

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Situação atual da piscicultura no Brasil

Dos diversos sistemas de produção empregados na piscicultura, o cultivo de peixes, em viveiros e em barragens de terra, é o mais difundido no mundo, bem como no Brasil (MEDEIROS, 2002). Entretanto, em nosso país, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e suas diferentes linhagens têm sido a principal espécie selecionada dentro do novo modelo zootécnico de criação e produção de pescado, com retorno comercial relativamente garantido na cadeia produtiva. Tanto, que novos incentivos governamentais estão sendo francamente disponibilizados (CARVALHO *et al.* prelo).

A produção anual de tilápia cultivada, nos últimos anos, deve estar próxima de 70 mil toneladas/ano (FRANCO, 2002), com um crescimento ascendente de produção. Entretanto, algumas estatísticas de desembarque sugerem que a sua captura em reservatórios brasileiros deva se igualar à produção em cultivo, o que tornaria o Brasil um dos principais produtores de tilápia da América Latina (KUBITZA, 2000). Contudo, há uma tendência no Estado de São Paulo, com legislações específicas, de coibir a pesca comercial extrativista em águas interiores, e, ao mesmo tempo, qualificar o pescador profissional como piscicultor em cooperativas e colônias de pesca (AYROZA, com. pess.¹).

Atualmente, a organização da cadeia produtiva é um dos principais desafios do setor pesqueiro e da aquicultura nacional e a obtenção de licenças ambientais para a piscicultura em águas públicas, emperram o aproveitamento desse grande potencial (IBAMA, 2002).

Apesar de bastante difundida em todo o mundo, a atividade de piscicultura em tanque-rede é pouco recente no Brasil, data da década de 1990, sendo praticada de forma mais intensiva nas regiões sudeste e nordeste do país (ONO & KUBTIZA, 2003). Na região nordeste, essa atividade é mais antiga, com linhas de créditos específicos para a tilapicultura em tanque-rede nos açudes e grandes reservatórios, a exemplo, o que acontece no Estado da Paraíba (<http://www.secon.jpa.com.br/noticias/2002/julho/tanques>. Acesso em [set/2004](#)). Contudo, a implementação dessa atividade, em águas abertas, é mais recente para a região Sul e Sudeste, sustentando-se na criação da tilápia (CARVALHO *et al.* prelo) que é uma espécie exótica. De acordo com o Decreto nº 4.895, de 25 de novembro de 2003 e a Portaria IBAMA nº 145-N, de 29 de outubro de 1998 sua utilização na exploração da aqüicultura só será permitida em locais em que a espécie já esteja comprovadamente estabelecida no meio ambiente aquático.

A produção de peixes em tanque-rede possibilita o pronto aproveitamento de parte dos recursos hídricos disponíveis, dispensando o desmatamento de grandes áreas e a movimentação de terra, evitando potencializar os problemas de erosão e assoreamento de rios e lagos, que podem ocorrer na forma tradicional (tanques escavados). Assim, a produção de peixes em tanques-rede está abrindo grandes perspectivas para uma rápida expansão da piscicultura industrial no Brasil. Na concepção de KUBITZA (2003), esse crescimento só ocorrerá concomitante ao desenvolvimento dos outros seguimentos da cadeia produtiva, resultando em significativos ganhos para o país, por exemplo, com a geração de renda, e não apenas com a dependência de importação de pescado, como também para ampliar a pauta

de exportação brasileira como já está ocorrendo com a tilápia produzida e processada, contribuindo para o equilíbrio da balança comercial.

O atual governo federal, através da Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP/PR) junto com o Ministério do Meio Ambiente, está incentivando a ocupação, com o sistema de cultivo em tanques-rede, de até 1% das águas dos grandes reservatórios brasileiros, num programa que apresenta um forte apelo social. Contudo, isso se insere, numa questão conflitante, pois o programa se sustenta numa espécie exótica (tilápia do Nilo) e na legalização para a sua dispersão indiscriminada, cujos efeitos, em águas abertas e em unidades de conservação, são muito problemáticos (ORSI & AGOSTINHO, 1999; SANTOS & FORMAGGIO, 2000; LATINI & PETRERE, 2004). Portanto, a regularização dos projetos tem limitado o crescimento da atividade.

1.2 - A tilápia do Nilo e suas diferentes linhagens

A piscicultura brasileira tem como marco inicial a figura do pesquisador Rodolpho von Ihering, que, nas primeiras décadas do século XX, descobriu as técnicas de indução de desova (hipofisação) em espécies de peixes nativas e exóticas (NOMURA, 1977). Entretanto, a sua expansão começou a partir da década de 80 e vem se firmando como a atividade de produção de maior crescimento.

Segundo autores como WATANABE *et al.* (2002), dentre as várias espécies autóctones ou alóctones utilizadas em piscicultura comercial, tais como o pacu-guaçu - *Piaractus mesopotamicus*; tambaqui - *Colossoma macropomum* e seus híbridos; carpa - *Cyprinus carpio* e o bagre-do-canal -

Ictalurus punctatus, etc., a preferência por tilápias (*Oreochromis niloticus*, TREWAVAS, 1983) e seus afins, em diferentes sistemas de criação têm vários motivos. Essa espécie, pertencente à família dos ciclídeos, é originária da bacia do rio Nilo, no Leste da África, amplamente disseminada nas regiões tropicais e subtropicais, como em Israel, no Sudeste Asiático (Indonésia, Filipinas e Formosa) e no Continente Americano (USA, México, Panamá e por toda a América do Sul) (CARVALHO *et al.* 2006). Essa preferência deve-se, principalmente, às suas características biológicas e ecológicas. Assim, com base em KUBITZA, (2000) e CARVALHO *et al.* (2006), podemos elencar os seguintes caracteres: 1) rápido crescimento; 2) boa taxa de conversão alimentar; 3) capacidade de sobreviver em ambientes com altas densidades populacionais; e, 4) tolerância a condições ambientais adversas, como níveis baixos de oxigênio dissolvido, altos níveis de amônia e salinidade (até 35⁰/₀₀) (CASTAGNOLLI, com.pess.²) ampla variação do pH - entre 6 e 8,5 e altas temperaturas (sendo a ideal entre 26 e 28°C). Outra característica que confere vantagem “adaptativa” é possuir hábitos alimentares diversificados, ingerindo primariamente fitoplâncton e zooplâncton. Pode, também, alimentar-se de animais bentônicos, de detritos e de outros resíduos orgânicos, por exemplo, estrume, que complementam sua dieta. Na questão da comercialização e consumo, apresenta ótima aceitação de mercado, pois a sua carne é muito saborosa, suave e com pouca gordura.

As tilápias são tolerantes a doenças e parasitas. De acordo com MARTINS (1997), as doenças mais frequentes nas tilápias estão relacionadas com as alterações da qualidade da água e manejo, tais como a redução de OD, aumento na concentração de substâncias tóxicas, inadequado programa de

alimentação, que leva a deficiências nutricionais. Na literatura especializada, destacam-se algumas doenças relacionadas à qualidade da água e susceptibilidade a patógenos e parasitoses em peixes, como a “síndrome do sangue marrom”, provocada por excesso de nitrito na água; e “síndrome da bolha de gás (embolia)” devido à supersaturação de gases na água. Já, os problemas nutricionais levam aos sintomas como a baixa conversão alimentar/crescimento lento, coloração anormal, deformação na coluna, boca, brânquia, exoftalmia, etc (MARTINS, 1997).

Em termos de tilapicultura, KUBITZA (2000) relata que os sistemas de produção, utilizados no Brasil, são bastante diversificados em função de variáveis como a disponibilidade de água, as condições climáticas, o tipo de tecnologia empregado, etc. Essas situações alteram as taxas de produtividade, o custo de produção e a lucratividade conforme os sistemas de produção. Assim, sob a óptica zootécnica, para um adequado planejamento e otimização da produção em tilapicultura, o conhecimento de alguns conceitos e a quantificação na capacidade de suporte, biomassa crítica e econômica são necessárias, independente da forma de cultivo e estratégia de produção adotada.

Especificamente, para o sistema de produção em tanques-rede ter um bom rendimento na tilapicultura em águas abertas, como nos grandes reservatórios, por exemplo, no baixo rio Tietê – (CARVALHO,2006), primeiro se faz necessária a escolha do local adequado (áreas em baías, por exemplo), onde a água apresente boa qualidade, facilidade de acesso e de manejo dos tanques. E ainda, deve-se observar a presença de predadores, aquáticos ou não, do tipo lontra (*Lutra lutra*), aves – biguás (*Phalacrocorax brasilianus*) e

garças (*Egretta* sp) dos peixes piscívoros, principalmente as pirambebas (*Serrasalmus* sp), para poder adotar o melhor modelo de tanque, no que se refere a tipo e material da tela (que permita a renovação da água, evita escape dos peixes e a entrada de predadores e o crescimento de perifíton e algas), estrutura de suporte, etc. (MEDEIROS, 2002). Além disso, é necessário que a área escolhida ofereça uma boa taxa de renovação de água pelas correntes naturais, dentro dos tanques, afim de suprir o consumo de oxigênio pelos peixes e remover os seus dejetos e metabólitos. Cabe frisar que, em ambientes com correnteza acima de 10 metros/min, não é adequado utilizar esse sistema de cultivo (SCHMITTOU, 1997).

Em termos zootécnicos, as vantagens da utilização desse tipo de cultivo têm se mostrado insuperável, pois nessas gaiolas a biomassa pode atingir entre 200 a 300 peixes/m³ inicialmente, dependendo do local de cultivo (ZIMMERMANN, 2000), com ótimas taxas de sobrevivência e produção (TILÁPIAS EM TANQUES-REDE, 2004). Adotando algumas técnicas de manejo, como a de classificação dos peixes por lotes de tamanho, ao longo do cultivo, pode-se comercializar lotes com peso médio acima de 500 g com 100 a 120 dias de cultivo nos meses mais quentes do ano (outono/verão) (NAKAMURA - com. pessoal³).

O cultivo de tilápias e também de outras espécies de peixes em tanques-rede, enriquece o meio aquático com dejetos do metabolismo desse processo, gerando, em maior ou menor escala, a eutrofização artificial (TUNDISI, 2003). Desse processo, os principais contaminantes do ecossistema aquático são as diferentes formas de nitrogênio e fósforo, além de algum outro componente que pode estar incluso na ração (hormônios e antibióticos). Contudo, na ciclagem

desses nutrientes há aumento da produção de fitoplâncton (e zooplâncton) e da biomassa em toda a rede trófica (ESTEVES, 1998). De acordo com SCHMITTOU (1997), para que não ocorra uma rápida eutrofização dos grandes corpos d'água (reservatórios), recomenda-se uma taxa de arraçoamento de até 8 Kg de ração, por hectare, por dia; na prática, em sistema com 50 tanques-rede, ocupando área efetiva de 1 hectare, utiliza-se cerca de 300 kg de ração/dia (inf. pessoal- NAKAMURA), ou seja, mais de 30 vezes o recomendado.

1.3 - Os impactos ambientais decorrentes da tilapicultura: escapes e proliferação

CORTNAY & TAYLOR (1984), relatam que, desde a II Guerra Mundial, várias espécies de tilápias têm sido objeto de cultivo, onde as condições ambientais são adequadas. Em áreas onde ocorreu o estabelecimento dessas espécies, explosões populacionais foram acompanhadas de moderados a dramáticos declínios de populações de peixes nativos.

Assim, espécies exóticas desse grupo *Oreochromis niloticus* e *Tilapia rendalli*, introduzidas no Brasil em 1971 e 1953 (LOVSHIN, 2000), respectivamente, sendo a *Tilapia rendalli* utilizada ao combate às macrófitas aquáticas (MACHADO, 1976), “adaptaram-se” muito bem em condições de cativeiro e na natureza, tornando-se um importante pescado em regiões do semi-árido do Nordeste. Devido à inegável quantidade de experiências desastrosas, causadas pela introdução acidental ou intencional dessas espécies não nativas em diferentes partes do mundo, elas são consideradas espécies invasoras e dominantes em certos reservatórios da região sudeste do

Brasil. Tanto que, atualmente, os seus escapes de sistema de piscicultura (ORSI & AGOSTINHO, 1999) e a conseqüente proliferação em águas abertas públicas (represa de Barra Bonita - SP, por exemplo) são considerados como uma “poluição biológica”. Esses escapes são introduções não intencionais que ocorrem devido às grandes cheias (CRIVELLI, 1995; ORSI & AGOSTINHO, 1999; SMITH, 1999; NAYLOR *et al.* 2001) que rompem as pequenas barragens em piscicultura intensiva e pesque-pagues. Outra causa desses escapes é o ataque de peixes do tipo pirambebas (*Serrasalmus* sp) e o manuseio inadequado da estrutura do tanque-rede com o rompimento de suas malhas ou a colocação de lotes de peixes heterogêneos, com os menores escapando pelo vão das malhas e ganhando as águas abertas.

Alguns pesquisadores citam as principais razões da presença das tilápias em águas abertas, tais como o abandono de iscas vivas (menor probabilidade), acidente da natureza com tanque escavado (ORSI & AGOSTINHO, 1999) ou ainda a criação “clandestina” em tanques-rede em águas abertas.

Assim, quando suas populações se estabelecem, isto é, reproduzem excessivamente em ambientes represados, como açudes e represas, já que a utilização de linhagens monossexo não é 100% garantida (CARVALHO & FORESTI, 1996), promovem drásticas alterações no ecossistema aquático. Essas alterações levam ao desequilíbrio, em termos de composição da fauna de peixes (competição), e também promovem alterações significativas no habitat, como a construção de ninhos, a redução dos locais de postura das espécies nativas ou a supressão de substrato para alimentação e abrigo dos peixes nativos (CARVALHO, 1985, AGOSTINHO & JÚLIO JR, 1996). Tais fatos

levam ao nanismo que é caracterizado pelo menor crescimento dos peixes como resultado da explosão populacional e competição por espaço-alimento (AGOSTINHO & JÚLIO JR, 1996).

2. OBJETIVOS

- Caracterizar a produção de tilápia em novos sistemas de tanques-rede, na represa de Jurumirim (Alto Rio Paranapanema), no contexto da responsabilidade sócio ambiental.
- Avaliação do desempenho zootécnico da produção comercial de linhagem monossexo de tilápia - do – Nilo.
- Caracterizar a biologia populacional dessa produção.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - Localização dos tanques-rede

A coleta de dados de produção de tilápias foi realizada no sistema de tanques-rede da Fazenda Três Fios no reservatório de Jurumirim, no Alto Rio Paranapanema. O local de estudo situa-se a 10 km da cidade de Paranapanema, no reservatório de Jurumirim, apresentando uma área para alocação dos tanques-rede de aproximadamente 22.700 m², junto a um dos braços da represa de Jurumirim (Figura 1).

O rio Paranapanema pertence à bacia do Alto Rio Paraná, sendo formada pelos grandes rios: Paranapanema, Taquari, das Cinzas, Tibagi, Pardo e os seus afluentes. A sua bacia abrange aproximadamente uma área de 100.800 Km², da qual 53% estão localizadas no norte do Estado do Paraná e 47% na região sudeste do Estado de São Paulo (PAIVA, 1982). Ao longo do eixo do rio principal (Paranapanema) existem dez empreendimentos (usinas hidroelétricas e reservatórios) num sistema de cascata (AGOSTINHO *et al.* 1995) (Figura 2).

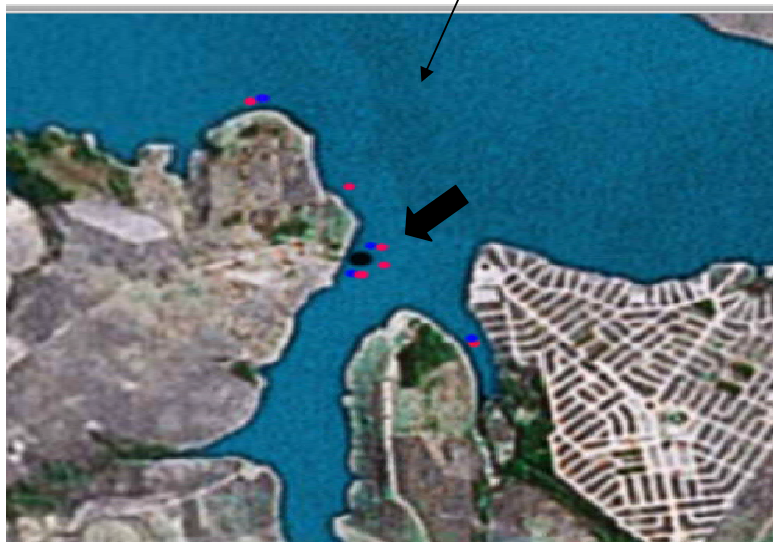
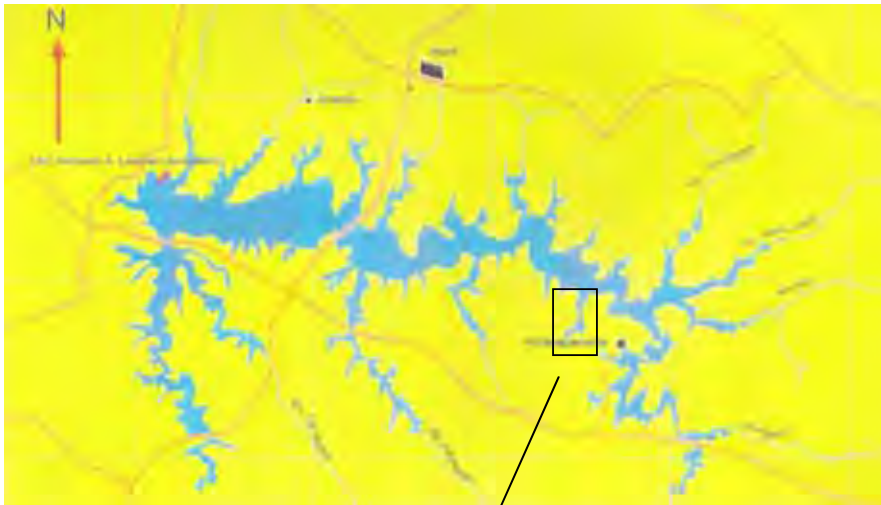


FIGURA 1 – Mapa da represa de Jurumirim; em destaque a área de estudo; imagem de satélite (Google earth), apresentando em preto o sistema de tanques-rede, e em vermelho os trechos amostrados.

(*Hoplias lacerdae*), tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da carpa (*Cyprinus carpio*), (CESP, 1996), sendo que há registro de captura, em pesca artesanal e esportiva, apenas de curimatá e pacu.

Nesse panorama, inserem-se as implantações de tanque-rede no reservatório de Jurumirim, com o incentivo e participação do governo e sociedade civil, promovendo essa atividade nas lagoas marginais e em trechos de transição rio/represa (CARVALHO *et al.* 2003; MARCUS, 2000).

Foram realizadas avaliações mensais sobre a tilapicultura, de três ciclos de produção (engorda e comercialização), sendo os ciclos estimados em 05 meses no período de primavera/verão, e em 07 meses no outono/inverno (NAKAMURA, inf. pessoal).

3.2 - Manejo da produção de tilápias em tanques-rede no Jurumirim

Foram implantados 10 tanques, fabricados com armação de barras de ferro e tela de aço revestida de PVC, malhagem de 17 mm (fio 3/4”), com um volume útil de 6m³ para juvenis, e 20 tanques com volume útil 18m³ para engorda. Os tanques foram instalados em 3 fileiras paralelas, distando 5 metros umas das outras, e foram amarrados entre si com cordas de nylon a uma distância de 1m. As cordas foram estendidas até a margem e presas para evitar deslocamentos (Figura 3).



FIGURA 3 – Vista da área de estudo: dois tipos de tanques-rede em três fileiras paralelas; funcionário responsável. Seta: o sentido da correnteza.

Para o primeiro ciclo de acompanhamento de engorda, foram estocados entre 2.000 a 3.000 indivíduos, juvenis, de tilápias monossexo masculina, *Oreochromis niloticus*, com peso entre 20 e 40g, com densidade de estocagem ao redor de 500 peixes/m³. Para as avaliações biométricas (comprimento, peso, taxa de conversão alimentar, etc.) por coleta, foram amostrados entre 40 a 60 exemplares de cada tanque, capturados com um puçá e mantidos em baldes d'água com aeração. Esses exemplares foram medidos (Ls – comprimento padrão) e pesados (em g), individualmente, utilizando-se de ictiômetro (com precisão de 0,1 cm) e balança analítica. Também, foram obtidos dados sobre as quantidades e taxas de arraçoamento (tipo/composição e fornecedor da ração, etc.), os quais foram ajustados, empiricamente, ao longo do acompanhamento da engorda.

Com o crescimento diferencial e exacerbado das tilápias, os produtores utilizam uma técnica para melhorar a eficiência do desempenho, que consiste em classificar, empiricamente, e sub-dividir os peixes em dois ou mais lotes

homogêneos (tanques de engorda) em termos de tamanho e peso. Este processo é conhecido como classificação e repicagem, cujos lotes podem formar a cabeçaira (o maior), o meio (intermediário) e o fundo (o menor) como exemplificado na Figura 4.

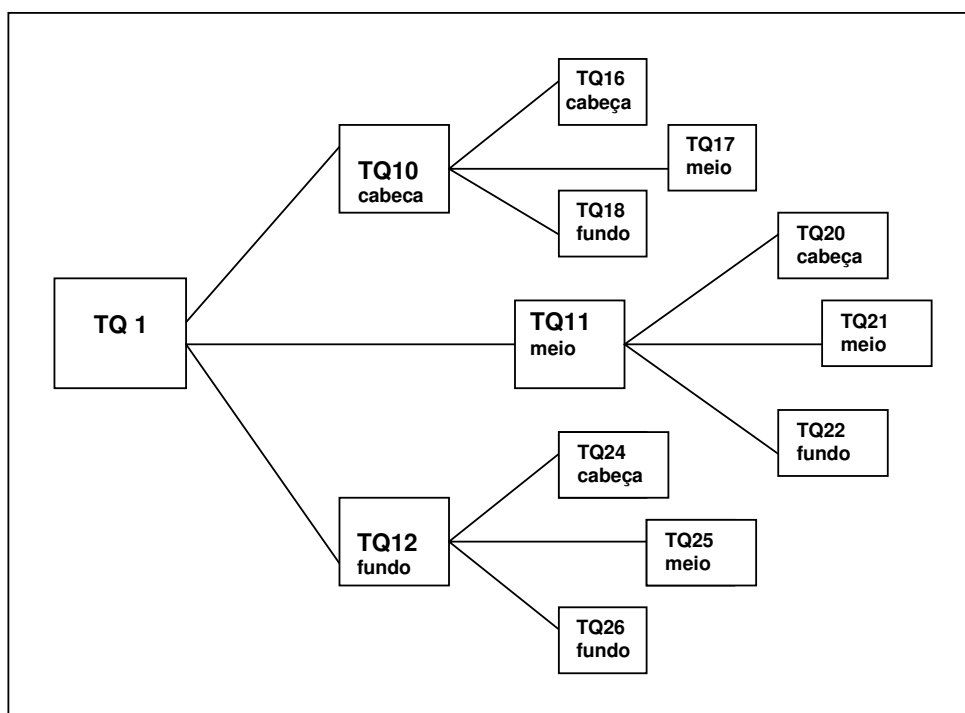


FIGURA 4 – Esquema do processo de classificação ou repicagem

Especificamente, no 1º ciclo de cultivo iniciamos a análise do desempenho zootécnico (em dez/04) em dois lotes de peixes, os quais, ao longo do cultivo, originaram duas rotas diferentes (rotas TQ1-13 e TQ2-12) devido aos processos de seleção e repicagem dos tanques/peixes. Neste ciclo a única repicagem ocorreu aos 60 dias de cultivo. Em fevereiro/05, foi dado início à análise zootécnica do 2º ciclo, com mais 2 lotes de cultivo, no mesmo trecho do reservatório de Jurumirim, que deram origem às rotas denominadas

de TQ4-14 e TQ4-17. Este ciclo sofreu apenas uma repicagem aos 30 dias de cultivo.

Assim, resultou o que nomeamos rotas (lotes) de avaliação do desempenho, sendo acompanhados do início até as suas despesas (comercialização).

Também, para a análise do desempenho zootécnico foram realizadas avaliações biométricas, mensais, dos lotes, com o intuito de estabelecer modelos matemáticos determinísticos populacionais de crescimento, tais como as curvas de crescimento em comprimento e peso, a relação peso/comprimento e o fator de condição, conforme as técnicas propostas por SANTOS (1978) e CARVALHO *et al.* (2003). Também foram quantificados: peso médio inicial e final dos peixes em cada lote de estudo; taxas: 1) de ganho de peso individual (g/dia), 2) conversão alimentar aparente e de eficiência protéica, 3) sobrevivência e 4) taxa de crescimento específico (CE), com base nas técnicas de CARVALHO (1992) e GOMES *et al.* (2000).

Além disso, foi verificado durante este estudo, em algumas amostras e fases de cultivo, a possível ocorrência de fêmeas e os seus respectivos estádios de maturação das gônadas, segundo as técnicas de VAZZOLLER (1996) e, também, do seu estado geral (grau de engorda e a presença ou não de ectoparasitas, tipo *Lernaea* sp e trematódeos, em geral), conforme PAES *et al.* (2003).

Foram determinadas algumas medidas dos fatores físico-químicos como temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica da água dos tanques-rede, utilizando-se de um aparelho multi-parâmetros portátil Horiba (modelo U-22) e a transparência da água (cm) com o disco de Secchi.

As variáveis foram analisadas durante os meses de janeiro a setembro/2005, sendo que o primeiro lote de cultivo foi de dezembro/2004 a maio/2005, e o segundo de fevereiro a setembro/2005.

3.3 - Análise dos dados

Especificamente, a partir dos dados biométricos de comprimento padrão (L_s) e peso total (W_t), foram obtidas as seguintes relações biométricas:

Relação comprimento padrão/peso total

Foi obtida conforme SANTOS (1978), o seguinte modelo matemático, com base nas variáveis L_s (independente) e W_t (dependente), plotadas graficamente:

$$W_t = \phi L_s^\theta, \text{ onde:}$$

W_t = peso total dos indivíduos no instante t ; L_s = comprimento padrão dos indivíduos no instante t ; ϕ = fator de condição, relacionado com o grau de engorda dos indivíduos; θ = constante relacionada com o tipo de peixe (determinado geneticamente) que deve ser constante para a espécie, nas mesmas condições (LE CREN, 1951, apud CARVALHO, 1992).

Os valores de ϕ e θ foram estimados pelo método dos mínimos quadrados, após transformação logarítmica dos dados empíricos de L_s e W_t , demonstrando haver relação linear entre essas duas variáveis, transformadas através da expressão:

$$\ln W_t = \ln \phi + \theta \ln L_s$$

Fator de condição específico

Esse termo refere - se às variações específicas da relação individual do peso total/comprimento padrão, que indica condições “fisiológicas” (bem estar, acúmulo de gordura, desenvolvimento das gônadas, etc.) do peixe, individualmente (LE CREN, 1951, apud CARVALHO, 1992; ROSSI WONGSTCHOWSKI, 1977). Determinado pela fórmula:

$$\phi = \frac{W_t}{L_t^\theta} \text{ onde,}$$

ϕ = fator de condição; W_t = peso total médio dos indivíduos no instante t; L_s = comprimento padrão médio no instante t; θ = constante relacionada com o tipo de crescimento dos indivíduos da espécie, obtida da relação peso total/comprimento padrão de todos os indivíduos amostrados nas biometrias.

Curva de crescimento em comprimento padrão

Para a obtenção da curva foram agrupados os dados de comprimento padrão médio por tempo de cultivo (t) das amostras coletadas em diferentes intervalos de tempos, de cada tanque amostrado, para os quais serão aplicados o modelo matemático proposto por VON BERTALANFFLY (1938) apud CARVALHO (1992), onde:

$$L_s = L_\infty [1 - e^{-k(t + t_0)}], \text{ onde:}$$

L_s = comprimento padrão médio dos indivíduos com idade t; L_∞ = comprimento máximo que em média, os indivíduos possam atingir (valor assintótico); e =

base dos logaritmos neperianos; k = parâmetro relacionado com a velocidade do crescimento; t = idade dos indivíduos; t_0 = parâmetro relacionado com o tamanho dos indivíduos ao nascer (L_0). Entretanto para o cultivo foi adaptada a seguinte fórmula:

$$L_s = L_{\infty} [1 - e^{-k(T + Te)}], \text{ onde:}$$

L_s = comprimento (total ou padrão) médio dos indivíduos no tempo de cultivo (t); L_{∞} = comprimento máximo que em média os indivíduos possam atingir (valor assintótico); e = base dos logaritmos neperianos; k = parâmetro relacionado com a velocidade do crescimento; T = tempo de cultivo; Te = fator de correção do tempo de cultivo (relacionado com a idade do indivíduo no instante de estocagem e o tempo de cultivo) (SANTOS, 1978).

Curva de crescimento em peso total

A expressão matemática da curva de crescimento em peso foi obtida pelo método dedutivo (SANTOS, 1978):

$$L_s = L_{\infty} [1 - e^{-k(T + Te)}] \quad \text{e} \quad W_t = \phi L_s^{\theta}$$

Assim ficando expresso por:

$$W_t = W_{\infty} [1 - e^{-k(T + Te)}]^{\theta}, \text{ onde:}$$

W_{∞} = peso máximo que, em média os indivíduos podem atingir (valor assintótico de W_t); e = base dos logaritmos neperianos; k = parâmetro

relacionado com a velocidade do crescimento; **T** = tempo de cultivo; **Te** = fator de correção do tempo de cultivo; **θ** = parâmetro relacionado com o tipo de crescimento.

Curva de biomassa

A curva de biomassa é definida como variação do peso de todos os indivíduos nos tanques de cultivo (SANTOS, 1978) e foi obtida conforme a expressão matemática.

$$B_T = R.W_{00}.e^{(-MT)} [1 - e^{(-K(T+Te))}]^{\theta}, \text{ onde}$$

B_T = biomassa no instante T; **R** = número de indivíduos estocados; **MT** = taxa de sobrevivência em cada intervalo de tempo T; **Te** = fator de correção do tempo de cultivo; **θ** = parâmetro relacionado com o tipo de crescimento.

Para determinar MT, utiliza-se a expressão matemática:

$$M = -\ln S/t, \text{ onde}$$

M = coeficiente de mortalidade; **-lnS** = logaritmo natural de taxa de sobrevivência e **t** = tempo transcorrido.

Para determinar S, utiliza-se a expressão matemática:

$$S = N_t/N_0, \text{ onde}$$

S = taxa de mortalidade; **N_t** = número de indivíduos no instante final e **N₀** = número de indivíduos no instante inicial.

Ganho de peso e taxa de crescimento

Foi determinado conforme CARVALHO (1992), pelas seguintes expressões matemáticas:

$$\mathbf{GP} = \mathbf{Pf} - \mathbf{Pi}/\mathbf{T} \quad \text{e} \quad \mathbf{TC} = 100 (\mathbf{LnPf} - \mathbf{LnPi}) / \mathbf{T}, \text{ onde:}$$

GP = ganho de peso (g); **Pf** = peso final (g); **Pi** = peso inicial (g); **TC** = taxa de crescimento (g/dia); **T** = tempo de cultivo (dias).

Sobrevivência ao final do cultivo

Também foi determinada conforme CARVALHO (1992), discriminada pela seguinte expressão matemática:

$$\mathbf{SF} = \mathbf{Nf}/\mathbf{Ni} \times 100, \text{ onde:}$$

SF = taxa de sobrevivência; **Nf** = número total de indivíduos ao final do cultivo;

Ni = número inicial de indivíduos estocados.

3.4 - Estimativa teórica da taxa de efluentes (TE)

Foi estimado segundo Carvalho (inf. pessoal), com base na biomassa total final e taxa de conversão alimentar final, a TE (taxa de efluente teórica) por m³ de tanque-rede, segundo a fórmula:

$$\mathbf{TE} = (\mathbf{BT} \times \mathbf{CAA}) - \mathbf{BT}, \text{ onde:}$$

BT x CAA = quantidade de ração utilizada no período; **BT** = kg de peixe/m³ de tanque/rede; **CAA** = conversão alimentar aparente final do respectivo tanque.

Consideramos essa informação importante, pois sabendo o número total de tanques e o respectivo volume, pode-se extrapolar a biomassa total da carga de efluente, disponibilizada por todo o sistema de tanques-rede num dado momento ao meio aquático.

3.5 - Estimativa da disponibilidade do fósforo orgânico no meio aquático (água e sedimento).

Segundo Carvalho (inf. pessoal), pode-se utilizar uma técnica simples de estimar a disponibilidade do fósforo, oriundo da ração ao meio aquático, partindo do pressuposto de que o teor de fósforo na ração é de 0,50 a 0,60% (Ração das Marca GUABI e FRI-ACQUA). Assim, cada tonelada de ração contém 5,0 a 6,0 kg de fósforo, e o pescado (a tilápia em tanques-rede) incorpora 23% desse teor, liberando, portanto 77% no meio aquático (água e sedimento). Então, para o cálculo da disponibilidade do fósforo, pode-se utilizar a seguinte expressão matemática (ALVES & BACCARIN, 2005).

$$\text{DPO} = \text{RF} (\text{TPR} \times \text{IFD}), \text{ onde:}$$

DPO = disponibilidade do fósforo orgânico (kgP/m³);

$$\text{RF (Ração Fornecida)} = \text{BT} \times \text{CAA}, \text{ onde:}$$

BT = kg de peixe/m³ de tanque/rede; **CAA** = conversão alimentar aparente final do respectivo tanque; **TPR (Teor de Fósforo na Ração)** = 0,005 ou 0,006/kg (em função da formulação/marca); **IFD** = 0,77 (índice do fósforo disponibilizado, isto é, não incorporado no pescado).

3.6 - Análise de dados estatísticos

Os dados de produção zootécnica, bem como dos fatores físico-químicos da água, na sub-superfície dos tanques-rede, foram submetidos a diferentes análises estatísticas: estatística descritiva, testes de hipóteses, análise de variância ANOVA, etc., utilizando-se principalmente, os programas e pacotes computacionais do tipo EXCEL, PCORD, BIODAP e STATISTICA, fundamentados em SOKAL & ROHLF (1995).

4 – RESULTADOS

4.1 – Os primeiros lotes de cultivo em análise:

Na Tabela 1 estão apresentados às avaliações zootécnicas. Os cerca de 3000 alevinos de tilápias dessas rotas/tanques foram confinados numa densidade de aproximadamente 500 peixes/m³. Especificamente, esses peixes foram cultivados e comercializados durante um período de 90 (rota TQ 1-13) até 150 dias (rota TQ 2-12), com pesos médios finais variando de 324,88g para a rota 1-13 (90 dias de cultivo) e 474,50g para a rota 2-12 (150 dias de cultivo). Foram divididos (repicagem) para outros tanques-rede de 18 m³, com uma redução estimada nas suas densidades de 500 para 125 (rota TQ 1-13) e 150 peixes/m³ (rota TQ 2-12). Assim, pode-se notar que na rota TQ 2-12 obteve-se tantos valores mínimos como máximos nas taxas de ganho de peso diário, sendo de 1,61 até 4,62 g/dia, respectivamente. Enquanto que para a rota TQ 1-13 foram obtidos valores entre 2,65 e 4,03 nas taxas de ganho de peso diário.

Já, as taxas de conversão alimentar aparente variaram de 5,43 (rota TQ 1-13) e 3,13 (rota TQ 2-12), enquanto que a taxa de efluente (TE), derivada do processo de tilapicultura, foi maior para o lote da rota TQ 2-12 (46,47 Kg/m³/tanque) em relação à rota TQ 1-13 (28,54 Kg/m³/tanque). Quando se avalia crescimento específico no período de cultivo, percebe-se que o lote da rota TQ 2-12 teve valor mais baixo (2,22g/dia) que o lote da rota TQ 1-13 (3,32g/dia).

TABELA 1 - Avaliação zootécnica do cultivo de *Oreochromis niloticus* no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP) para rotas 1-13 e 2-12. Wt= peso total; BT = biomassa total; DE= densidade de estocagem; GP= ganho de peso diário; CE= crescimento específico (% ganho de peso/dia); CA= conversão alimentar; TS= taxa de sobrevivência e TE= taxa de efluente.

Rota TQ 1-13	Wt médio	BT (Kg/m ³)	DE (n ^o peixes/m ³)	GP (g/dia)	CE (%peso/dia)	C.A.	TS (%)	TE (Kg/m ³)
15/12/04	16,33	8,17	500	0	0		0	
18/01/05	95,71	46,80	489	2,65	5,90			
16/02/05	216,54	27,03	125	4,03	2,72			
15/03/05	324,88	39,74	122	3,61	1,35	5,43	97,76*	28,54

Obs: tempo total de cultivo = 90 dias; GP médio (g/dia) = 3,43; CE(%peso/dia)= 3,32;

* = estimativa da repicagem de quatro lotes

Rota TQ 2-12	Wt médio	BT (Kg/m ³)	DE (n ^o peixes/m ³)	GP (g/dia)	CE (%peso/dia)	C.A.	TS (%)	TE (Kg/m ³)
15/12/04	16,90	8,45	500	0	0		0	
18/01/05	81,37	39,97	491	2,15	5,24			
16/02/05	129,69	19,81	153	1,61	1,55			
15/03/05	219,19	32,80	150	2,98	1,75			
19/04/05	335,92	49,53	147	3,89	3,17			
16/05/05	474,50	68,94	145	4,62	1,15	3,13	87,00*	46,47

Obs: tempo de cultivo = 150dias; GP médio (g/dia) = 3,05; CE(%peso/dia) =2,22;

* = estimativa da repicagem de três lotes.

Nas Figuras 5 A e 5 B está representada a relação Ls/Wt para dois lotes de tilápia tailandesa, *Oreochromis niloticus*, denominados rota TQ 1-13 e rota TQ 2-12, no período de 90 e 150 dias, respectivamente, em tanques-rede, com suas expressões matemáticas e coeficientes de determinação (R²).

As tilápias desses dois lotes apresentam crescimento do tipo isométrico, sendo o valor de b igual a 3,0344 para a rota TQ 1-13, e 2,9786 para a rota TQ 2-12. Com base no coeficiente de determinação, constata-se que há uma forte correlação entre as variáveis, comprimento padrão e o peso total, sendo os valores de R² igual 0,9895 para rota TQ 1-13, e 0,9787 para a TQ 2-12. No entanto, observaram-se discrepâncias acentuadas entre valores de peso máximo (e comprimento padrão) entre as duas rotas, com os indivíduos atingindo valores de 465g, ao final do cultivo para a rota TQ 1-13 (Figura 5A), e até 771g na rota TQ 2-12 (Figura 5B).

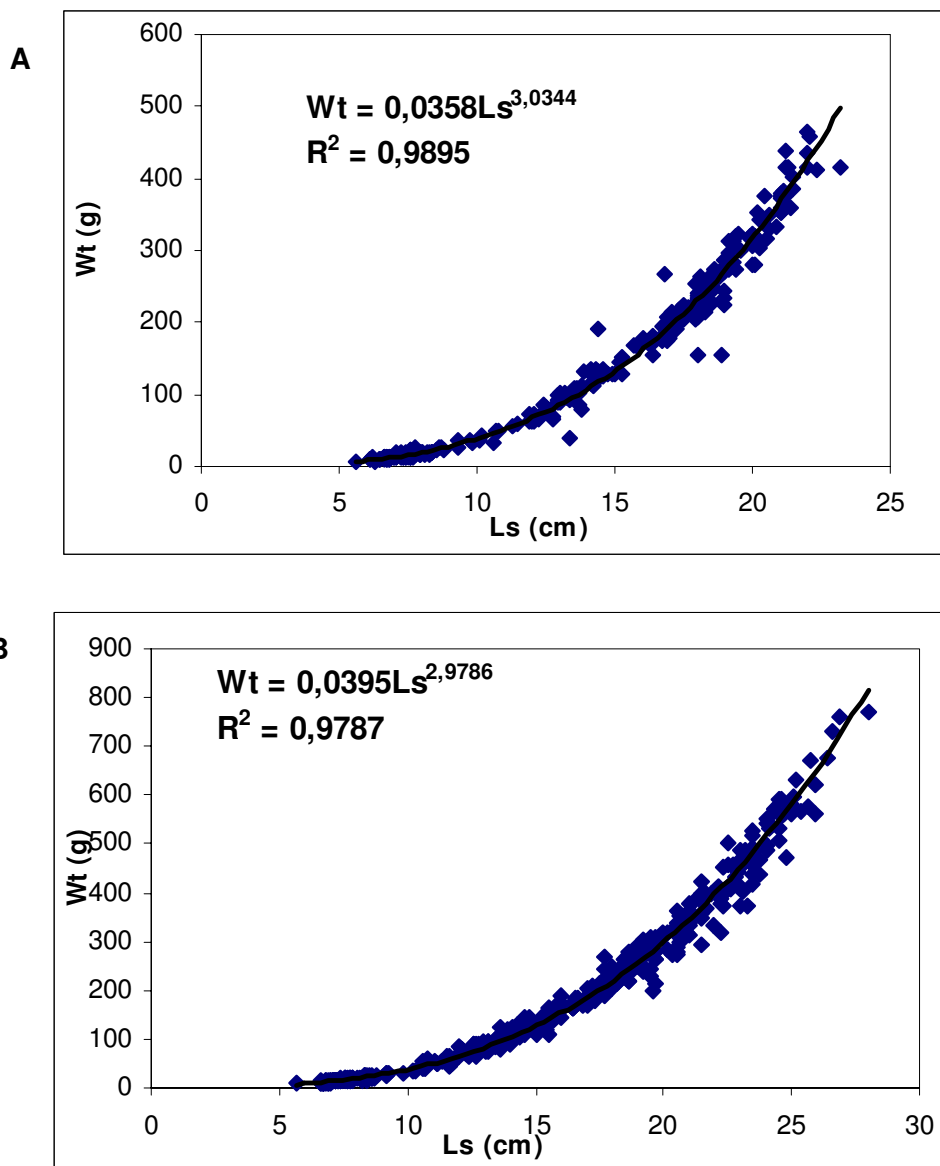


FIGURA 5 – Relação peso total/comprimento padrão (Wt/Ls) em dois lotes de *Oreochromis niloticus*, nos períodos de 90 e 150 dias de cultivo no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), com as respectivas expressões matemáticas e coeficientes de determinação (R^2). A – Rota 1-13; B – Rota 2-12.

A estatística descritiva referente aos dados do comprimento padrão (Ls) e do peso total (Wt) está representada na Tabela 2. Assim, pode-se observar que as médias (e desvio padrão) do Ls para a rota TQ 1-13 e TQ 2-12 foram de $13,78 \pm 5,18$ e $15,53 \pm 5,85$, respectivamente. Já, para o Wt, os valores foram de $147,22 \pm 126,68$ (rota TQ 1-13) e $199,01 \pm 178,30$ (rota TQ 2-12). Também,

pode-se observar que os pesos máximos atingidos em cada rota foram bem discrepantes, sendo na rota TQ 1-13 de 465,40 g, enquanto que na rota TQ 2-12 de 771,00 g, devido ao maior tempo de cultivo (150 dias).

TABELA 2 – Estatística descritiva dos valores de comprimento padrão (Ls) e peso total (Wt) do cultivo de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), para as rotas 1-13 e 2-12 em 90 e 150 dias de cultivo, respectivamente.

Dados Estatísticos	Rota TQ 1-13		Rota TQ 2-12	
	Ls	Wt	Ls	Wt
Média	13,78	147,22	15,53	199,01
Erro padrão	0,32	7,72	0,30	9,15
Desvio padrão	5,18	126,68	5,85	178,30
Variância	26,82	16047,17	34,27	31792,22
Mínimo	5,60	6,20	5,70	8,70
Máximo	23,20	465,40	28,00	771,00
Soma	3707,10	39602,00	5900,00	75624,66
N	269	269	380	380
Intervalo de confiança (95,0%)	0,62	15,21	0,59	17,98

Na Tabela 3 estão relacionados alguns resultados da estatística descritiva (média, amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação) para o fator de condição das duas rotas em análise.

Assim, pode-se observar que as médias (e desvio padrão) do fator de condição para a rota TQ 1-13 e TQ 2-12 foram de $0,036 \pm 0,005$ e $0,040 \pm 0,004$, respectivamente. Também, nota-se que há diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$) entre as suas médias, enquanto que para os valores dos coeficientes de variação (12,61 e 10,08 %) para as rotas TQ 1-13 e TQ 2-12, respectivamente, mostram que as amostras são homogêneas, porém apresentam diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$) entre seus valores.

TABELA 3 – Medidas do fator de condição do cultivo de *Oreochromis niloticus* no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), para a rota TQ 1-13 e TQ 2-12 em 90 e 150 dias de cultivo, respectivamente.

Rota	N de biometrias	Amplitude de variação	média	Desvio padrão	Coef. variação (%)
TQ 1-13	4	0,015 - 0,033	0,036 _a	0,005	12,609 _c
TQ 2-12	6	0,028 - 0,039	0,040 _b	0,004	10,077 _d

Entre a e b existe diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$) pelo Teste Tukey.
Entre c e d, existe diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$) pelo Teste Tukey.

A Figura 6 representa a variação do fator de condição em função do tempo de cultivo, sendo que para a rota TQ 1-13 seu valor aumentou da 1ª para a 2ª biometria e depois sofreu um leve decréscimo nas biometrias seguintes. Na outra rota (TQ 2-12), o fator de condição também aumentou da 1ª para a 2ª biometria, sofrendo queda brusca desta para a 3ª, e quase estabilizando nas biometrias seguintes.

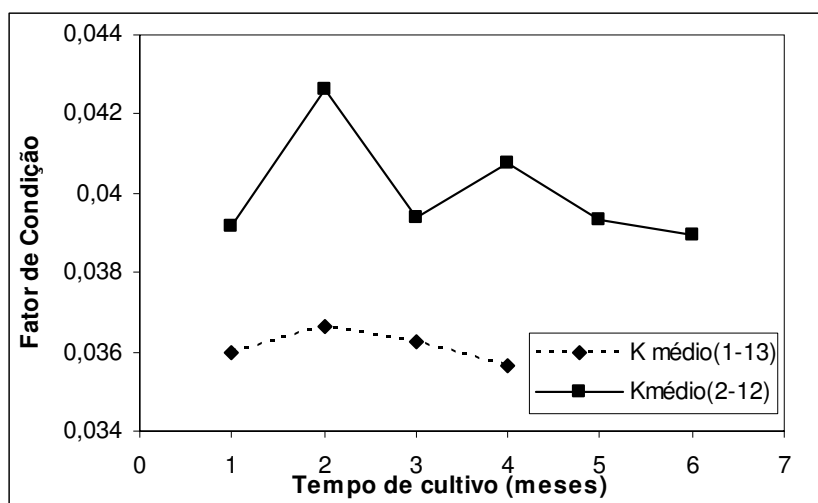


FIGURA 6 - Variação do fator de condição de dois lotes de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), rota TQ 1-13 e rota TQ 2-12 no período de 90 e 150 dias de cultivo, respectivamente, em tanques-rede.

Nas Figuras 7A e 7B estão representadas as curvas teóricas do crescimento em comprimento padrão (Ls) com os respectivos pontos empíricos para as rotas TQ 1-13 e TQ 2-12, ajustadas pelo método de Von Bertalanffy

(1939). Na expressão matemática dessas curvas o L^∞ foi de 23,89 cm e o valor de k de -0,4922 para a rota TQ 1-13, sendo que o lote teria atingido a assíntota teórica a partir do 8º mês de cultivo. Contudo, esse lote foi despedido no 4º mês de cultivo. Para a rota 2-12, L^∞ foi de 29,12 cm e o valor de k de -0,2351, sendo que o lote teria alcançado a assíntota teórica apenas a partir do 12º mês de cultivo, mas foi despedido e comercializado já no 7º mês de cultivo.

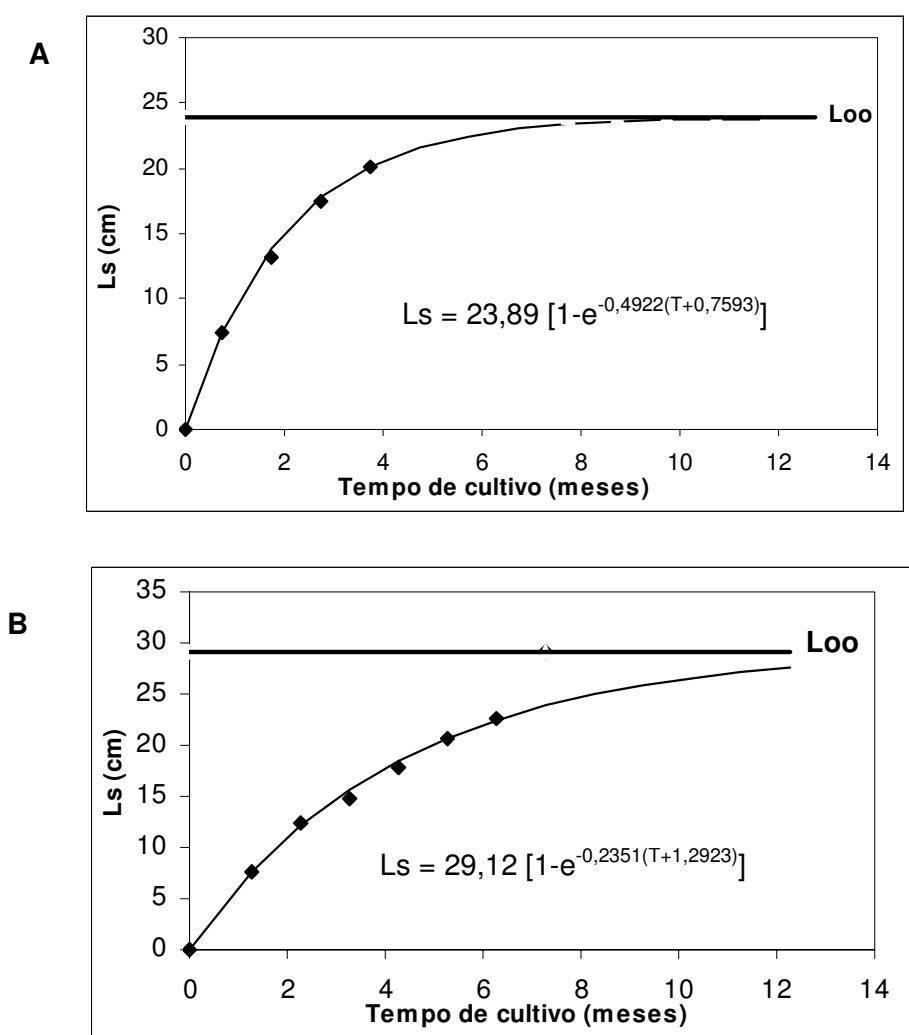


FIGURA 7 – Curva de crescimento em comprimento padrão dois lotes de *Oreochromis niloticus*, no período de 90 e 150 dias de cultivo, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), com as respectivas expressões matemáticas. A – rota TQ 1-13; B – rota TQ 2-12.

As curvas teóricas do crescimento em peso total (Wt), em função do tempo de cultivo e respectivas expressões matemáticas, para as rotas TQ 1-13 e TQ 2-12, são apresentadas nas Figuras 8A e 8B. Especificamente, na rota 1-13 observa-se um bom ajuste aos seus pontos empíricos, com o W_{∞} (assíntota), sendo atingido com 549,30 g, enquanto que para a rota TQ 2-12 não se obteve um bom ajuste, pois o W_{∞} teórico (918,67 g) só seria atingido no tempo infinito.

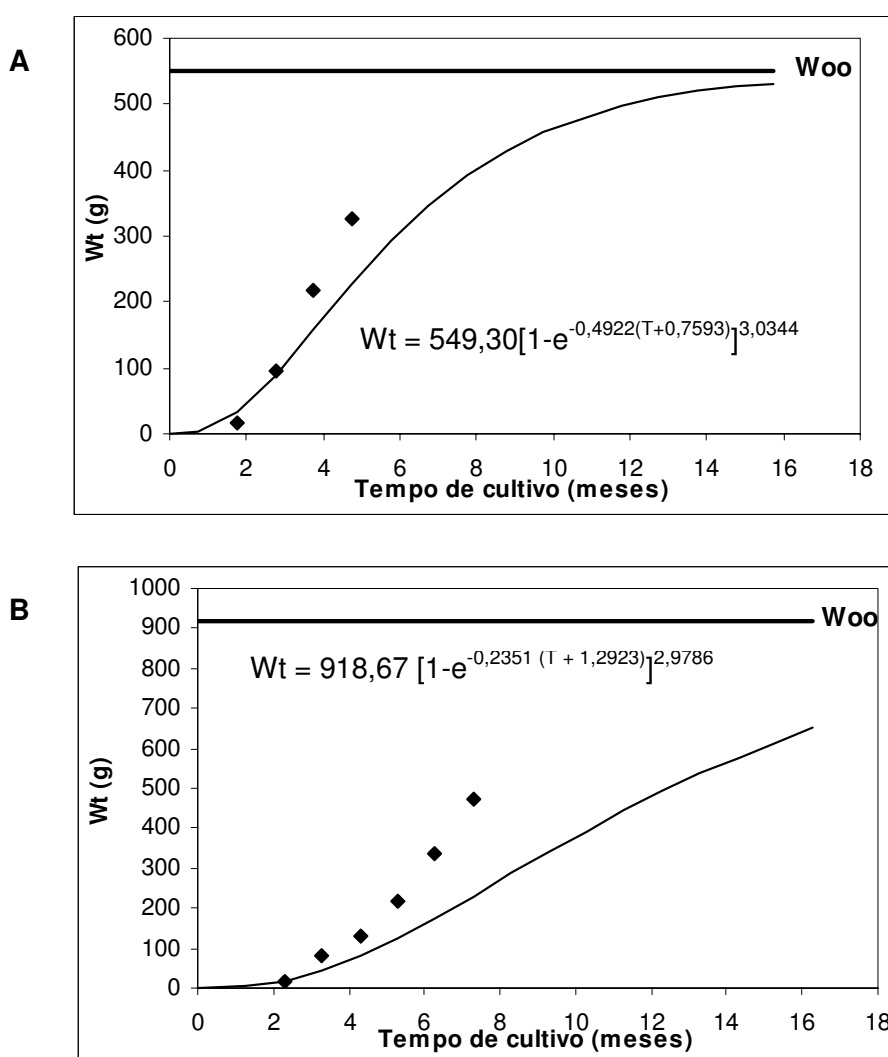


FIGURA 8 – Curva de crescimento em peso total de dois lotes de *Oreochromis niloticus*, no período de 90 e 150 dias de cultivo, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), com seus pontos empíricos e expressões matemáticas. A – rota TQ 1-13; B – rota TQ 2-12.

Na Tabela 4, estão representados o índice de rendimento de biomassa (I_B), a biomassa máxima ($B_{m\acute{a}x}$) e o instante de biomassa máxima ($T_{B_{m\acute{a}x}}$) para as rotas TQ 1-13 e TQ 2-12, na qual se percebe nítidas diferenças entre essas rotas, sendo que a TQ 1-13 foi zootecnicamente bem superior, pois ela apresenta o melhor índice de rendimento (155,07) que a rota TQ 2-12 com 125,88.

TABELA 4 – Índice de rendimento de biomassa (I_B), biomassa máxima ($B_{m\acute{a}x}$) e instante de biomassa máxma ($T_{B_{m\acute{a}x}}$) do cultivo de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), para a rota TQ 1-13 e TQ 2-12 em 90 e 150 dias de cultivo respectivamente.

Rota	I_B	$B_{m\acute{a}x}$ (Kg)	$T_{B_{m\acute{a}x}}$ (meses)
TQ 1-13	155,07	830,55	5,36
TQ 2-12	125,88	1725,54	13,70

Na Figura 9A e 9B estão representadas as curvas teóricas da biomassa total em função do tempo de cultivo para os lotes das rotas TQ 1-13 e rota TQ 2-12. Também, percebem-se nítidas diferenças entre essas rotas, sendo que na TQ 1-13 o lote atingiu a biomassa total máxima no 4° mês de cultivo, enquanto que o lote da rota TQ 2-12 só iria atingir a biomassa total máxima a partir do 14° mês de cultivo.

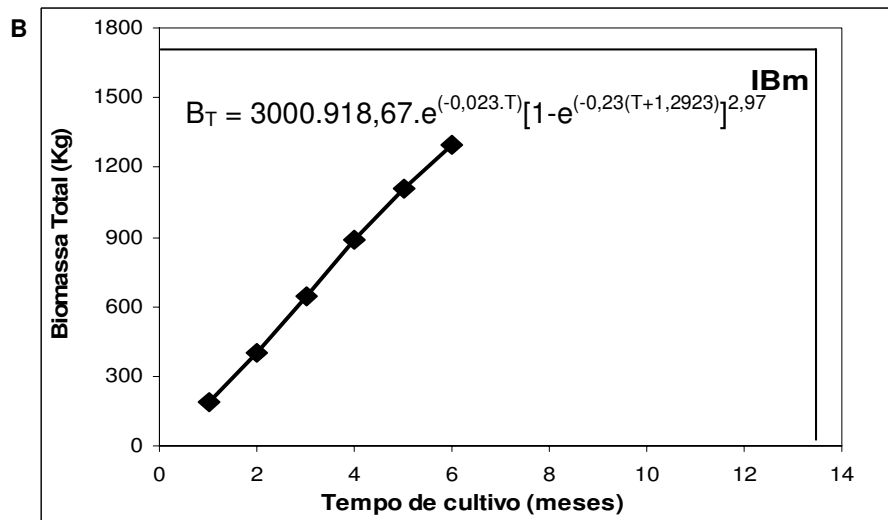
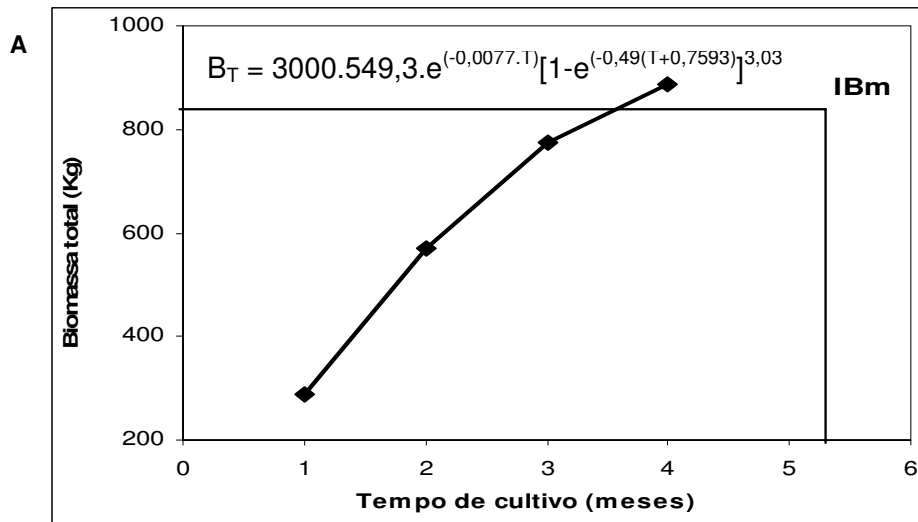


FIGURA 9 – Curva de biomassa total em tempo de cultivo de dois lotes de *Oreochromis niloticus*, no período de 90 e 150 dias de cultivo, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), com as respectivas expressões matemáticas. A – Rota TQ 1-13; B – Rota TQ 2-12.

4.2 - Os segundos lotes de cultivo em análise:

As avaliações zootécnicas desses lotes de cultivo estão representadas na Tabela 5. Da mesma forma que os lotes anteriores (3.000 indivíduos por tanque em uma densidade de aproximadamente 500 peixes/m³/tanque) esses lotes foram cultivados e comercializados depois de 208 dias, com pesos médios finais variando de 873,74g para a rota TQ 4-14 e 734,32g para a rota TQ 4-17. Esses lotes sofreram uma repicagem quando foram transferidos para tanques de 18m³, tendo suas densidades reduzidas a 145 e 220 peixes/m³ para as rotas TQ 4-14 e TQ 4-17, respectivamente. Nota-se que a rota TQ 4-14 obteve os valores mínimos e máximos de ganho de peso diário de -1,00 até 6,92g/dia, respectivamente. No entanto, para a rota TQ 4-17 os valores de ganho de peso diário variaram de 0,91 a 5,31g/dia. Deve-se ressaltar que as quedas no ganho de peso diário, observada a partir da biometria 5 pode ter relação com a falta de manejo zootécnico adequado. Em especial, no que diz respeito à classificação dos peixes por tamanhos similares, cuja competição por alimentos traz prejuízos aos peixes menores, pois esses geralmente não conseguem apanhar sua ração na superfície do tanque. Esse processo de classificação é importante, pois tilápia é territorialista. Outra hipótese para essa perda de peso pode estar relacionada ao processo amostral nas biometrias, já que os peixes são capturados ao acaso. Mas, nas condições de manejo, pudemos ser informados que houve troca do fabricante de ração, com qualidade inferior. Na biometria 8 foi observado um ganho de peso diário de 6,92 g/dia. Este parece ser um ganho de peso compensatório devido à volta do uso da ração mais adequada. As taxas de conversão alimentar variaram de 1,84 (rota TQ 4-14) e 1,43 (rota TQ 4-17) e taxa de efluente (TE), derivada da

criação de tilápias foi maior para a rota TQ 4-14 (61,38 Kg/m³/tanque) e menor para a rota TQ 4-17 (53,03Kg/m³/tanque). Avaliando o crescimento específico (CE), durante o período de cultivo, nota-se que a rota TQ 4-14 obteve valores superiores (1,15g/dia) quando comparada à rota TQ 4-17 (1,06g/dia).

TABELA 5 - Avaliação zootécnica do cultivo de *Oreochromis niloticus* no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP) para rotas TQ 4-14 e TQ 4-17. Wt= peso total; BT = biomassa total; DE= densidade de estocagem; GP= ganho de peso diário; CE= crescimento específico (% ganho de peso/dia); CA= conversão alimentar; TS= taxa de sobrevivência e TE= taxa de efluente.

Rota	Wt	BT	DE	GP	CE	C.A.	TS	TE
TQ 4-14	médio	(Kg/m ³)	(n ^o peixes/m ³)	(g/dia)	(%peso/dia)		(%)	(Kg/m ³)
16/02/05	80,37	39,29	489	0	0		0*	
15/03/05	211,69	30,61	145	5,05	3,59		88,96	
19/04/05	361,69	51,52	142	5,76	1,53		87,12	
16/05/05	530,40	74,43	140	6,48	1,42		85,89	
14/06/05	646,05	90,20	140	4,45	0,68		85,89	
12/07/05	720,01	99,08	138	2,84	0,39		84,66	
19/08/05	693,82	94,55	136	-1,00	-0,13		83,43	
14/09/05	873,74	117,03	134	6,92	0,64	1,84	82,21	61,38

Obs: tempo total de cultivo = 208 dias; GP médio (g/d) = 3,81; CE (%peso/dia)= 1,15; Repicagem = 0*.

Rota	Wt	BT	DE	GP	CE	C.A.	TS	TE
TQ 4-17	médio	(Kg/m ³)	(n ^o peixes/m ³)	(g/dia)	(%peso/dia)		(%)	(Kg/m ³)
16/02/05	80,37	39,29	489	0	0		0*	
15/03/05	154,70	34,32	222	2,86	2,42		90,80	
19/04/05	279,09	60,69	217	4,78	1,68		88,75	
16/05/05	378,93	81,55	215	3,84	1,13		88,00	
14/06/05	496,57	106,35	214	4,07	0,90		87,53	
12/07/05	549,20	113,22	206	5,31	1,03		84,25	
19/08/05	572,77	118,38	206	0,91	0,15		84,25	
14/09/05	734,32	150,45	205	4,49	0,70	1,43	83,84	53,03

Obs: tempo total de cultivo = 208 dias; GP médio (g/d) = 3,14; CE (%peso/dia) = 1,06; Repicagem = 0*.

As Figuras 10 A e 10 B estão representando a relação Wt/Ls dos lotes de tilápias da linhagem tailandesa (*Oreochromis niloticus*), pertencentes as rotas denominadas de rotas TQ 4-14 e rota TQ 4-17, respectivamente, num período de 208 dias. Nos gráficos, estão plotados suas respectivas expressões matemáticas e coeficiente de determinação (R²).

Os peixes desses lotes apresentaram crescimento do tipo isométrico com b igual a 2,9077, para a rota TQ 4-14 e 2,9418 para a rota TQ 4-17. De acordo com o coeficiente de determinação, há uma elevada correlação entre as variáveis, peso total e comprimento padrão, sendo os valores de R^2 igual 0,9771 para a rota TQ 4-14 e 0,9544 para a TQ 4-17. Não foram observadas discrepâncias entre os valores de peso máximo (e comprimento padrão) para as rotas em análise, pois a rota TQ 4-14 (Figura 10A) atingiu 1.171g ao final do cultivo de 208 dias, enquanto a rota TQ 4-17 (Figura 10B) atingiu 1.245g.

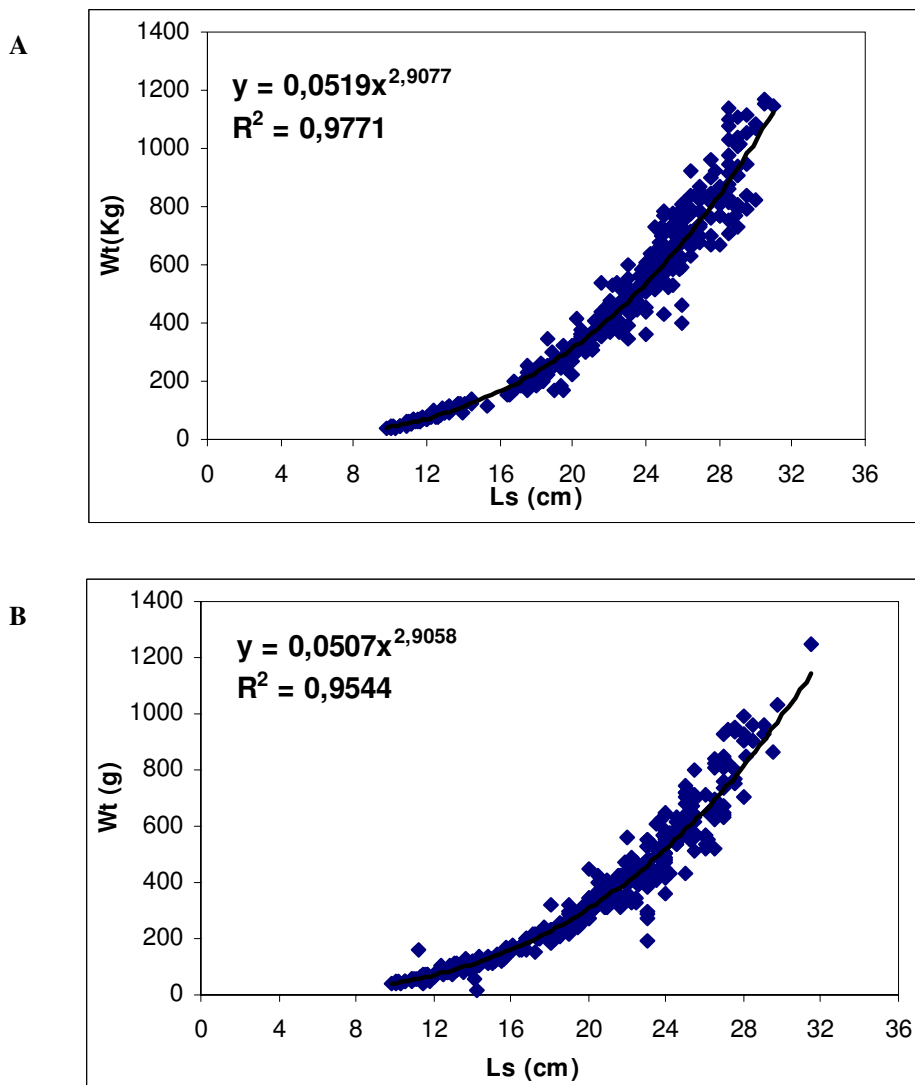


FIGURA 10 – Relação peso total/comprimento padrão (Wt/Ls) em dois lotes de *Oreochromis niloticus*, linhagem tailandesa, no período de 208 dias de cultivo em tanques-rede, com as respectivas expressões matemáticas e coeficientes de determinação (R^2). A – Rota TQ 4-14; B – Rota TQ 4-17.

Na Tabela 6, pode-se observar a estatística descritiva dos dados de comprimento padrão (Ls) e peso total (Wt). Como se pode observar, as médias (e desvio padrão) do Ls foram de $21,71 \pm 5,33$ e $20,15 \pm 4,98$ para a rota TQ 4-14 e TQ 4-17, respectivamente. Logo, para o Wt, os valores foram de $468,95 \pm 281,56$ para a rota TQ 4-14, e $369,74 \pm 237,81$ para a TQ 4-17. Nota-se, também, que não houve discrepâncias acentuadas em relação aos pesos

máximos atingidos em cada uma das rotas, pois para a rota TQ 4-14, o peso foi de 1.171,40 g e para a rota TQ 4-17, 1.245,00 g.

TABELA 6 – Estatística descritiva dos valores de comprimento padrão (Ls) e peso total (Wt) do cultivo de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), para a rota TQ 4-14 e TQ 4-17 em 208 dias.

Dados Estatísticos	Rota TQ 4-14		Rota TQ 4-17	
	Ls	Wt	Ls	Wt
Média	21,71	468,95	20,15	369,74
Erro padrão	0,27	14,52	0,25	12,03
Desvio padrão	5,33	281,56	4,98	237,81
Variância	28,43	79277,96	24,76	56552,37
Mínimo	9,80	37,60	9,80	19,00
Máximo	31,00	1171,40	31,50	1245,00
Soma	8163,70	176325,50	7878,80	144569,87
N	376,00	376,00	391,00	391,00
Intervalo de confiança(95,0%)	0,54	28,55	0,49	23,64

A Tabela 7 representa alguns resultados da estatística descritiva (média, amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação) para o fator de condição do lote em análise.

Contudo, pode-se observar que para a rota TQ 4-14, a média (e desvio padrão) do fator de condição foi de $0,052 \pm 0,006$, e para a rota TQ 4-17, foi de $0,046 \pm 0,008$. Observam-se também diferenças estatisticamente significativa ($P < 0,05$) entre suas médias. O coeficiente de variação na rota TQ 4-14 foi de 12,107 e na rota TQ 4-17 foi de 16,335, determinando uma certa homogeneidade na amostra da população, apesar de não existir diferenças estatisticamente diferentes ($P > 0,05$).

Tabela 7 – Medidas do fator de condição do cultivo de *Oreochromis niloticus*, linhagem tailandesa em tanques-rede, para a rota TQ 4-14 e TQ 4-17 em 208 dias de cultivo respectivamente.

Rota	Nº de biometrias	Amplitude de variação	Média	Desvio padrão	Coef. variação (%)
TQ 4-14	8	0,030 – 0,054	0,052 _a	0,006	12,107 _C
TQ 4-17	8	0,008 – 0,049	0,046 _b	0,008	16,335 _C

Entre a e b existe diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. Em c não existe diferença estatisticamente significativa ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Na Figura 11, está representada a variação do fator de condição em função do tempo de cultivo, em que a rota TQ4-14 apresentou valores mais elevados, variando de 0,030 a 0,054, enquanto para rota TQ4-17, os valores foram de 0,008 a 0,049, apesar de o fator de condição de ambas as rotas ter apresentado, aparentemente, o mesmo comportamento. Para a rota TQ4-14, o menor valor do fator de condição foi na 7ª biometria, e o valor máximo na 5ª biometria. Para a rota TQ4-17, o menor valor foi na 6ª biometria e o maior na 8ª, mostrando certa estabilidade entre a 6ª e a 7ª biometrias. As causas dessas quedas foram objeto de comentários, anteriormente.

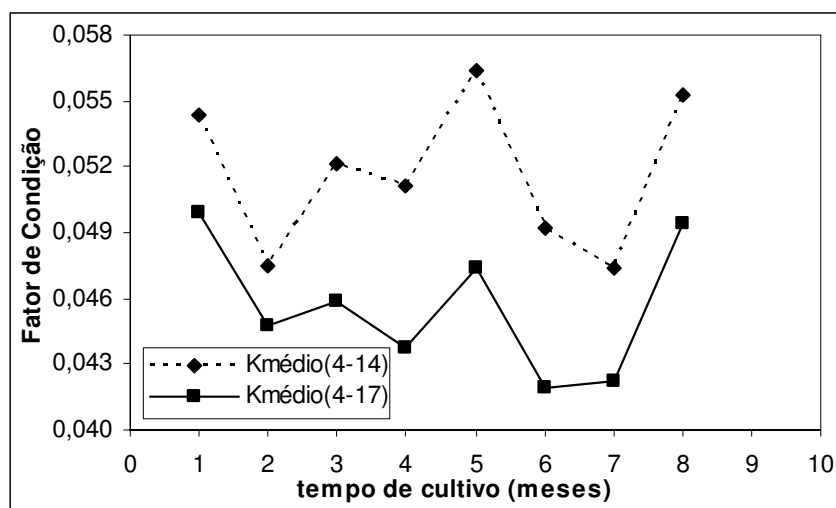


FIGURA 11 - Variação do fator de condição de dois lotes de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), para rota TQ 4-14 e rota TQ 4-17 no período de 208 de cultivo, respectivamente, em tanques-rede.

As Figuras 12 A e 12 B representam as curvas teóricas do crescimento, em função das variáveis comprimento padrão (L_s) e tempo de cultivo e seus respectivos pontos empíricos para as rotas TQ 4-14 e TQ 4-17, ajustadas pelo método de Von Bertalanffy (1938). A expressão matemática dessas curvas apresentou um L_∞ de 29,27 cm e valor de k igual a -0,3397 para a rota TQ 4-14 (Fig 12A), sendo que teria atingido a assíntota somente a partir do 12º mês de cultivo. Para a rota TQ 4-17 (Fig 12B), o L_∞ foi 29,96 cm e o valor de k igual a -0,2350, sendo que a assíntota teórica seria atingida somente a partir do 16º mês. Entretanto, os lotes foram despescados e comercializados aos 8 meses de cultivo.

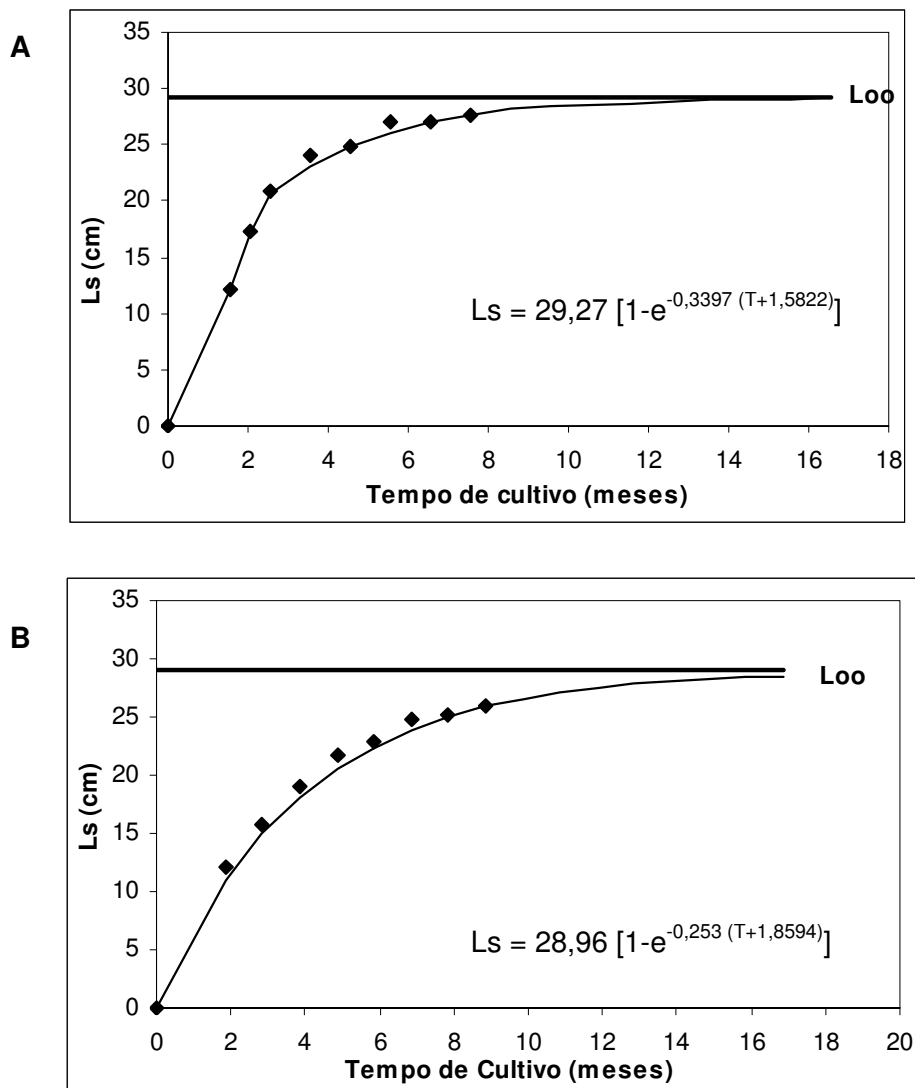


FIGURA 12 – Curva de crescimento em comprimento padrão dois lotes de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), no período de 208 dias de cultivo, com as respectivas expressões matemáticas. A – rota TQ 4-14; B – rota TQ 4-17.

Nas Figuras 13A e 13 B estão representadas as curvas teóricas de crescimento em peso total (Wt), em função do tempo de cultivo e suas respectivas expressões matemáticas para as rotas TQ 4-14 e TQ 4-17, respectivamente. Ambas as rotas apresentaram um bom ajuste em relação aos seus pontos empíricos com W^∞ de 960,33g, sendo atingido no 16º mês para a

rota TQ 4-14, no entanto, embora a rota TQ4-17 tenha tido um bom ajuste o seu W^∞ foi de 896,81.

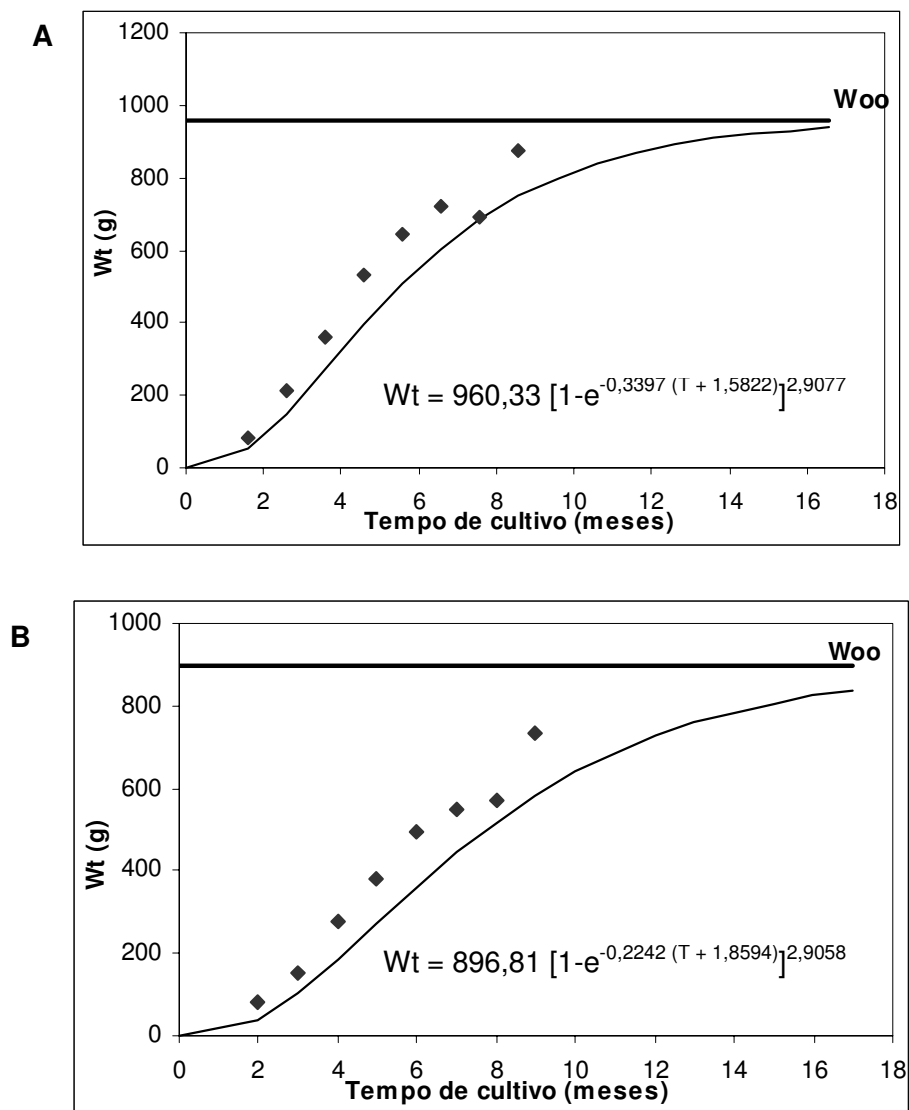


FIGURA 13 – Curva de crescimento em peso total de dois lotes de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), no período de 208 dias de cultivo, com seus pontos empíricos e expressões matemáticas. A – rota TQ 4-14; B – rota TQ 4-17.

Os índices de rendimento de biomassa (I_B), a biomassa máxima ($B_{m\acute{a}x}$) e o instante de biomassa máxima ($T_{B_{m\acute{a}x}}$) para as rotas TQ 4-14 e TQ 4-17 estão representados na Tabela 8, em que se observa diferenças claras entre as rotas. A rota TQ 4-17 apresenta melhor índice de rendimento de biomassa (119,7) em relação à rota TQ 4-14 (103,67). Entretanto, o seu instante de biomassa máxima é bem superior (12,28 meses) ao da rota TQ 4-14 que é de 3,78 meses.

TABELA 8 – Índice de rendimento de biomassa (I_B), biomassa máxima ($B_{m\acute{a}x}$) e instante de biomassa máxma ($T_{B_{m\acute{a}x}}$) do cultivo de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), para a rota TQ 4-14 e TQ 4-17 em 208 dias de cultivo.

Rota	I_B	$B_{m\acute{a}x}$ (Kg)	$T_{B_{m\acute{a}x}}$ (meses)
TQ 4-14	103,67	391,45	3,78
TQ 4-17	119,17	1463,57	12,28

As curvas teóricas de biomassa total, em função do tempo de cultivo para o lote da rota TQ 4-14 e rota TQ 4-17, estão representadas na Figura 14 A e 14B, respectivamente. Podem-se perceber diferenças claras entre essas rotas, o lote representado pela Figura 14 A atingiu o valor máximo de biomassa total no 4° mês de cultivo, enquanto a rota TQ 4-17 (Figura 14B) só atingiria a biomassa máxima total a partir do 12° mês de cultivo.

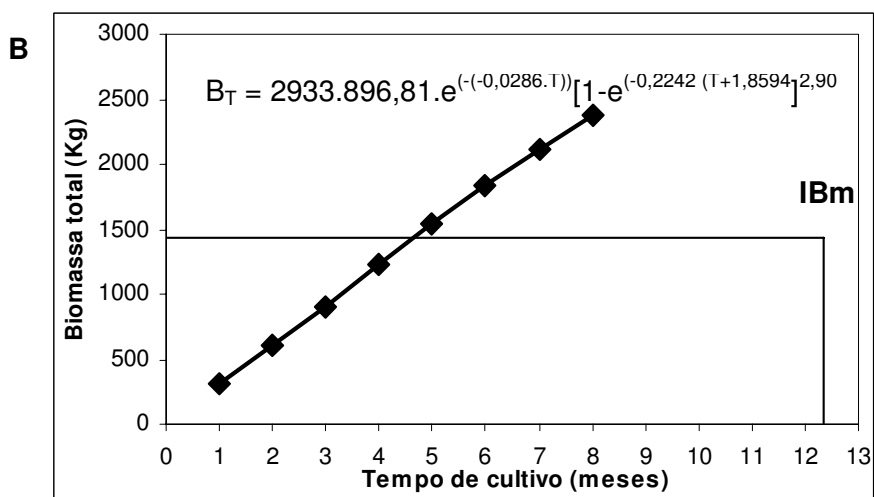
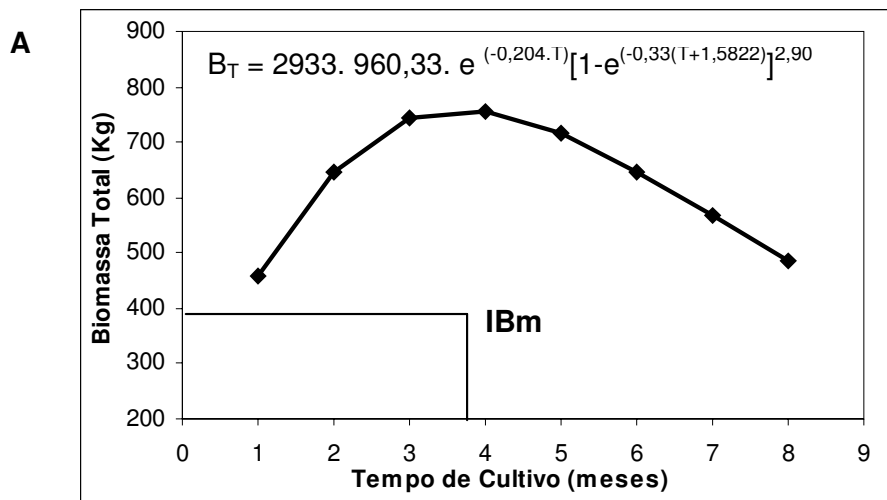


FIGURA 14– Curva de biomassa total em tempo de cultivo de dois lotes de *Oreochromis niloticus*, no sistema de tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema, SP), no período de 208 dias de cultivo, com as respectivas expressões matemáticas. A – rota TQ 4-14; B – rota TQ 4-17.

4.3 - Variáveis Físico-químicas

Como forma de inferir alguma relação de causa/efeito entre o processo de cultivo e as condições limnológicas na área de cultivo, determinou-se algumas variáveis físico-químicas. Assim, os valores médios determinados para as variáveis limnológicas monitoradas (temperatura, concentração de oxigênio dissolvido, transparência, pH e condutividade) na sub-superfície dos tanques-rede estão apresentados na Tabela 9. Ressalta-se que, embora o estudo tenha começado em dez/2004, essas variáveis começaram a ser dimensionadas a partir de jan/2005. O valor da temperatura da água variou de 22,7°C (mínimo) a 27,4°C (máximo). Os valores para oxigênio dissolvido oscilaram entre 8,45 mg L⁻¹ e 6,42 mg L⁻¹, e o pH entre 7,13 e 5,96. A transparência da água aumentou bastante no mês de maio, decorrente do período natural de estiagem na região, mas em fevereiro chegou ao mínimo (74 cm). E a condutividade elétrica variou entre 50 a 62 µS/cm⁻¹. Nessas análises, pode-se inferir que essas características limnológicas estiveram dentro dos limites aceitáveis para o processo de tilapicultura em questão.

TABELA 9 – Valores médios mensais determinados para a temperatura, oxigênio dissolvido (OD), transparência da água, pH e condutividade iônica, próximo aos tanques-rede da Fazenda 3 Fios (Paranapanema-SP), no período entre janeiro a setembro de 2005.

Mês	Temperatura °C	OD mg L⁻¹	Transparência cm	pH	Condutividade µS/cm⁻¹
Janeiro	26,6	6,8	89	6,49	50
Fevereiro	27,4	8,45	74	6,36	60
Março	26,9	6,42	105	7,13	50
Abril	27,2	7,73	100	6,30	50
Maio	22,7	6,94	137	5,96	60
Junho	20,4	7,77	100	6,80	50
Julho	18,9	8,73	107	6,45	60
Agosto	20,8	8,86	72	6,81	57
Setembro	20,1	8,76	97	6,94	62

5 - DISCUSSÃO

De acordo com BEVERIDGE (1987), os primeiros tanques-rede ou gaiolas, como também são designados, provavelmente, eram utilizados por pescadores artesanais para manterem os peixes até a sua comercialização.

Ocorrem divergências quanto às primeiras gaiolas destinadas à piscicultura. Para o autor acima citado, a criação em gaiolas foi desenvolvida primeiramente no Sudoeste Asiático (por exemplo: Lago Mundung, na Indonésia, conforme CONOLLY, 2000), porém, outros autores (CESP, 1999) ressaltam que esse processo de piscicultura teria sido iniciado no Delta do rio Mekong, Vietnã ou Japão na década de 1950, utilizando-se de várias espécies de carpas. Ainda, esses tanques eram confeccionados com materiais simples (madeiras ou bambu), sendo os peixes alimentados com restos de alimentos (ZIMMERMANN & FITZSIMMONS, 2004).

Especificamente no Brasil, os primeiros tanques foram instalados, na década de 1980, para trabalhos experimentais no CEPTA (Pirassununga - SP), utilizando-se espécies nativas (Pacu-guaçu - *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui - *Colossoma macropomum*) (CESP, 1999).

Atualmente, essa técnica de cultivo é utilizada em escala mundial, para a produção zootécnica de várias espécies como, carpas chinesas (*Hypophthalmichthys molitri*), bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), truta arco-íris (*Orchrorhynchus mykiss*), salmão (*Salmo salar*) e tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com ótima rentabilidade (CESP, 1999), sendo que o Chile é o maior produtor e exportador de salmões (*Salmo salar*) criados nesse sistema (CESP, 1999). Em nosso país, com seus quase seis milhões de

hectares de águas represadas, a piscicultura em tanques-rede tem crescido gradativamente há pouco mais de uma década (RIBEIRO, s.d.). A partir de 2003, recebeu apoio governamental com a criação do SEAP (Secretaria Especial da Aquicultura e Pesca – do governo Federal), que, dentre outras atribuições, está definindo os parques e áreas aquícolas em águas públicas abertas (reservatórios) para esse tipo de atividade (CARVALHO, 2006; DAVID *et al*, 2006).

A literatura pertinente (FELDLEIT *et al*. 1998 apud AYROZA *et al*. 2000) mostra algumas vantagens do cultivo em tanques-rede em relação aos escavados, sendo a principal a superioridade das taxas de conversão alimentar em relação aos peixes dos viveiros. Diversos fatores favorecem essa superioridade, tais como o maior fluxo e renovação de água nos tanques-rede, disponibilizando maior quantidade de oxigênio dissolvido e eliminando dejetos e excretas, principalmente, a amônia que pode ser inibidor do crescimento (ZIMMERMANN & FITZSIMMOUS, 2004). Outra vantagem seria a otimização (o custo é 40% inferior a dos tanques escavados) do consumo do alimento artificial (ração), considerando que esse alimento tem um valor elevado, representando entre 50 a 70% do custo da produção (CONTE, 2002).

Também, o manejo é facilitado, porque se pode controlar melhor o estoque, realizar despescas, observar peixes enfermos e tratá-los (com menor custo), além de ocorrer uma menor variação das condições físico-químicas (BOZANO, 2006).

Na questão do desempenho zootécnico, esse tipo de piscicultura também apresenta uma produtividade de 10 a 30 vezes superior a dos tanques

escavados, além de que o pescado pode apresentar melhor sabor e qualidade (ausência de “off flavor”) (ESTEVES, 1998; SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

Mas, existem algumas desvantagens como a falta de acesso ao alimento natural que contém vitaminas, em especial a C, que evita o estresse dos peixes confinados (PEZZATO *et al*, 2004). Também, há possibilidade de: 1) propagação rápida de doenças, considerando que os peixes estão concentrados num espaço mais restrito; 2) ocorrer flutuações grandes no nível do reservatório; 3) ocorrer o rompimento das gaiolas, e a conseqüente perda da produção (escapes); e, 4) que o risco de vandalismo e roubos seja maior (ZIMMERMANN & FITZSIMMOUS, 2004; BOZANO, 2006).

Convém destacar que existem uma complexa legislação e órgãos que atuam para a regularização de projetos aquícolas em sistemas de tanques-rede para que essa atividade esteja dentro do contexto da responsabilidade sócio-ambiental (AYROZA *et al*, 2006).

5.1. Desempenho zootécnico

Autores como WATANABE *et al*. (1990), CARNEIRO *et al*. (1999), estudando o desempenho em densidades variadas (entre 100 a 300 peixes/m³ e 25 a 100 peixes/m³, respectivamente) de estocagem de tilápias vermelhas, em tanques pequenos de 1m³ e 5m³, respectivamente, não encontraram diferenças entre os valores de crescimento específico para as densidades em questão. Assim, os valores calculados por WATANABE *et al*. (1990) foram de 3,5 a 3,63%/dia. Portanto, superiores aos encontrados no presente estudo, enquanto que os de CARNEIRO *et al*. (1999) (2,4 a 3,6%/dia) foram semelhantes a este estudo para o 1º ciclo (3,32%/dia – rota TQ1-13, cabeceira;

e 2,22 %peso/dia – rota TQ2-12, fundo). Contudo, foram maiores que os valores do 2º ciclo (1,15 – rotas TQ4-14, fundo e 1,06 %peso/dia – rota TQ4-17, cabeceira).

Porém, as taxas de crescimento mostraram uma correlação inversa, isto é, tendência de queda nas densidades de estocagem mais elevadas, conforme dados da maioria dos trabalhos. Assim, esses resultados são similares ao diagnosticado por MAREGONI (2006) em avaliação zootécnica da tilapicultura em tanques-rede na UHE de Rosana (baixo rio Paranapanema). A mesma constatação foi evidenciada por SILVA *et al.* (2002), que avaliando o desempenho produtivo da tilápia do Nilo, em “raceway”, com diferentes densidades.

Considerando-se o período total de cultivo e as condições em que foram desenvolvidos, os ganhos de peso médio diário variaram entre 3,05 a 3,81 entre as rotas estudadas. Esses ganhos de peso também foram semelhantes aos determinados por MAREGONI (2006). Cabe ressaltar que BARBOSA *et al.* (2005) mostram um melhor desempenho (3,83g/dia) para a criação de tilápias em tanques-rede.

SAMPAIO *et al.* (2005) obtiveram valores de ganho de peso médio diário entre 4,73 a 5,02g/dia, com densidades variando entre 150 a 250 peixes/m³ quando estudou tilapicultura em tanques-rede na barragem de Ribeirão de Saloméa, município de Floresta Azul, BA, sendo superiores aos diagnosticados neste estudo em densidades semelhantes. Também, MORAES *et al.* (2006) conseguiram valores mais elevados (5,20 e 5,67 g/dia) em condições zootécnicas similares. Entretanto, tudo indica que o melhor desempenho

determinado por aqueles autores estaria relacionado às condições climáticas da região Nordeste (por ex: maior temperatura da água naquela região).

Para a tilápia vermelha, CARNEIRO *et al.* (1999) determinaram valores de ganho de peso médio diário (0,90 a 0,94 g/dia) bem inferior aos de nosso estudo, enquanto que COCHE (1982) trabalhando com tilápias do Nilo em tanques-rede, mas em região estuarina, também obteve valores de GP inferiores (1,8 a 2,1 g/dia). Entretanto, MELO *et al.* (1985), quando trabalharam com híbridos de tilápia, consorciados com suíno, obtiveram um incremento diário em peso (3,5 g/dia); BEZERRA e SILVA *et al.* (1984) obtiveram 1g/dia para híbridos de tilápia em sistemas de policultivo com carpa comum (*Cyprinus carpio* L.). GRAEFF e AMARAL JÚNIOR (2005), avaliando a engorda de *Oreochromis niloticus* em viveiros escavados, obtiveram valores de 2,02 a 2,41 g/dia para diferentes densidades, mas com valores menores.

De acordo com SCHMITTOU (1997), conversão alimentar aparente é a medida indireta da eficiência dos nutrientes contidos na ração para a engorda e produção de massa corpórea na forma de carne ou filé. Essa taxa é de grande interesse econômico, pois a eficiência de conversão está na dependência de vários fatores (qualidade da ração, manejo de arraçoamento, espécie e tamanho do peixe, densidade de estocagem, condições limnológicas) com reflexo na rentabilidade da produção de pescado. Contudo, outro fator que influencia negativamente a CAA, nas criações em tanques-rede é a invasão dos peixes nativos, pois competem com os peixes em cultivo pela ração e pelo acesso aos alimentos naturais. Mas, esse fato pode ser evitado com um planejamento adequado, como, por exemplo, a utilização de materiais

apropriados na confecção dos tanques-rede (tamanho da malha, tipo de fio, etc.) (BOZANO, 2006).

Entretanto, para os tanques-rede com uma densidade de 150 peixes/m³ BOZANO *et al.* (1999) encontraram uma conversão alimentar aparente ruim ($4,08 \pm 0,68$), mas, ainda assim, melhor que a encontrada para o lote TQ1-13 (5,43) do primeiro ciclo avaliado neste trabalho. Já, CARNEIRO *et al.* (1999), avaliando a produção de tilápias vermelhas em tanques-rede, obtiveram uma conversão alimentar aparente ($3,04 \pm 3,29$) semelhante a uma das nossas rotas de cultivo.

Os valores médios de conversão alimentar aparente, em nosso 2º lote, foram similares às obtidas por ONO (dados não publicados) em tanques-rede, porém, menores que as de LOVSHIN *et al.* (1990), em tanque escavado (*apud* KUBITIZA (2000)). Também, CARACIOLO *et al.* (2000), estudando o desempenho da tilápia nilótica, cultivada em gaiolas (tanques-rede) em grandes reservatórios, no caso do reservatório de Xingó, na região nordeste do Brasil, registrou uma CAA de 1,72 a 1,86. Também, SAMPAIO *et al.* (2005) obtiveram uma média de 1,54 de CAA aparente em condições e regiões similares às de CARACIOLO *et al.* (2000).

Para regiões mais frias, isto é, meio-oeste catarinense, a taxa de conversão alimentar aparente foi de 1,38 a 2,07, em engorda de tilápias em viveiros escavados (GRAEFF & AMARAL JÚNIOR, 2005). Ao passo que, MAREGONI (2006) em tanques-rede na represa de Rosana determinou valores médios de $1,54 \pm 0,05$, mas, AYROZA, *et al.* (2000), avaliando o desempenho de tilápias em tanques-rede, no Médio Paranapanema, mensuraram uma CA de 1,61. Portanto, similar às registradas no 2º ciclo deste trabalho.

Da mesma forma que para o ganho de peso, o aumento da densidade de estocagem interfere também negativamente na conversão alimentar (SARIG & ARIELI, 1980). Contudo, outros autores (BOZANO *et al.*, 1999; PÁDUA *et al.* 1998), estudando o desempenho de tilápia do Nilo e de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), respectivamente, mostraram efeito contrário. Para explicar essa situação contraditória, DAJOZ (2005) afirma que o fato das taxas de conversões alimentares, nas densidades de estocagem mais altas, serem melhores, pode estar relacionado ao efeito de grupo. Isto é, algumas espécies apresentam melhor ingestão e aproveitamento de alimentos quando estocadas em altas densidades, devido à redução das agressões e competitividade da população confinada. Por outro lado, algumas espécies podem estabelecer hierarquia de dominância entre os sexos, mas não foi o caso, pois, em tese, os lotes de tilápias em cultivo são linhagens monossexuais masculinas (CARVALHO, 1996). Ainda, ressalte-se que esses problemas não foram diagnosticados no presente trabalho.

Um das hipóteses para explicar as conversões alimentares ruins desse experimento podem estar relacionadas à falta de manejo no que diz respeito aos ajustes no arraçoamento ou até por causa da invasão de peixes nativos nos tanques, competindo por alimento (ração) ou predação. De acordo com MEURER *et al.* (2003), as taxas de conversão alimentar podem ser melhoradas, utilizando-se manejo alimentar rigoroso, associado ao acompanhamento biométrico periódico (entre 15 a 30 dias), e o ajuste correto do arraçoamento em função do desempenho zootécnico dos peixes.

As variáveis como ganho de peso, conversão alimentar aparente e a sobrevivência dependem diretamente da qualidade do ambiente de cultivo,

portanto, nos sistemas intensivos de produção, os principais fatores determinantes da taxa de sobrevivência são: densidade de estocagem, qualidade da água, estado nutricional, enfermidades, ataque de predadores e a linhagem parental dos peixes (BEVERIDGE, 1984; SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

Neste trabalho, as taxas de sobrevivência foram consideradas satisfatórias, variando de 82,21 a 97,76%. Ressalte-se que as menores taxas de sobrevivência, no 1º ciclo, foram decorrentes de problemas no manejo, principalmente o processo de classificação e repicagem, a qualidade da ração e os ajustes nas taxas de arraçoamento. Ainda problemas adicionais, como tempestades, que deslocaram os tanques e ocasionaram lesões nos animais, servindo, portanto, como meio para infecções secundárias por bactérias, fungos, etc., e invasão de algumas espécies nativas, principalmente pirambebas (*Serrasalmus maculatus*) e mandis (*Pimelodus maculatus*), aumentando, assim, a mortalidade. Cultivando tilápias em tanques-rede, em açudes do Ceará, MORAES *et al.* (2006) determinaram uma sobrevivência satisfatória de $80,55 \pm 4,52 \%$, mas não informam detalhadamente como foram as condições de manejo. Também, AYROZA *et al.* (2000), num ecossistema semelhante ao presente estudo (na bacia do Médio Paranapanema), detectaram taxas de sobrevivência entre 81,90 - 86,64%, portanto similares. Em um outro trecho da bacia do rio Paranapanema, MAREGONI (2006) encontrou ótimas taxas de sobrevivência (98,27 a 99,06%) enquanto que GRAEFF & AMARAL JÚNIOR (2005) verificaram taxas baixíssimas (33,33 à 37,22%) em tilápias nas densidades de 0,46 à 1,1peixe/m², em viveiros de terra escavados, mas estas foram decorrentes de povoamento com os peixes

bastante debilitados (com infecções fúngicas e bacterianas) devido às condições de transporte desses alevinos (longa distância e falta de cuidados).

Dessa forma, os desempenhos ótimos em tilapicultura vão variar conforme o estágio de cultivo, qualidade e quantidade do alimento, características biológicas da espécie e características físico-químicas do meio aquático, entre outros (BOZANO, 2002), associados às boas práticas de manejo (ROTTA, 2003).

Com relação à produtividade, MAREGONI (2006), avaliando o processo de tilapicultura em tanques-rede, na bacia do Paranapanema, determinou produtividade média de 191,37 Kg/m³, com uma densidade elevada (400 peixes/m³), enquanto que em densidades menores (250 peixes/m³), a produtividade média foi de 133,12 Kg/m³. Os autores como CARACIOLO *et al.* (2000) registraram ótimos rendimentos, em sistema de tilapicultura em tanques-rede, no reservatório de Xingó - SE (entre 82,96 a 153,37 Kg/m³). Portanto, rendimentos bem superiores aos encontrados no 1º ciclo deste estudo (39,74 e 68,94 Kg/m³), entretanto, equivalentes aos do 2º ciclo (117,03 e 150,45 Kg/m³). Pode-se concluir que as discrepâncias na produtividade entre os dois ciclos de estudos foram decorrentes dos problemas já relatados. Cabe enfatizar que a produção de tilápias com esse tipo de cultivo, quando bem eficiente, pode atingir altíssimo rendimento de até 300 Kg/m³ (LOVSHIN (1997)) por ciclo de produção.

TABELA 10 – Resumo de informações da literatura sobre o desempenho zootécnico das tilápias em cultivo.

Tipo* de cultivo	Bt (Kg/m ³)	GP (g/dia)	CE (%peso/dia)	CA	TS (%)	Referências
TR	16,1-52,2	1,94	3,5 – 3,63	1,88	97,9	Watanabe <i>et al.</i> (1990)
TR	7,0 -27,7	0,90-0,94	0,70	3 - 3,29	96,0 - 98,1	Carneiro <i>et al.</i> (1999)
TR	133 -191	3,01-3,43	1,33 - 1,44	1,54-1,75	98,27- 99,06	Maregoni (2006)
TR	-	4,73 -5,02	-	1,54	90,0	Sampaio <i>et al.</i> (2005)
TR	-	5,20 -5,67	2,83 - 2,93	1,34	80,5	Moraes <i>et al.</i> (2006)
TR	50 - 300	4,0 - 5,0	-	1,7-2,0	-	Lovshin (1997)
TR	-	-	-	1,45-1,61	80,32 - 88,87	Ayroza <i>et al.</i> (2000)
Rw	-	-	1,88 - 2,30	1,24-1,28	93,65 - 95,51	Silva <i>et al.</i> (2002)
TR	68 -111	2,11-3,83	-	1,08-1,37	88,5 - 92,2	Barbosa <i>et al.</i> (2005)
TR	-	-	-	2,96-6,31	88,40 - 97,44	Bozano <i>et al.</i> (1999)
TR	83 -153	-	1,96 - 2,04	1,72-1,86	91,90 - 96,30	Caraciolo <i>et al.</i> (2000)
TR	-	-	-	1,62	-	Ono (não publicado)**
TE	-	-	-	2,40	-	Lovshin <i>et al.</i> (1990)
TE	-	-	1,38 – 2,07	-	33,33 - 37,22	Graeff e Amaral Júnior (2005)
TR	40 -150	3,05 - 3,81	1,06 - 3,32	1,43-5,43	82,21-97,76	Este estudo

(Índices de Bt (Kg/m³) = biomassa total; GP (g/dia) = ganho de peso; CE (%peso/dia) = crescimento específico; CA = conversão alimentar e TS (%) = taxa de sobrevivência)*TR = tanques-rede ou gaiolas; Rw = raceway; TE = tanques ou viveiros escavados. ** apud KUBTIZA, 2000.

Segundo BRAGA (1986), o fator de condição (K) indica o estado de bem-estar do peixe no meio aquático, e suas variações indicam o grau de engorda em relação ao comprimento. WEATHERLEY (1972), apud BRAGA (1986), afirma que o fator de condição fornece indicações quando se deseja: comparar duas ou mais populações vivendo sob diferentes condições ambientais (alimentos, densidade, predadores, clima, etc). Ainda, se pode determinar o período reprodutivo, o grau de atividade e conversão (engorda) alimentar de uma espécie.

FRACALLOSSI *et al.* (2004), estudando o desempenho do jundiá (*Rhamdia quelem*) e do dourado (*Salminus maxillosus*), em viveiros de terra averiguaram um K estimado, de 1,03 tanto para machos de jundiá como para o

dourado. Para juvenis de pirarucu, em tanques-rede de pequeno volume CAVERO *et al.* (2003), calcularam, um fator de condição de 0,5 a 0,9. Segundo BOSCOLO *et al.* (2001), para linhagens masculinas de tilápia do Nilo, da variedade tailandesa e comum, criadas em aquário, têm valores entre 1,95 e 2,10, respectivamente.

Devemos ressaltar que os autores supracitados utilizaram o fator de condição de Fulton ($K = W/L^3$) x 100, que geralmente é utilizado para comparar peixes de aproximadamente mesmo comprimento, pois K varia com o tamanho do peixe, podendo aumentar, diminuir ou permanecer constante em função do seu crescimento. Portanto, é usado como uma aproximação (BRAGA, 1986).

No presente trabalho, o fator de condição calculado foi o alométrico ($K = W/L^0$), que é considerado o mais adequado (RICKER, 1975 apud BRAGA, 1986) pelo fato de K não variar, em função do comprimento do peixe.

As médias do fator de condição para as quatro rotas dos dois ciclos de estudo foram significativamente diferentes, indicando que os processos de manejo e cultivo entre os lotes (rotas) não estavam bem padronizados e sofreram variações sazonais. Isso é bem evidente no 1º ciclo, que coincidiu com o verão, no qual se espera um rendimento bem melhor em relação aos ciclos de inverno.

Em termos de variação sazonal, do fator de condição (K), notam-se algumas quedas em seus valores, principalmente no início do 2º ciclo de cultivo, que é justamente o período de “quarentena”, e a outra, bastante acentuada, coincidindo com o período de inverno.

Podemos, também, relacionar essas diferenças entre os lotes em cultivo, decorrentes das condições variadas de estresse, conforme discute SCHMIDT-

NIELSEN (1996). No estresse, ocorre uma série de mudanças orgânicas, fisiológicas e comportamentais. Essas mudanças deslocam a energia para manter os processos vitais (coração, músculo e cérebro), deixando menos energia para as funções não essenciais no momento. Assim, esse tipo de cultivo expõe os animais a diferentes agentes estressores, que podem ser agudos ou crônicos. A resposta ao estresse agudo é da ordem comportamental e fisiológica, e a crônica ocorre frente a uma condição desfavorável e contínua, que acarreta a perda da homeostase fisiológica, reduzindo a capacidade reprodutiva, de crescimento e a imunodeficiência (URBINATI & CARNEIRO, 2004).

5.2. As Variáveis físico – químicas

As características físico-químicas da água são de suma importância para a produção de peixes, uma vez que determinam as condições limnológicas que propiciam o crescimento e a sobrevivência dos organismos aquáticos (SOUSA & TEIXEIRA FILHO, 1985).

É de conhecimento que a temperatura da água se relaciona com a concentração de oxigênio dissolvido, que por sua vez, é de extrema importância para os processos metabólicos (respiração e decomposição) dos organismos aquáticos e outros (ESTEVES, 1998).

Segundo SCHMITTOU (1997), cada espécie de peixe, em ambientes naturais ou confinados, tem uma faixa ótima de temperatura (lei de tolerância de Shelford, in DAJÓZ, 1978) para o desenvolvimento (ganho de peso, sob a óptica zootécnica). Assim, a temperatura regula o apetite dos peixes, sendo que abaixo do ótimo, o metabolismo declina, reduzindo consumo de alimento e

a conversão alimentar aparente; o inverso também é verdadeiro, pois, em temperaturas acima dessa faixa há inibição do crescimento.

Percebe-se que as temperaturas mínimas e máximas da água dos tanques-rede variaram, sazonalmente, entre 18,9 °C (no inverno) a 27,4°C (verão), ficando, portanto, relativamente abaixo dos limites adequados (entre 26 a 30°C) para o conforto térmico da espécie (ONO *et al.*2003). Assim, a relação de causa (temperatura)/efeito (desempenho) foi bem evidenciada em termos das variações sazonais do fator de condição conforme já discutimos.

Em relação aos teores de oxigênio dissolvido, pôde-se contatar que em nenhum dos ciclos deste estudo atuou com fator limitante (ESTEVES, 1998), pois, sempre estava acima dos 6,4 mg.L⁻¹. Além disso, sabe-se que os níveis críticos de oxigênio variam de acordo com a espécie cultivada, os peixes tropicais, por exemplo, necessitam de uma concentração mínima de 4 mg/L⁻¹ para manter um bom estado de saúde e conversão energética (CESP, 1999).

As demais variáveis físico-químicas mesuradas (pH, transparências e condutividade elétrica) também não atuaram como fatores limitantes a este processo de tilapicultura, coincidindo com os valores da literatura pertinente para os vários trechos do reservatório de Jurumirim (HENRY, 2004; NOGUEIRA *et al.* 2002; DUKE ENERGY, 2004).

TABELA 11 – Resumo de informações da literatura sobre as variáveis físico- químicas em sistemas de pisciculturas e para o reservatório de Jurumirim.

Tipo de cultivo*	Temperatura (°C)	O ₂ D (mg.L ⁻¹)	Transparência (cm)	pH	Condutividade de (µS/cm ⁻¹)	Referência
TR	25,1 ± 3,1	6,63 ± 1,57	130	7,99 ± 0,59	145 ± 19	Alves <i>et al.</i> (2005)
TR	16 - 32,2	4,1	37	7,3	58	Carneiro <i>et al.</i> (1999)
TR	23 – 29	6,0 - 10,5	100	5,1 - 6,3	-	Sampaio <i>et al.</i> (2005)
TR	22 – 28	5,85 - 7,31	45 - 80	6,7 - 8,7	-	Ayroza <i>et al.</i> (2000)
TR	19 - 28,6	3,21 - 6,39	76,5 - 113,1	5,59 – 6,87	20,54 – 33	Maregoni <i>et al.</i> (2006)
TR	26 – 28	5 - 6	30 - 50	6 - 9	-	Boyd e Tucker (1998)
TR	27,5 ± 2,8	5,8 ± 1,9	45 ± 5	6,6 ± 0,4	-	Bozano <i>et al.</i> (2005)
Rw	23 – 31	1,4 - 5,2	-	6,1 – 6,9	-	Silva <i>et al.</i> (2002)
TE	22 - 23,7	5,1	29,1	7,2	-	Graeff e Amaral Júnior (2005)
TE	26,01 – 27,7	2,87 – 4,74	50 - 95	6,33 – 6,86	44,57 – 75,14	Toledo <i>et al</i> (2003)
Jurumirim**	23,0 ± 2,78	6,66 - 11,5	269 ± 0,85	6,31 ± 0,27	55,17 ± 4,35	Henry (2004)
TR	18,9 - 27,4	6,42 – 8,86	72 - 137	5,96 – 7,13	50 - 62	Este estudo

(temperatura (°C); O₂D (mgL⁻¹) = oxigênio dissolvido; transparência do disco de Secchi (cm); pH e condutividade (µS/cm⁻¹). *TR = tanques-rede ou gaiolas; Rw = raceway; TE = tanques ou viveiros escavados. ** = Estudos exclusivamente limnológicos.

As novas exigências mundiais de produção e comercialização requer responsabilidade sócio-ambiental, no contexto da sustentabilidade e mitigação dos impactos antrópicos. Foi este o intuito deste trabalho, tendo como modelo zootécnico a tilapicultura em águas públicas abertas, pois duas são as situações preocupantes: 1) as espécies exóticas invasoras (a exemplo, as tilápias) competindo com as nativas, e 2) a problemática da eutrofização.

No caso dos escapes das tilápias não foi possível registrar, mas esse fato é inexorável (BOZANO, 2006, BEVERIDGE, 1984), pois em vários sistemas de tilapicultura visitados, tanto na bacia do Tietê (reservatório de

Nova Avanhandava), bem como na bacia do Paranapanema (reservatório de Chavantes) constatou-se essa grave situação (Orsi & Agostinho, 1999).

No aspecto da eutrofização, o potencial contaminante das rações deve fazer parte das preocupações de todo o elo da cadeia produtiva (dos fabricantes e piscicultores), pois existe uma relação direta entre o potencial poluente das rações e as taxas de conversão alimentar, ou seja, quanto melhor as taxas de conversão alimentar, menor será o potencial de eutrofização.

Essa relação não é tão clara para o fósforo e nitrogênio lançados no ambiente, pois as rações comerciais balanceadas apresentam teor de fósforo orgânico numa média de 0,50 a 0,60% (Fonte: Rações das Marcas GUABI e FRI-ACQUA). Segundo KETOLAS'S (1982, in BEVERIDGE, 1984), para cada tonelada de peixe (truta) produzido, 23 kg de fósforo são liberados ao meio aquático na forma de efluentes (fezes, ração não ingerida, excreção renal, etc).

Estudos mostram que há uma variação muito grande na liberação de fósforo para o meio ambiente, esta relacionada às espécies e sistemas de cultivo, sendo que para cada kg de pescado, o meio aquático fica enriquecido com 0,75 kg de C (carbono); 0,023 Kg de P (fósforo) e 0,10 kg de N (nitrogênio) (BEVERIDGE, 1984). Para minimizar o aporte desses nutrientes, ONO & KUBTZA (2003) recomendam melhorar a qualidade das rações, melhorando assim a eficiência e a biodisponibilidade dos nutrientes para os peixes, mas isso é de responsabilidade do fabricante da ração. Aos produtores cabe a responsabilidade das estratégias adequadas de alimentação e suporte técnico específico.

Ainda, PENCZAK *et al.* (1982), apud BEVERIDGE, (1984) em seu estudo mostram que somente 32% do fósforo ingerido, é utilizado para o

crescimento, sendo que 23% desse fósforo é oriundo da ração (1,15 a 1,38 kgP/ton. ração), e o restante equivalente a 77% (3,85 a 4,62 kgP/ton. ração) é transferido para o meio, sendo o elemento chave para induzir o processo de eutrofização (ESTEVES, 1998).

Reforçando essa idéia, ALVES & BACCARIN (2005) informam que do fósforo aportado pelo arraçamento intensivo, 66% vão para o sedimento, 11% ficam dissolvidos na água e 23% incorporados no pescado.

No sistema oligotrófico avaliado, as taxas de efluentes teóricas ($Nut_{meio} = Nut_{ração} - Nut_{peixe}$, Nut=nutriente) variaram entre 28,54 a 61,38kg/m³/tanque, dependendo da taxa de conversão alimentar aparente (1,43 a 5,43), tempo de cultivo (90 a 208 dias) e rendimento de despesca (39,74 a 150,45kg/m³). Portanto, podemos destacar que esse sistema de cultivo adiciona aportes variáveis de efluentes nos períodos de criação/despesca. Considerando o único sistema de tilapicultura em tanques-rede, analisado no Jurumirim, sendo este um pequeno sistema composto por 20 tanques de 18 m³ e 10 de 6 m³, (totalizando 420 m³ de tanques) no qual dimensionou-se a utilização entre 100 a 130 ton. ração/ano, entre janeiro a dezembro de 2005, podemos inferir, com base na literatura (BEVERIDGE, 1984 e 1996), que houve um aporte total de 500 a 650 kg de fósforo, oriundos desse manejo zootécnico, no período analisado.

Monitoramentos limnológicos realizados por ZANATTA (in prep.), neste mesmo ambiente de estudo, registraram que as concentrações de P-total, em um dos trechos controle, apresentaram valores superiores aos tanques-rede, portanto podemos inferir que o aporte desse nutriente ainda não está interferindo no estado de trofia local.

A partir desses dados, podemos simular o aporte teórico de P (fósforo) para o sistema de tilapicultura em Jurumirim, conforme a Figura 15.



FIGURA 15 - Resumo das principais perdas de P (fósforo orgânico) para o meio aquático em decorrência da criação intensiva de peixes em tanques-rede. * = 100% do teor de P na ração (adaptado de Beveridge, 1984, in Carvalho, 2006).

Ainda dentro dessa temática (eutrofização), uma abordagem é importante nos processos de licenciamento e autorizações desses empreendimentos, o dimensionamento da capacidade de suporte. Esse termo pode ser conceituado como nível máximo de produção (primária - fitoplâncton, que reporta às cianobactérias, ou secundária, no caso de pescado) que um dado ecossistema natural ou artificial pode conter em condições “ecologicamente equilibrada”, em termos espaciais e populacionais (STARLING, 2006).

Assim, esse conceito é aplicado em várias escalas de ecossistemas (tanques-rede, viveiro, reservatório ou açude). Em um tanque-rede a capacidade de suporte pode ser expressa em relação ao volume (Kg peixe/m^3) ou à área (Kg/ha , Kg/1000m^2 e Kg/m^2) de produção e é atingida quando o ganho de peso é zero, não existe mais incremento de biomassa (ONO & KUBITZA, 2003), na qual pode-se inferir a descarga de efluentes (P e N), e dimensionar corretamente a densidade populacional utilizada.

Para o grande ecossistema (reservatório), isto é, no caso, definir a quantidade de gaiolas (tanques) de criação de peixes que o ecossistema aquático pode suportar em termos de eutrofização (efluentes contendo diferentes formas de fósforo e nitrogênio), deve-se conhecer algumas características desses ambientes. São elas: dados morfométricos (profundidade e volume); aportes externos (carga de fósforo); hidrodinâmica (tempo de residência); enriquecimento nutricional (teores de fósforo), dentre outros (BEVERIDGE, 1984; STARLING, 2006).

Em suma, pode-se inferir que, em associação com estudos paralelos (ZANATTA, in prep.), este trabalho foi bastante importante nas questões tanto das avaliações do desempenho e manejo (técnicas de cultivo) desse sistema, bem como no ajuste de metodologias e técnicas, mesmo num sistema de cultivo sem grande impacto ecológico local (empreendimento de pequeno porte). Contudo, há informações que empreendimentos desse tipo, mas de grande porte, estão sendo preparados. Mas, estão dependendo apenas de efetivação de financiamentos, autorizações, licenciamentos, etc. Dessa forma, a situação é preocupante e por isso, as instituições de pesquisa e o poder

público tem a obrigação de monitorar e fiscalizar, enfim, ordenar esses empreendimentos, na vertente da responsabilidade sócio-ambiental.

6 – CONCLUSÕES

De acordo com os resultados apresentados da tilapicultura em tanques-rede, num trecho do reservatório de Jurumirim, pode-se inferir que houve um desempenho zootécnico satisfatório, apesar da relativamente baixa eficiência alimentar.

Portanto, devemos destacar que:

- 1) esse sistema de cultivo adiciona aportes variáveis de efluentes que ainda não foram suficientes para promover um processo de eutrofização;
- 2) nesse sistema foi possível produzir pescados prontos para comercialização (acima de 500g), entre 90 e 150 dias de cultivo;
- 3) mas as taxas de conversão alimentar foram ruins, variando de 3,13 a 5,43 ração/Kg de peixe, gerando aportes de efluentes de 28,54 Kg/m³/tanque e 46,47 Kg/m³/tanque, respectivamente;
- 4) foram relacionados problemas de manejo, como as deficiências nutricionais aumentando, assim, as taxa de mortalidade;
- 5) ainda, se pôde constatar que a reversão sexual masculinizante mostrou-se eficiente visto que não foi detectada nenhuma fêmea nas amostras;
- 6) foi observada a invasão nos tanques de peixes nativos de pequeno porte como - *Astyanax altiparanae*, *Serrasalmus*

maculatus e *Pimelodus* sp, que podem ter influenciado nas taxas de CAA ruins.

7 - REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A.; JULIO Jr., H.F. Ameaça ecológica. Peixes de outras águas. **Ciência Hoje**, v.21, p. 36-44, 1996.

AGOSTINHO, A.A. ; VAZZOLER, A.E. ; THOMAZ, C.B.C.B. The high river Paraná basin: Limnological and ichthyological aspects. In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C.E.M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Eds.) *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995. p. 59-104.

ALVES, R.C.P.; BACCARIN, A.N. Efeito da produção de peixes em tanques-rede sobre sedimentação de material em suspensão e de nutrientes no córrego da Arribada (UHE Nova Avanhandava, Baixo Rio Tietê, SP). In: NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Orgs.) **Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. São Carlos. RIMA, 2005. p.329-347.

AYROZA, D.M.M.R.; FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, L.M.S. Regularização de projetos de cultivo de peixes em tanques-rede no estado de São Paulo. **Panor. Aqüic**, v.16, n. 94, p. 38-42, 2006.

AYROZA, L.M. da S.; ROMAGOSA, E.; SCORVO FILHO, J.D.; FRASCÁ-SCORVO, C.M.D. Desempenho da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede em represa rural. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 2000, 1CD-ROOM, Florianópolis. **Anais...Florianópolis: SIMBRAq**, 2000.

BARBOSA, A.C.A.; ALMEIDA, L.D.L.; FONSECA, R.B. Avaliação de diferentes seqüências de arraçoamento no desenvolvimento de tilápias cultivadas em gaiolas. **Bol. Pesq. Desenv.**, n. 31, 2005.

BERNARDES, M.V.S. et al. Efeito da densidade de estocagem no desempenho produtivo da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) mantida em sistema de criação intensiva, tipo *raceway*, durante o inverno. **An. Esc. Agr. Vet. UFG**, v.28, n.2, p.83-93, 1998.

BEVERIDGE, M. C. M. Cage and pen fish farming. Carrying capacity models and environmental impact. **FAO Fish.Tech.Pap.**, n.255, p. 1-131, 1984.

BEVERIDGE, M. C. M. **Cage aquaculture**. Oxford: Fishing News Books, 1996. 346 p.

BEZERRA e SILVA, J.W. et al. Estudo de um experimento de policultivo de tambaqui, *Colossoma macropomum* Curvier, 1818, híbrido de tilápias (*Oreochromis hornorum* X *Oreochromis niloticus*) e carpa espelho *Cyprinus carpio*. **Bol. Tec. DNOCS**, v. 42, n.1, p.63, 1984.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; FURUYA, W.M.; MEURER, F. Desempenho e Características de Carcaça de Machos Revertidos de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), Linhagens Tailandesa e Comum, nas Fases Inicial e de Crescimento. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, n.5,12p. 2001.

BOZANO, G.L.N. Viabilidade técnica da criação de peixes em tanques-rede. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABRAq, 2002, p. 107-111.

BOZANO, G.L.N. Critérios técnicos para a alocação de projetos de tanque-rede. In: SEMINÁRIO SOBRE ASPECTOS TÉCNICOS DA AQUICULTURA EM RESERVATÓRIOS DE HIDROELÉTRICAS, 2006, Foz do Iguaçu: SCMA, Recursos Aquáticos, 2006. CD-ROOM.

BOZANO, G.L.N.; RODRIGUES S.R.M.; CASEIRO, A.C.; CYRINO, J.E.P. Desempenho da tilápia nilótica *Oreochromis niloticus* (L.) em gaiolas de pequeno volume. **Sci. Agric.** v.56, n.4, 1999.

BRAGA, F.M S. Estudo entre o fator de condição e a relação peso-comprimento para alguns peixes marinhos. **Rev. Bras. Biol.**, v.2, n. 46, p. 339-346.

CARACIOLO, M.S.B.; COSTA, F.J.C.B.; KRUGER, S.R.; ALENCAR, M.A.R. Desempenho da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em gaiolas no reservatório da UHE de Xingo – Piranhas – Alagoas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 2000, 1 CD-ROOM, Florianópolis. **Anais...**Florianópolis: SIMBRAq, 2000.

CARNEIRO, P.C.F, CYRINO, J.E.P., CASTAGNOLLI, N. Produção da tilápia vermelha da Flórida em tanques-rede. **Sci. Agríc.**, v. 56, n. 3, 10p. 1999.

CARVALHO, E.D. **Indução da reversão de sexo em *Oreochromis niloticus* (Tilapia do Nilo) com uso do hormônio masculinizante 17-metiltestosterona: freqüência de machos e crescimento.** 1985. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Programa de Pós graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

CARVALHO, E.D. **Linhagens triplóides de Pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (= *Colossoma mitrei*, Berg, 18950 e de Tambaqui *Colossoma macropomum* (Curvier, 1818):** indução artificial e estudos de sobrevivência e desempenho em condições de tanques de cultivo. 1992. 212f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

CARVALHO, E.D. **Avaliação dos impactos em tanques-rede nas represas dos grandes tributários do Alto Paraná (Tietê e Paranapanema):** o pescado, a ictiofauna agregada e as condições limnológicas. **Relatório técnico/científico** (Botucatu-SP, 2006. Projeto FAPESP, nº 03/11239-2).

CARVALHO, E. D.; FORESTI, F. Reversão de sexo em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) induzida por 17-alpha-metiltestosterona: Proporção de sexo e histologia de gônadas. **Rev. Bras. Biol.**, v.56, n.2, p. 249-262, 1996.

CARVALHO, E.D.; CASTRO, R.J.; SILVA, V.F.B.; VIDOTTO, A.P. A estrutura das assembléias de peixes nas zonas de ecótonos da represa de Jurumirim (Alto do Rio Paranapanema, São Paulo). In: HENRY, R. (Ed.). **Ecótono nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. São Carlos: RIMA, 2003.p. 249-278.

CARVALHO, E.D.; BRITTO, S.G.C.; TANAGO, M.M.G. **Os peixes da bacia hidrográfica da represa de Jurumirim (Alto do Rio Paranapanema, SP): guia de referência**. 115p. No prelo.

CARVALHO, E. D.; BRITTO, S.G.C.; ORSI, M. L. O panorama das introduções de peixes na bacia hidrográfica do Rio Paranapanema, Alto Paraná, Brasil. In: ESPÍNDOLA, E. L. G.; ROCHA, O. (Ed.). Impactos da piscicultura e da introdução de espécies exóticas nas bacias hidrográficas. São Carlos: CRHEA/SHS/EESC/USP. No prelo.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 189p.

CAVERO, B.A.S. et al. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesq. Agropec. Bras.** v.38, n.1, P. 723-728, 2003.

CENTRAIS ENERGÉTICAS DE ESTADO DE SÃO PAULO - CESP. **Aspectos limnológicos, ictiológicos e pesqueiros de reservatórios da CESP no período de 1986 a 1994.** São Paulo: CESP, 1996. 78p. (Série Pesquisa e Desenvolvimento, 136).

CENTRAIS ENERGÉTICAS DE ESTADO DE SÃO PAULO - CESP. **Conservação e manejo nos reservatórios:** Limnologia, Ictiologia e Pesca. São Paulo: CESP, 1998. 166p. (Série Divulgação e Informação, 220).

CENTRAIS ENERGÉTICAS DE ESTADO DE SÃO PAULO - CESP. **Criação de peixes em tanques-rede.** São Paulo: Diretoria de Meio Ambiente/CESP, 1999. 99p.

COCHE, A.G. Cage culture of tilápia. In: PULLIN, R.S.V.; LOWE MCCONNEL, R.H. (Eds.). **Biology and culture of tilapias.** Manila: ICLARM, 1982. p.205-246.

CONOLLY, P.C. **Tanque-rede:** por que, onde e como implantar. São Paulo: Instituto de pesca/APTA/SAA. 2000. (Série Relatórios Técnicos, 2000).

CONTE, L. **Produtividade e economicidade da tilapicultura em gaiolas na região sudoeste do estado de São Paulo:** estudos de caso. 2002. 59f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Aqüicultura Luíz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CORTNAY Jr., W.R.; TAYLOR, J.N. The exotic ichthyofauna of the contiguous United States with preliminary observations on intranational transplants. **EIFAC Tech. Pap**, v.42, p.466-487, 1984.

CRIAÇÃO em tanques-rede evolui no Brasil. **Rev. Aliment. Anim.**, n.15, 1999.

CRIVELLI, A.J. Are Fish introductions a threat to endemic freshwater fishes in the northern Mediterranean region? **Biol. Conserv.**, v.72, p.311-319, 1995.

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. São Paulo: Vozes, 1978. 474 p.

DAJOZ, R. **Princípios de ecologia**. Tradução Fátima Murad. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 520p.

DAVID, G.S. et al. A tilápia do Tietê: Desafios e contradições da pesca artesanal de tilápias nos reservatórios hipereutróficos do Médio Rio Tietê. **Pan. Aqüic**, v.16, n. 97, p. 24-27, 2006.

DUKE ENERGY. **Peixes do rio Paranapanema**. São Paulo: Horizonte Geográfico/Audichromo Editora Ltda, 2004. 112p.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 2^a ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.

FRACALOSSO, D.M.; MEYER, G.; SANTAMARIA, F.M.; WEINGARTNER, M.; ZANIBONI-FILHO, E. Desempenho do jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terra na região sul do Brasil. **Acta Scient. Anim. Sci.**, v. 26, n. 3, p. 345-352, 2004

FRANCO, L. **Piscicultura do Brasil**. 2002. Disponível em: <>Acesso em: 04 nov. 2006.

GALLI, L.F.; TORLONI.; C.E.C., 1999. **Criação de peixes**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 119p.

GOMES, L.C.; BALDISSEROTTO, B.; SEHORINI, J.A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxã, *Brycon caphalus* (Characidae), in ponds. **Aquaculture**, v.183, p. 73-81, 2000.

GRAEFF, A.; AMARAL JÚNIOR, H. Engorda de tilápias (*Oreochromis niloticus*) no meio-oeste catarinense no período de verão com alevinos nascidos no outono-inverno oriundos do litoral de Santa Catarina (BRASIL). **Arch. Latinoam. Prod. Anim.**, v.13, n.3, p.87-91, 2005.

HENRY, R. **Estrutura espacial e temporal do ambiente físico químico e análise de alguns processos ecológicos na represa de Jurumirim (rio Paranapanema, SP) e sua Bacia Hidrográfica.** 1990. 242f. Tese (Livre Docência) Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

HENRY, R. A variabilidade de alguns fatores físico e químicos da água e implicações para a amostragem: estudo de caso em quatro represas do estado de São Paulo. In: BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. (Orgs.) **Amostragem em limnologia.** São Carlos: RiMa, 2004. Cap. 15, p. 245-262.

HENRY, R.; GOUVEIA, L. Os fluxos de nutrientes e seston em cursos de água do Alto Paranapanema (São Paulo)- sua relação com o uso do solo e morfologia das bacias de drenagem. **Nac. Acad. Bras. Ci.**, v. 65, n.4, p.439-451, 1993.

IBAMA. **Estatística da pesca – Brasil – Grandes regiões e unidades da federação.** Brasília, 2002. 17p.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial.** Jundiaí: F. Kubitza, 2000. 285p.

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

LATINI.; A.O.; PETRERE Jr, M. Reduction of a native fish fauna by alien species: an example from Brazilian freshwater tropical lakes. **Fish. Manag. Ecol.**, 2004, v.11, p.71-79, 2004.

LOVSHIN, L.L. Tilapia farming: a growing worldwide aquaculture industry. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1997. p.137-164.

LOVSHIN, L.L. et al. Growth and yield of mixed-sex, young-of-the-year *Oreochromis niloticus* raised at two densities in earthen ponds in Alabama, U.S.A. **Aquaculture**, v.89, p.21-26, 1990.

MACHADO, C.E. M. **Criação prática de peixes:** carpa, apaiari, tucunaré, peixe-rei, black-bass, tilápia. 5.ed. São Paulo: Nobel, 1976. 120p.

MAINARDE-PINTO, C.S.R.; MERCANTE, C.T.J. Avaliação de variáveis limnológicas e suas relações com uma floração de Euglenacea pigmentada em viveiro povoado com tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus), São Paulo, Brasil. **Acta Scient. Biol Sci.** v.25, n.2, p. 323 – 328, 2003.

MARCUS, L.R. **A ictiofauna de uma lagoa marginal na região de transição Rio Paranapanema/Represa Jurumirim, SP.** 2000. 86f. Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. Botucatu.

MARENGONI, N.G. Produção de tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* (Linhagem chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. **Arch. Zootec.**, v.55, n.210, p.127-138, 2006.

MARTINS, M.I. **Doenças infecciosas e parasitárias de peixes.** Jaboticabal: Funep, 1997. 58p.

MEDEIROS, F. C. 2002. **Tanque - rede:** mais tecnologia e lucro na piscicultura. Cuiabá, s.n.2002.

MELO, F.R. et al Resultados de um experimento de cultivo consorciado de híbridos de tilápias (*Oreochromis hornorum* x *Oreochromis niloticus*) com suínos. Bol. Tec. DNOCS, v.43, n.1, p. 25, 1985.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Fibra bruta para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Rev. Soc. Bras. Zootec**, v.32, n.2, p.256-261, 2003.

MORAES, A.M. et al. Avaliação econômica e zootécnica do cultivo de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em tanques-rede utilizando-se diferentes rações comerciais. In: **AQUACIÊNCIA2006**, 2006, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves, 2006. 1 CD-ROOM.

NAYLOR, R.L.; WILLIAMS, S. L.; STRONG, D.L. Aquaculture - A Gateway for Exotic Species. **Science**, v.294, p. 1655-1656, 2001.

NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; MARICATTO, E.E. Spatial and temporal heterogeneity in Jurumirim Reservoir, São Paulo, Brazil. **Lakes & Reserv.: Res. Manag.**, v.4, p.107-120, 1999.

NOGUEIRA, M.G. et al. Uma avaliação dos processos de eutrofização nos reservatórios em cascata do Rio Paranapanema (SP/PR), Brasil, pp. 91-106. In: FERNÁNDEZ-CIRELLI, A.; CHALAR, G. (Orgs.). **El agua en Sudamérica de la eutrofización a la gestión**. Buenos Aires: Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2002.

NOGUEIRA, M.G. et al. Reservatórios em cascata e os efeitos na limnologia e organização das comunidades bióticas (fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos) – um estudo de caso no rio Paranapanema (SP/PR). In: NOGUEIRA, M. G., HENRY, R.; JORCIN, A. (Orgs). **Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. São Carlos: RiMa, 2005. p. 83-125.

NOMURA, H. **Ictiologia e piscicultura**. 2^a ed. São Paulo. Ed. Nobel, 118p.

NOVAES, J. L. C. **Recursos pesqueiros e biologia populacional das espécies representativas de peixes da pesca comercial nas represas de Barra Bonita e Jurumirim (rios Tietê e Paranapanema - SP)**. No prelo.

Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. 2003. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3 ed.rev.ampl. Jundiaí: E. A. Ono, 2003. 112p.

ORSI, M.L.; AGOSTINHO, A.A. Introdução de espécies de peixes por escapes acidentais de tanques de cultivo em rios da Bacia o Rio Paraná, Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, v.16, n.2, p.557-560, 1999.

PÁDUA, D.M.C. et al. Efeito da densidade de lotação e da renovação da água no desenvolvimento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **An. Esc. Agr. Vet. UFG**, v.28, n.1, p. 29-42, 1998.

PAES, J.V.K. et al. Ocorrência de metacercária de *Diplostomum compactum* (Trematoda, Diplostomidae) parasitando *Plagioscium squamosissimus* (Teleostei, Sciaenidae) proveniente do reservatório de Nova Avanhandava, Buritama, São Paulo. **Arq. Inst. Biol.**, v. 70, supl. 3, 2003.

PAIVA, M.P. Grandes represas do Brasil. Brasília: Ed. Ed.terra, 1982. 292 p.

PEZZATO, L.E. Nutrição de peixes. **In:** CYRINO; J.E.P. et al. (Eds.). **Tópicos Especiais de Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo:TecArt, 2004.Cap. 5, p.75-170.

PINTO, V. G. Desenvolvimento sustentável pra valer. **Você S/A**, n. 56, p. 26, 2003.

RIBEIRO, R.P. **Piscicultura** – Qual é o papel de cada um? Disponível em: < www.zoonews.com.br>. Acesso em: 05 jan. 2007.

ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L. Estudos das variações da relação peso total/comprimento total em função do ciclo reprodutivo e comportamento de *Sardinella Brasiliensis* (Steindachner, 1879) da costa do Brasil entre 23° e 28°. **Bol. Inst. Oceanogr.**, v.26, p. 131-130, 1977.

ROTTA, M.A.; QUEIROZ, J.F. **Boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-rede**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003.

SAMPAIO, J.M.C.; BRAGA, L.G.T. Cultivo de tilápia em tanques-rede na barragem do Ribeirão de Saloméa – Floresta Azul – Bahia. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, v.6, n.2, p. 42-52, 2005.

SANTOS, E.P. **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura**. São Paulo: Hucitec, Ed. Universidade de São Paulo, 1978.129p.

SANTOS, G.B.; FORMAGIO, P. S. Estrutura da ictiofauna dos reservatórios do rio Grande, com ênfase no estabelecimento de peixes piscívoros exóticos. **Inf. Agropec**, v.21, n.3, p. 98-106, 2000.

SARIG, S.; ARIELI, Y. Growth capacity of tilápia in intensive culture. **Isr. J. Aquac.**, v.32, n.3, p.57-65, 1980.

SCHMIDT – NIELSEN, K. **Fisiologia animal**: adaptação e meio ambiente. 5. ed. São Paulo: Ed Santos, 1996. 600p.

SCHMITTOU, H.R. **Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume**. Campinas. Mogiana Alimentos e Associação Americana de Soja, 1997. 78p.

SILVA, P.C ; KRONKA, S. N ; SIPAÚBA-TAVARES, L.H ; SOUZA, V.L. Desempenho produtivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em diferentes densidades e trocas de água em “raceway”. **Acta Scient.** v.24, n.4, p.935-941, 2002.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.S. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. Jaboticabal: Funep, 1995. 72p.

SMITH, W.S. **Pesque-pague**: uma ameaça à ictiofauna nativa? PUC -SP Ciências Biológicas e Ambientais, São Paulo, v.1, n.3, p. 313-319, 1999.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. **Biometry**: the principles and practice of statistics in biological research. W.H. 3^a ed. New York: **Freeman and Company**, 1995. 887p.

SOUSA, E.C.P.M.; TEIXEIRA FILHO, A.R. **Piscicultura fundamental**. São Paulo: Nobel: Compainha Agrícola Imobiliária e Colonizadora, 1985.

STARLING, F.L.R.M. Capacidade de suporte em reservatórios. In: SEMINÁRIO SOBRE ASPECTOS TÉCNICOS DA AQUICULTURA EM RESERVATÓRIOS DE HIDROELÉTRICAS, 2006, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SCMA, Recursos Aquáticos, 2006. CD-ROOM.

TILÁPIAS em tanque-rede: opção para o sudeste brasileiro. Disponível em:< www.apta.sp.gov.br>. Acesso em: 27 set. 2004.

TOLEDO J. J. Avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta – Mato Grosso. **Ver. Progr. Ciênc. Agro-Ambient.**, v.2, n.1, p.13-31, 2003.

TUNDISI, J. G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. São Paulo: FAPESP/FUNDIBIO, 1999. v.1, p. 19-38.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI**: enfrentando a escassez. São Carlos/SP: Rima Editora, 2003. 248p.

URBINATI, E.C.; CARNEIRO, P.C.F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. **In:** CYRINO, E.J.P. (Ed.) **Tópicos especiais de piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo:TecArt, 2004.Cap. 6, p.171 – 194.

VAZZOLER, A. E. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos**: teoria e prática. Maringá: EDUEM, 1996.196p.

WATANABE, W. O. et al. Culture of Florida red tilapia in marine cages: The effect of stocking density and dietary protein on growth. **Aquaculture**, v.90, p. 123-134, 1990.

WATANABE, W. O. et al. Tilápia Production System in the Americas: Technological Advances, Trends, and Challenges. **Rev. Fish. Sci.**, [on line], v. 10, n. 384, p. 465-598. 2002. Disponível em: <<http://sciencedirect.com/science/journal/10641262>>. Acesso em :03 dez.2003.

WEDEMEYER. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. **In:** CYRINO, E.J.P. (Ed.) **Tópicos especiais de piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo:TecArt, 2004. Cap. 6, p.171-193.

ZANATTA, A.S. **Tilapicultura em ecossistemas aquáticos**: desenvolvimento sustentável ou degradação ambiental ? Estudo de caso em represa oligotrófica. 2007. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Bociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

ZIMMERMANN, S. Observações no crescimento de tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*) da linhagem chitralada em dois sistemas de cultivo e três temperaturas. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5., 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro.2000. v. 2, p. 323-327.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, E.J.P. (Ed.) **Tópicos especiais de piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo:TecArt, 2004. Cap. 9, p. 239 – 266.

ANEXOS



Figura 16 - Tilápia “normal” (25 cm).



Figura 17 - Tilápia submetida ao stress do manejo. Observe suas nadadeiras.



Figura 18 - Tilápia viva, com “cauda cicatrizada”.



Figura 19 - Exemplar de tilápia com exoftalmia causada por deficiência nutricional (vitaminas) ou radiação ultra-violeta.



Figura 20 - Detalhe, em vista frontal da exoftalmia.