

LUIZ DE SOUZA VIANA

**PRODUÇÃO DE TILÁPIAS EM TANQUES-REDE DE PEQUENO  
VOLUME NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA:  
ESTUDO DE CASOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Produção Animal, Departamento de Zootecnia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Dr. Antonio Ostrensky

CURITIBA

2003

# **TERMO DE APROVAÇÃO**

**LUIZ DE SOUZA VIANA**

## **PRODUÇÃO DE TILÁPIAS EM TANQUES-REDE DE PEQUENO VOLUME NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA: ESTUDO DE CASOS**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Ciências no Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Produção Animal, do Departamento de Zootecnia, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Dr. Antonio Ostrensky

Orientador e Presidente – Departamento de Zootecnia, UFPR

Dr. Walter Antonio Boeger

Departamento de Zoologia, UFPR

Dr. Paulo César Falanghi Carneiro

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Setembro de 2003.

**Aos meus PAIS,  
Sem eles não alcançaria este  
degrau (*in memoriam*)**

**À minha esposa VICENTA,  
Pelo incentivo e compreensão em  
todos os momentos**

**À minha filha ANA CRISTINA,  
Orgulho da minha vida!**

## AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Paraná pela oportunidade concedida para conseguir este título.

A todos os professores do Curso de Pós Graduação pelos conhecimentos adquiridos.

Ao orientador Prof. Dr. ANTONIO OSTRENSKY, pela amizade, orientações, apoio, sugestões e críticas ao longo de todo o período do curso de Mestrado. Um agradecimento especial pelo seu incentivo e confiança depositada.

À Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural, EMATER – Paraná, empresa da qual sou funcionário, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado.

Aos meus irmãos: JOSÉ (*in memorian*), LOURDES, ANTONIO, LIVRAMENTO, ALUÍZIO, LÚCIA, WILSON (*in memorian*), LÚCIO E CANINDÉ.

Aos colegas e amigos do Mestrado (ÉDER, LUIZ CARLOS, MÁRCIA e ROBERT) pelas amizades e bons momentos neste período.

Aos funcionários da Universidade Federal do Paraná EZEQUIEL e FRANCISCO.(Chico)

Ao EDELAR proprietário da Fazenda Pesqueiro Valle Verde em Mandirituba e Ao funcionário SERGIO.

A fábrica de rações KOWALSKI e a GRANJINHA.

Enfim, a todos que contribuíram, direta e indiretamente, para a realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

<u>SUMÁRIO</u> .....	V
<u>LISTA DE FIGURAS</u> .....	VI
<u>LISTA DE TABELAS</u> .....	VIII
<u>LISTA DE TABELAS</u> .....	VIII
1. <u>INTRODUÇÃO</u> .....	11
2. <u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u> .....	14
2.1. <u>Situação Atual e Perspectivas da Piscicultura em Tanques-Rede</u> .....	14
2.2. <u>As Tilápias</u> .....	14
2.3. <u>Cultivo de Tilápias em Tanques-Rede e Gaiolas</u> .....	16
2.4. <u>Parâmetros zootécnicos e ambientais dos cultivos de tilápia em tanques-rede</u> .....	17
3. <u>MATERIAL E MÉTODOS</u> .....	23
3.1. <u>Caracterização das Áreas e Períodos Experimentais</u> .....	23
3.2. <u>Gaiolas, Tanques-rede e Comedouros Utilizados</u> .....	24
3.3. <u>Peixes utilizados</u> .....	28
3.4. <u>Unidades experimentais</u> .....	28
3.5. <u>Alimentação</u> .....	29
3.6. <u>Biometrias</u> .....	30
3.7. <u>Variáveis Hídricas Monitoradas</u> .....	31
3.8. <u>Análises Estatísticas</u> .....	31
3.9. <u>Análise Econômica</u> .....	32
4. <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u> .....	33
4.1. <u>Estudo do Caso Mandirituba</u> .....	33
4.2. <u>Estudo do Caso Pinhais</u> .....	44
4.3. <u>Análise Econômica - Mandirituba</u> .....	53
4.4. <u>Análise Econômica - Pinhais</u> .....	55
4.5. <u>Simulação Econômica com Base no Melhor Resultado Alcançado</u> .....	57
5. <u>CONCLUSÕES</u> .....	65
6. <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> .....	67

## LISTA DE FIGURAS

<u>Figura 1. Disposição das gaiolas no viveiro de cultivo. Caso: Mandirituba.....</u>	25
<u>Figura 2. Comedouro utilizado. Caso: Mandirituba.....</u>	26
<u>Figura 3. Disposição das gaiolas no viveiro de cultivo. Caso: Pinhais.....</u>	27
<u>Figura 4. Detalhes do comedouro utilizado. Caso: Pinhais.....</u>	28
<u>Figura 5. Temperaturas quantificadas na água durante o experimento em Mandirituba:</u> <u>a) temperatura pela manhã; b) temperatura a tarde.....</u>	33
<u>Figura 6. Características biométricas dos peixes nos diferentes tratamentos</u> <u>experimentais: a) Peso; b) Comprimento; c) Altura; D) fator de condição.....</u>	35
<u>Figura 7. Dendrograma demonstrando a distância euclidiana entre a densidade inicial</u> <u>e o peso final dos peixes cultivados.....</u>	36
<u>Figura 8. Variação crescimento peso em relação ao tempo.....</u>	37
<u>Figura 9. Variação final de peso dos peixes cultivados nas gaiolas de acordo com a</u> <u>densidade inicial relativa.....</u>	38
<u>Figura 10. Relação entre a densidade inicial de peixes nas gaiolas e a biomassa final</u> <u>produzida por unidade de volume.....</u>	39
<u>Figura 11. Relação entre a densidade inicial nas gaiolas e o ganho médio diário de</u> <u>peso dos peixes cultivados.....</u>	40
<u>Figura 12. Mandirituba - Relação entre a densidade inicial de peixes nas gaiolas e a</u> <u>taxa final de conversão alimentar.....</u>	41
<u>Figura 13. Temperaturas quantificadas na água durante o experimento em Pinhais.....</u>	44
<u>Figura 14. Pinhais - Características biométricas dos peixes cultivados nos diferentes</u> <u>tratamentos experimentais: a) Peso; b) Comprimento; c) Altura; D) fator de</u> <u>condição.....</u>	46
<u>Figura 15. Pinhais - Dendrograma demonstrando a distância euclidiana entre a</u> <u>densidade inicial e o peso final dos peixes cultivados.....</u>	48
<u>Figura 16. Pinhais - Relação entre a densidade inicial de peixes nas gaiolas e a</u> <u>biomassa final produzida por unidade de volume.....</u>	49
<u>Figura 17. Pinhais - Relação entre a densidade inicial nas gaiolas e o ganho médio</u> <u>diário de peso dos de peixes cultivados.....</u>	50
<u>Figura 18. Pinhais - Relação entre a densidade inicial de peixes nos tanques-rede e a</u> <u>taxa final de conversão alimentar.....</u>	51
<u>Figura 19. Variação temporal da mediana dos pesos dos peixes cultivados em</u> <u>Pinhais.....</u>	52
<u>Figura 20. Relação entre a densidade inicial de peixes nas gaiolas e o custo de</u> <u>produção. Caso: Mandirituba.....</u>	53

<u>Figura 21. Relação entre a densidade de peixes nas gaiolas e relação benefício/custo. Caso: Mandirituba. ....</u>	54
<u>Figura 22. Detalhe das tilápias produzidas em Pinhais no momento da despesca. ...</u>	55
<u>Figura 23. Relação entre a densidade inicial de peixes nos tanques-rede e o custo de produção. Caso: Pinhais.....</u>	56
<u>Figura 24. Relação entre a densidade de peixes nas gaiolas e relação benefício/custo. ....</u>	57
<u>Figura 25. Relação dos custos, em porcentagem, da tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>) produzida em 100 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup>, com um horizonte de 5 anos.....</u>	63

## LISTA DE TABELAS

<u>Tabela 1. Densidades de tilápias por gaiola/tanque-rede nos diferentes tratamentos em Mandirituba e Pinhais.</u> .....	29
<u>Tabela 2. Análise bromatológica das rações utilizadas.</u> .....	30
<u>Tabela 3. Características físico-químicas da água durante o experimento em Mandirituba.</u> .....	34
<u>Tabela 4. Parâmetros biológicos e produtivos obtidos ao final dos cultivos experimentais realizados em Mandirituba.</u> .....	42
<u>Tabela 5. Características físico-químicas da água durante o experimento em Pinhais.</u> .....	45
<u>Tabela 6. Parâmetros biológicos e produtivos obtidos ao final dos cultivos experimentais realizados em Pinhais.</u> .....	47
<u>Tabela 7. Dados utilizados para a simulação da produção de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>) em 100 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup>.</u> .....	59
<u>Tabela 8. Demonstração dos investimentos (R\$) para a simulação da produção de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>) em 100 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup>.</u> .....	60
<u>Tabela 9. Demonstração dos custos fixos e variáveis (R\$) para a simulação da produção de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>) em 100 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup>.</u> .....	60
<u>Tabela 10. Demonstração da análise econômica para a simulação da produção de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>) em 100 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup>.</u> .....	61
<u>Tabela 11. Simulação do fluxo de caixa da tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>) produzida em 100 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup>, com um horizonte de 5 anos.</u> .....	62

## RESUMO

O cultivo de tilápias em tanques-rede vem crescendo consideravelmente no Brasil e em diversos países onde existem grandes reservatórios. Essa tecnologia é a que demanda o menor investimento em relação à alta produtividade e lucratividade que pode proporcionar, servindo, inclusive, de alternativa para a produção estruturada de peixes em pequenas propriedades rurais. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho da tilápia nilótica em tanques-rede de pequeno volume, em diferentes densidades de estocagem, visando a geração de conhecimentos que contribuam para a compreensão e avaliação da viabilidade técnica e econômica desse sistema de cultivo na Região Metropolitana de Curitiba. Foram realizados dois estudos de caso, denominados Mandirituba (caso 1) e Pinhais (caso 2). Em ambos os casos, foram avaliados os resultados obtidos em cultivos nos quais a densidade de estocagem variaram de 100 a 236 peixes/m<sup>3</sup>. A densidade de estocagem foi aumentada seqüencialmente em 10 % em relação ao valor anterior. No caso Mandirituba, foram estocados, em 10 gaiolas, 3.980 juvenis de tilápias, pesando média de 125 g. A produção, produtividade e peso médio final obtidos foram de, respectivamente, 2.182 Kg, 85 Kg/m<sup>3</sup> e de 558 g. O ciclo de produção foi de 153 dias, obtendo-se uma taxa final de sobrevivência superior a 95%. O custo de produção por quilo de peixe cultivado atingiu seu menor valor (R\$ 1,70) quando a densidade se aproximou de 161 peixes/m<sup>3</sup>, sendo essa a melhor relação benefício/custo encontrada. No caso 1 todos os tratamentos apresentaram viabilidade econômica, tendo os valores da relação benefício/custo variando de 1,04 a 1,35, nas densidades 236 peixes/m<sup>3</sup> e 161 peixes/m<sup>3</sup>, respectivamente. Os resultados demonstraram uma forte influência da densidade de estocagem na taxa de crescimento das tilápias. No caso Pinhais, o ciclo de produção foi de 351 dias. Ao todo, foram estocados 6.368 alevinos, gerando uma produção de 2.433 Kg. A produtividade média foi de 61 Kg/m<sup>3</sup>, com peso médio final dos peixes de 505 g e taxa média final de sobrevivência de 79,5%. Todos os tratamentos mostraram-se economicamente inviáveis. Os valores da relação benefício/custo variaram de 0,70 a 0,96, nas densidades 100 peixes/m<sup>3</sup> e 110 peixes/m<sup>3</sup>, respectivamente. Os resultados obtidos comprovam a viabilidade técnica dos cultivos de tilápia em tanques-rede de pequeno volume na Região Metropolitana de Curitiba.

## ABSTRACT

The cultivation of tilapia in netcages is increasing considerably in Brazil and several other countries where great reservoirs exist. Technology demands a relatively small investment when compared to the high productivity and good profits that it can provide, especially for modest scale fish production in small rural properties. The present work targets an evaluation about netcage cultivation of Nile tilapia in small volume cages, at different densities, to evaluate the technical and economic viability of this type of system in the Metropolitan Area of Curitiba. Two case studies were analyzed: Mandirituba (case 1) and Pinhais (case 2). It was analyzed cultivations with densities varying from 100 to 236 fish/m<sup>3</sup>, with increments of 10% from previous treatment to the next. In case 1, the experiment utilized 10 cages, stocked with 3.980 juvenile of tilapia, weighing 125g in average. The production, productivity and final medium weight were respectively, 2.182 Kg, 85 Kg/m<sup>3</sup> and 558 g. The production cycle lasted 153 days, with a final survival rate above 95%. The best production costs "per kilo" (R\$ 1,70) was reached with the density 161 fish /m<sup>3</sup>. All treatments, in the case 1, demonstrated economic viability, with benefit/cost relationship value varying from 1,04 to 1,35 for densities of 236 fish/m<sup>3</sup> and 161 peixes/m<sup>3</sup>, respectively. The results also showed a strong influence of density in the rate of growth of tilapia. In the case 2, the production cycle lasted 351 days. The initial stocking of 6.368 fingerlings generated a production of 2.433 Kg. The average productivity was 61 Kg/m<sup>3</sup>, with average weight of 505 g and survival rate of 79,5%. All the treatments, in case 2 were shown to be economically unviable. The benefit/ cost relationship value, in case 2 varied from 0,7 to 0,96, at densities of 100 fish /m<sup>3</sup> and 110 fish /m<sup>3</sup>, respectively. The results obtained demonstrated that cultivation of tilapia in small volume cage fish (net pens) in the Metropolitan Area of Curitiba is technically viable.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo dados publicados pela FAO (2003), no ano de 2001 foram produzidas 142,1 milhões de toneladas de pescados. A aquicultura contribuiu com mais de 48,4 milhões de toneladas, ou o equivalente a US\$ 61,4 bilhões em receitas geradas. Através da análise da evolução da produção e dos valores gerados pela aquicultura no planeta, observa-se que essa atividade tem se expandido rapidamente, passando de 16,8 milhões de toneladas (US\$ 27,2 bilhões) em 1990, para 48,4 milhões de toneladas (US\$ 61,4 bilhões) em 2001. Os dados revelam ainda que o preço médio por quilograma de pescado era de US\$ 1,62 em 1990 caindo para US\$ 1,27 em 2001. O desenvolvimento da aquicultura tem contribuído de forma significativa para o crescimento da produção mundial de pescados e, em consequência, para a produção de alimentos com alto nível protéico (BORGHETTI et al., 2003).

A aquicultura mundial apresentou crescimento médio de 9,2% por ano desde 1970, enquanto que a pesca (captura) apresentou uma taxa de incremento de apenas 1,4%. A produção de carnes teve um crescimento de 2,8%, de acordo com o relatório da FAO (2002). A participação dos grupos de peixes, crustáceos e moluscos em relação aos outros setores de produção animal que era de 3,9%, passou para 27,3% em 2000, e para 29% em 2001.

As tilápias constituem o segundo grupo de peixes de maior importância para a piscicultura mundial, em termos de volumes produzidos, só ficando atrás das carpas. Os maiores produtores são China (que detém quase 50% da produção mundial), seguida da Indonésia, Tailândia, Filipinas e Taiwan (FAO, 1997).

De acordo com SCHMITTOU, (1997) a produção de tilápia poderia aumentar ainda mais pelo simples aumento na produtividade, mais, inclusive, que pela expansão das áreas cultivadas.

A produção brasileira passou de 20.5 mil toneladas (US\$ 104.4 milhões), em 1990, para 210 mil (US\$ 830.3 milhões), em 2001, com um aumento de 925%, enquanto a mundial teve um crescimento de 187% no mesmo período (FAO, 2003). Entre 2000 e 2001, a produção aquícola brasileira cresceu cerca de 19%, ou o equivalente a 16,6% em receitas geradas.

O cultivo da tilápia desenvolveu-se de forma bastante significativo no país, com o incremento de produção da ordem de 145,4% no período de 1996 a 2001. Em 1996,

foram produzidas 15,7 mil toneladas (US\$ 54,9 milhões) e em 2001 esse número saltou para 38,5 mil toneladas (US\$ 123,3 milhões), equivalente a uma taxa média de incremento anual de 20,2%.

Segundo o DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA (2000), a tilápia apresenta algumas características que a colocam como um dos peixes com maior potencial para a piscicultura nacional: alimenta-se dos itens básicos da cadeia trófica; (fitoplâncton, zooplâncton e bentônicos), aceita grande variedade de alimentos; responde com a mesma eficiência à ingestão de proteínas de origem vegetal e animal; apresenta resposta positiva à fertilização (adubação) dos viveiros; é bastante resistente às doenças, tolera elevadas densidades de povoamentos e baixos teores de oxigênio dissolvido e desova durante todo o ano nas regiões mais quentes do país. Além disso, é uma espécie que possui carne saborosa, com baixo teor de gordura (0,9 g/100g de carne) e calorias (172 Kcal/100 g de carne), não possui espinhos em forma de “Y” e apresenta rendimento de filés que varia entre 35 - 40%, o que a torna bastante atrativa para industrialização (VALLE et al., 2000).

A Região Sul, apesar de não possuir o clima mais adequado para a produção de espécies tropicais, é responsável por cerca de 70% da produção de tilápia brasileira, sendo o Paraná o maior produtor nacional de sua espécie. A produção de peixes no Estado do Paraná tem apresentado crescimento expressivo, passando de 7.700 t no ano de 1996 para 17.112 t em 2002, um salto de 122%. A maior parte é advinda da produção de tilápias, representando 57% dos peixes produzidos no estado. No mesmo período a área de lâmina de água dos viveiros passou de 6.632 ha para 8.483 ha, um aumento de 28%.

Atualmente, 22.942 produtores estão envolvidos com a atividade, representando 5,7% do número total de produtores rurais do Estado do Paraná (EMATER-PR 2003). A produção de peixes em tanques-rede chega a 113 toneladas/ano (EMATER, 1999).

Os cultivos de tilápia e outras espécies desempenham hoje um papel muito importante na economia estadual. Cada estabelecimento de pesque-e-pague instalado no estado gera no mínimo 3,5 postos de trabalho (EMATER-PR, 2001) e cada 3 ha de área de cultivo gera um emprego direto. A partir da tilapicultura são criados empregos ainda nos segmentos de transporte e processamento de peixes, na produção e distribuição de insumos, máquinas, equipamentos, prestação de serviços e assistência técnica.

A criação de tilápias em tanques-rede vem crescendo consideravelmente no Brasil e em diversos países onde existem grandes reservatórios. Os tanques-rede apresentam várias vantagens, que o tornam um sistema bastante atrativo para produtores e investidores: apresenta menor investimento inicial quando comparado ao da construção de viveiros ou “raceway”; possibilita o aproveitamento de recursos aquáticos já disponíveis (grandes reservatórios, açudes e rios) onde a piscicultura tradicional não é possível; permite o cultivo de diferentes espécies em um mesmo corpo de água, sem mistura dos estoques; facilita a construção, o manejo e o controle da reprodução indesejada de tilápias (KUBITZA, 2000; ALCESTE, 2001).

Como desvantagens, os tanques-rede apresentam um maior risco de perdas por roubo, maior deterioração da qualidade da água, quando superdimensionado e não ocorra uma boa renovação, além do fato de que nesse sistema os peixes passam a ser totalmente dependentes da ração.

Os dados disponíveis atualmente sobre a economicidade da piscicultura brasileira não permitem que se cheguem a conclusões mais precisas sobre o potencial de desenvolvimento sustentado da atividade, uma vez que o rigor na geração e o detalhamento destes dados estão ainda longe de serem ideais. Quando se trata do cultivo em regime intensivo em gaiolas e ou tanques-rede, a carência de dados ainda é maior (CARNEIRO et al., 1999; CONTE, 2002), o que, por si só, justifica a realização de pesquisas direcionadas à avaliação da viabilidade econômica de empreendimentos.

O presente trabalho foi realizado com base em estudo de casos, com o objetivo de avaliar a viabilidade técnica e econômica de se utilizar pequenas represas da região metropolitana de Curitiba - Pr (presentes em grande parte das pequenas propriedades rurais do Paraná) para o cultivo comercial de tilápias em tanques-rede e gaiolas. O estudo se justifica pelo fato de que a construção de viveiros convencionais é relativamente cara e as represas existentes são, por um lado, geralmente subutilizadas e, por outro, não permite o manejo correto da produção de peixes.

Para que o trabalho realizado pudesse ser tratado de forma mais adequada, esta dissertação foi dividida em três partes. A primeira parte, denominada caso Mandirituba ou caso 1; a segunda, denominada caso Pinhais ou caso 2 (ambas avaliando os índices econômicos obtidos); a terceira, que analisa a viabilidade econômica do sistema de produção, foi dividida em dois sub-itens: fundamentos metodológicos e simulação econômica dos resultados obtidos naquele tratamento que apresentou os melhores índices de produção.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Situação Atual e Perspectivas da Piscicultura em Tanques-Rede

O sistema de produção de peixes em tanques-rede está bastante difundido em várias regiões do mundo (ONO & KUBITZA, 1999). Na América do Sul, o Chile se destaca como o país que possui a melhor infra-estrutura para cultivo de peixes nesse sistema (CESP, 1999).

Segundo FITZSIMMONS (2001) os principais produtores americanos de tilápia intensificarão seus sistemas de produção, que ficará concentrada em *O. niloticus* (com cerca de 75% da produção total), enquanto os híbridos, principalmente de *O. aureus* e *O. mossambicus*, deterão cerca de 20% do mercado. Os cultivos intensivos em viveiros serão responsáveis por cerca de 50% da produção, enquanto os cultivos em gaiolas tendem a chegar a 25% e os sistemas de "raceways" concentrarão 10% da produção. O aproveitamento do couro da tilápia será o fator responsável pelo aumento da lucratividade da tilapicultura; que os países tendem a buscar o aumento da competitividade através da agregação de valores via processamento industrial da produção; que haverá uma popularização dos cultivos de tilápias consorciadas com camarões de água doce (fato que começa a ocorrer no Brasil); que a produção de tilápias nas Américas alcançará 500.000 t até 2010 e 1.000.000 t por volta de 2020.

O Brasil, por sua vez, é considerado um dos países da América Latina com maior potencial para o desenvolvimento da produção de peixes, tanto em tanques-rede, como em viveiros, graças ao grande número de represas e ambientes lóticos existente em praticamente todas as suas regiões (KUBITZA, 2000). O reconhecimento deste potencial culminou com a realização, em 2000, do 5º Simpósio Internacional sobre o cultivo de Tilápias (5º ISTA), no Rio de Janeiro e com o congresso da Sociedade Mundial de Aqüicultura (WAS), em Salvador, em 2003. Segundo FITZSIMMONS (2001) o Brasil apresenta todas as condições para se tornar o maior produtor de tilápias das Américas nos próximos 20 anos.

### 2.2. As Tilápias

Tilápia é o nome comum aplicado a três gêneros de peixes da família Cichlidae: *Oreochromis*, *Sarotherodon*, e *Tilápia*. Cerca de 70 espécies estão taxonomicamente classificadas, sendo que 22 têm sido criadas em escala experimental ou comercial.

Nativas da África e do Oriente Médio, estas espécies transformaram-se no segundo grupo mais importante da piscicultura naquelas regiões, só ficando atrás das carpas (WATANABE et. al., 2002).

A criação de tilápias teve início no Quênia, em 1927. Porém já eram conhecidas pelos egípcios 2000 a.C., como demonstram baixos-relevos e desenhos deixados por estes povos. A sua criação intensiva foi iniciada na África em 1950 (MOREIRA et al., 2001).

Nos anos de 1960 a 1970, os cultivos de tilápia visavam basicamente o atendimento do próprio consumo, sendo empregados métodos bastante extensivos ou semi-intensivos de produção, com aportes mínimos de fertilizantes ou rações. Entretanto, durante a última década, os cultivos de tilápias se popularizaram em praticamente todo o planeta, permitindo avanços tecnológicos associados a intensificação das práticas de produção. Com isso desenvolveram-se novas linhagens de híbridos, a cultura monosexual masculina (através da reversão sexual), o uso de dietas especialmente formuladas para as espécies cultivadas, a intensificação dos sistemas de produção, através dos cultivos em tanques-rede, gaiolas, canais de irrigação, a utilização de estufas, do calor geotérmico, de efluentes térmicos industriais e do desenvolvimento de métodos avançados de tratamento de água (HISHAMUNDA, 2001; WATANABE et. al., 2002).

No Brasil, a tilápia do Congo foi introduzida em 1952 no Estado de São Paulo. Com o passar dos anos esta espécie foi substituída pela tilápia do Nilo e Zanzibar, que mostraram melhores resultados em cultivo, sendo atualmente a do Nilo a mais cultivada no Brasil (MOREIRA et al., 2001). Essa espécie tem sido melhorada através de seleção genética, originando linhagens mais produtivas e rentáveis, como é o caso da tilápia chitralada, também conhecida como tailandesa, desenvolvida no Japão e melhorada no Palácio Real de Chitral na Tailândia. Essa linhagem foi introduzida no Estado do Paraná em 1996 a partir de alevinos doados pelo Asian Institute of Technology (AIT) e nos últimos quatro anos, vem sofrendo processo de melhoramento genético em condições brasileiras (IGARASHI, 2003).

Animais de clima tropical e subtropical, a temperatura da água do cultivo pode variar de 20 a 30°C, embora possam tolerar temperaturas mínimas de aproximadamente 12°C. As espécies que são mais importantes para a aqüicultura pertencem ao gênero *Oreochromis*, incluindo a tilápia do Nilo, *O. niloticus*, a de Moçambique, *O. mossambicus*, a azul, *O. aureus*, a tilápia de urolepis *O. hornorum*. O crescimento da tilapicultura vem

provocando um aumento da pressão pelo desenvolvimento de novas linhagens e de utilização de híbridos (DEY & GUPTA, 2000).

A tilápia nilótica é uma espécie alóctone na região Sul do país e se encontra em toda esta região com exceção do Planalto Serrano e Planalto Norte Catarinense. Os pesque-pague foram e ainda são importantes centros de comercialização de peixes em toda a região. A Região Sul provavelmente seja uma das áreas brasileiras que dispõe de uma das mais funcionais e equilibradas estruturas aquícolas para o desenvolvimento da atividade. Esta premissa fundamenta-se na produção de insumos, materiais, equipamentos instalados na área, cuja atuação ultrapassa os limites regionais e alcançam reconhecimento nacional (POLI et al., 2002).

### **2.3. Cultivo de Tilápias em Tanques-Rede e Gaiolas**

O sistema de cultivo de peixes em tanques-rede é uma excelente alternativa para o aproveitamento racional de represas, viveiros e outros corpos de água que apresentariam restrições técnicas ou operacionais para a prática da piscicultura convencional (SCHIMITTOU, 1997).

Gaiolas são estruturas rígidas, fechadas por todos os lados, que retêm os peixes e permitem a troca completa de água, na forma de fluxo contínuo, que remove resíduos metabólicos e fornece oxigênio. Diferem dos tanques-rede apenas por um detalhe conceitual, os tanques-rede possuem telas flexíveis e as gaiolas telas rígidas.

O cultivo de peixes em gaiolas originou-se na China, no delta do rio Yang Tze há 750 anos (HU, 1994) e ao longo do tempo esse sistema de cultivo vem sendo continuamente praticado e aperfeiçoado, não só no sudeste asiático, como em praticamente todo o globo (LING, 1977). O sistema apresenta inúmeras variantes, tanto em termos de materiais empregados, quanto a formatos, tamanhos das estruturas de cultivo e espécies que podem ser cultivadas (COCHE, 1978). Comercialmente, entretanto, a história dos cultivos de tilápia em gaiolas é ainda bem curta (COCHE, 1982), datando do início dos anos 70, nos Estados Unidos, com cultivos de *O. aureus* (PAGAN, 1969; ARMBRESTER, 1972; SUWANASART, 1972) e na Costa do Marfim com *O. niloticus* (COCHE, 1974). Desde então, as técnicas e os sistemas empregados têm sido espalhados progressivamente para várias outras regiões do planeta (YI et al., 1996).

O Brasil, com seus grandes reservatórios, cuja área alagada é superior a 5 milhões de hectares, é o país que apresenta o maior potencial para a produção de peixes de água doce em tanques-rede (CASTAGNOLLI et al., 1992). Contudo, os cultivos de peixes em

águas ditas “públicas” ainda estão limitados pela falta de regulamentação das leis sobre sua cessão para fins de aquicultura. Esse problema faz, por exemplo, com que o imenso potencial de produção em grandes reservatórios esteja sendo simplesmente desprezado. A exceção a essa regra ocorre atualmente no Rio São Francisco. Nas margens da represa de Xingo, nas localidades de Xingozinho, Malhada Grande e Ilha Verde, concentrando-se o maior número de tanques-rede do país. São 1.400 unidades de tanques-rede com 4 m<sup>3</sup>, com meta de produtividades estimada em 120 Kg/m<sup>3</sup>, projeto financiado pelo Banco do Brasil e Banco do Nordeste.

Com o avanço na tecnologia e produtividade do cultivo de peixes em tanques-rede e por outro lado a falta de acompanhamento do impacto ambiental. YANG & LIN (2000) defendem a idéia dos cultivos de peixes em tanques-rede colocados em viveiros, associados ao cultivo de espécies filtradoras.

LIN & DIANA (1995) estudaram a geração de resíduos nitrogenados e fosfatados provenientes de diferentes sistemas de cultivo de tilápia. Em viveiros adubados com esterco, os efluentes gerados para cada quilo de tilápia produzida continham 25 g de N e 50 g de P. Nos adubados com esterco e fertilizantes inorgânicos, os efluentes apresentavam 177 g de N e 46 g de P. Naqueles viveiros que receberam exclusivamente fertilizantes inorgânicos, 164 g de N e 40 g de P. Nos fertilizados inorganicamente e suplementados com ração, 86 g de N e 20 g de P. Nos viveiros onde a alimentação provinha exclusivamente das rações, 43 g de N e 9 g de P. Por fim, em sistemas integrados de tanques-rede com viveiros, 20 g de N e apenas 4 g de P.

Através dos resultados encontrados pelos autores acima o sistema de cultivo integrado de tanques-rede em viveiros é o sistema ambientalmente mais seguro e desejável na produção de peixes.

#### **2.4. Parâmetros zootécnicos e ambientais dos cultivos de tilápia em tanques-rede**

Quando se fala sobre cultivo de tilápias em gaiolas e tanques-rede, associa-se logo essa produção a um regime intensivo. Na maioria das vezes isso é verdade, como defende ALCESTE (2001), porém, há exceções. YANG & LIN (2000) trabalhando com cultivos de tilápias em tanques-rede de 20 m<sup>3</sup>, obtiveram biomassa total de 525 kg, com produção média de 26,3 kg/m<sup>3</sup>. LIN & KAEWPAITON (2000), relatam que, na Tailândia, esse sistema de produção tem sido utilizado com pouca ou nenhuma inovação tecnológica associada, justamente para viabilizar a produção artesanal, em pequena escala.

A China é o principal produtor mundial de tilápias em tanques-rede. A tecnologia de produção utilizada naquele país preconiza o uso de gaiolas com volumes variando de 4 a 1.000 m<sup>3</sup>, sendo a gaiola padrão de 70 m<sup>3</sup> (5 x 7 x 2 m de profundidade), a qual proporciona em média 1.750 kg por gaiola, o que corresponde a uma produção de cerca de 25 kg/m<sup>3</sup> (densidade de 63 peixes/m<sup>3</sup>).

A densidade é um dos principais fatores que determina a produção de peixes. Tecnicamente em tanques-rede os peixes podem ser estocados de forma tão adensada que o espaço individual ou coletivo pode se tornar um fator limitante à produção. Com o aumento na densidade de estocagem, há redução na qualidade da água e dificuldade de acesso ao alimento, o que pode limitar a produtividade antes mesmo da restrição de espaço.

O aumento na densidade implica em aumento potencial de perda de alimento devido à maior turbulência provocada pela movimentação dos peixes durante a alimentação. Existem sempre limites para a produtividade de peixes a serem produzidos por tanque-rede ou por área do ambiente aquático onde os tanques-rede foram colocados (SCHMITTOU, 1997).

YI et al. (1996) avaliaram densidades de 30, 40, 50, 60 e 70 Tilápias do Nilo criadas em gaiolas e soltas em pequenos viveiros. SHOEMAKER et al. (2000) avaliaram a mortalidade de tilápia nilótica nas densidades de 5,6 g/l; 11,2 g/l e 22,4 g/l. Os autores concluíram que a densidade teve um efeito significativo sobre a mortalidade dos peixes. MUTHUKUMARANA E WEERAKOON (1986) testaram densidades de 400, 600, 1.000 e 1.200 peixes/m<sup>3</sup> por 150 dias, até atingirem peso final de 150 g, e concluíram que as densidades entre 400 e 600 peixes/m<sup>3</sup> foram as mais apropriadas.

HARGREAVES et al. (1991) não observaram diferenças significativas nos resultados obtidos em experimentos com densidade de estocagem de 400 e 600 tilápias vermelhas por m<sup>3</sup>, em gaiolas de 1,0 m<sup>3</sup> com e sem aeração. Mas as densidades de estocagem empregadas apresentaram efeitos sobre o crescimento, sobrevivência e a biomassa final obtida, sendo que o melhor desempenho dos animais foi alcançado com 400 peixes/m<sup>3</sup> com peso médio final de 370 g em 143 dias. WATANABE et al. (1990) trabalharam com tilápias vermelhas da Flórida, em gaiolas marinhas e em densidades de 100, 200 e 300 peixes/m<sup>3</sup>. Os resultados obtidos não apresentaram diferenças significativas entre as diferentes densidades testadas, tendo os peixes atingido peso médio de 171,6 g em 84 dias.

GODINEZ (1988) concluíram que as densidades ideais de povoamento variam entre 200 e 350 peixes/m<sup>3</sup>. BASIAO & SAN ANTONIO (1986) realizaram estudo nas Filipinas em que os alevinos de tilápia foram estocados em densidades de 50, 100, 150 e 200 peixes/m<sup>2</sup>. As taxas de crescimento foram maiores em densidade de 50 e 100 peixes/m<sup>2</sup>. Tal resultado foi obtido posteriormente por WATANABE et al. (1990). Os alevinos foram povoados com peso entre 1,6-1,7 g e atingiram o tamanho de mercado (106-124 g) em quatro meses. Nenhum dos lotes cultivados atingiu o peso de 50 g antes de 4 meses. LEBOUTE et al. (1994) realizaram cultivos de *O. niloticus* em 4 diferentes densidades 40, 60, 80 e 100 peixes/m<sup>3</sup>. Depois de 5 meses, os peixes haviam atingido, respectivamente, 104,5; 84,1; 79,8 e 71,0 g. Em Bangladesh, Hussain et al. (2000), utilizando tilápias geneticamente melhoradas obtiveram produtividade de 30,7 kg de peixes/m<sup>3</sup>-em cultivos de 124 dias. SUN & DUAN (1992) obtiveram produtividade máxima de 75 kg/m<sup>2</sup>.

A tilápia tem se mostrado um peixe tão apropriado para os cultivos em tanques-rede e de tal rusticidade que nesse sistema de produção em águas marinhas vem ganhando cada vez mais espaço, como reportado por CARMELO (2002) e McGEACHIN et al (1987). AL AHMED (2001), realizou um trabalho no Kwait, com a produção experimental de tilápias em tanques-rede em águas salobras (salinidade entre 3 e 8) e em águas salgadas (salinidade entre 38 e 40 parte por mil). No primeiro caso, os peixes passaram de 142 g ao 290 g em 124 dias, com ganho diário médio de peso de 1,19 g/peixe/dia, representando uma produção de 35,2 kg/m<sup>3</sup>. Em águas marinhas, os peixes passaram de 118 g a 323,3 g em 101 dias, com taxas de crescimento de 2,30 g/peixe/dia e produtividade de 44 kg/m<sup>3</sup>. Em outro experimento, também realizado em gaiolas em águas marinhas as taxas de crescimento foram, ao final do cultivo, de 2,31 a 3,49 g/dia, com taxa de conversão alimentar entre 1,47 a 2,13 : 1,0 e taxas de sobrevivência entre 95 a 98 %, alcançando ótimos resultados.

No cultivo de peixes um tanque-rede atinge sua capacidade de suporte quando os peixes param de ganhar peso, ou seja, quando o incremento em biomassa for nulo (ONO & KUBITZA, 1999). Corpos d'água muito rasos ou com pouca renovação de água devem ser evitados MOREIRA et al., (2001), recomendam que as gaiolas sejam posicionadas em locais cuja profundidade média seja superior a três ou quatro metros e que a área ocupada pelas gaiolas não supere 10% da área total do corpo hídrico.

Outro fator a ser considerado diz respeito ao alimento fornecido. XIE et al., (1998) realizaram o cultivo experimental de *O. niloticus* contendo diferentes teores de proteína

bruta (15,8 a 35,6%) e constataram que depois de 87 dias, não houve diferença significativa entre os tratamentos contendo 15,8 a 25,5% e 25,5 a 36,5% de proteína bruta. Segundo os autores esses dados sugerem que rações com 15,8 a 25,5% de proteína seriam suficientes para o cultivo de tilápias em tanques-rede.

O sistema de cultivo de tilápias em tanques-rede considerado como de baixo volume e alta densidade só costuma ser recomendável quando utilizado em reservatórios com reduzido tempo de residência da água e com gaiolas de até 24 m<sup>3</sup> de volume total. Para gaiolas maiores em reservatórios com menor fluxo de água, as densidades de estocagem devem se situar em 50 a 80 peixes/m<sup>3</sup>, com produtividade de 25 kg de peixe/m<sup>3</sup> (MOREIRA et al., 2001). Segundo ONO & KUBITZA (1999) em tanques-rede de pequeno volume e alta densidade a capacidade suporte pode atingir 500 a 700 kg/m<sup>3</sup> no cultivo de tilápias.

GALL & BAKAR (1999) estudaram a densidade de estocagem da tilápia, o melhoramento genético e o seu desenvolvimento corporal e verificaram que quanto maior a densidade do cultivo menor a interação do meio ambiente. O desenvolvimento dos alevinos até os 56 dias não foi afetado pela densidade de estocagem (10 - 200 alevinos/l), com a vazão de água mantida constante.

A biomassa é o peso total dos peixes estocados, e está diretamente ligada a quantidade de alimento a ser fornecido e a capacidade de suporte do sistema. A biomassa no ponto de maior lucro acumulado em um tanque-rede é denominada biomassa econômica, que se localiza no intervalo entre a capacidade crítica e a capacidade máxima. Desta forma, produzir o máximo possível não significa o máximo lucro (ONO & KUBITZA, 1999).

De acordo com BEVERIDGE (1987) e BEVERIDGE & MUNIR (1996), existem vários fatores que influenciam a capacidade de suporte dos ambientes límnicos e, conseqüentemente, o desempenho e a sobrevivência dos peixes cultivados em gaiolas e tanques-rede, sendo que a escolha da espécie, a qualidade da água, as dimensões dos tanques-rede, a alimentação e a densidade de estocagem, são os principais fatores que afetam o sucesso do cultivo.

O tamanho final que as tilápias alcançam em cultivos comerciais é basicamente determinado pelo mercado consumidor. Atualmente, o peso mínimo exigido pelo mercado brasileiro para comercialização de tilápias em forma de filés é de cerca de 450 g (BRASS et al., 1990; WINCKLER-SOSINSKI et al., 1999; WINCKLER-SOSINSKI & LEBOUTE, 2000). Mas, em outros países, o tamanho de abate pode variar substancialmente.

Diversos fatores influenciam a biomassa de peixes capaz de ser alojada adequadamente dentro das gaiolas, entre esses estão:

- qualidade do ambiente onde são posicionadas as gaiolas;
- taxa de renovação de água no interior das gaiolas;
- formato e a área vazada da malha da gaiola;
- qualidade do alimento utilizado;
- qualidade dos alevinos;
- espécie de peixe cultivada.

Estudo realizado por TROELL & BERG (1997) indicou um acúmulo elevado de nutrientes no sedimento em zona imediatamente abaixo de tanques-rede de cultivo de tilápias (2,8 a 4,4% de carbono orgânico, 0,26 a 0,49% nitrogênio total; e, 0,04 a 0,26%) fósforo.

A água é o principal fator a ser considerado no cultivo de peixes visto que todas suas funções são realizadas nessa. A existência de compostos químicos na água e a temperatura desta não só determina que peixes podem ser cultivados como também indica se é possível ou não o cultivar peixes. A temperatura é uma característica física das águas, sendo uma medida de intensidade de calor ou energia térmica em trânsito, pois indica o grau de agitação das moléculas (PÁDUA, 2003).

O oxigênio dissolvido é o parâmetro químico de qualidade de água de maior importância para o crescimento e desempenho dos peixes em regime de produção intensiva. Tilápias são extremamente tolerantes a baixos níveis de OD na água, no entanto o nível de 3.0 mg de OD/L deve ser considerado como o limite inferior para criação de tilápias em gaiolas, abaixo deste valor as taxas de crescimento podem sofrer redução significativa. OSTRENSKY & BOEGER (1998) relatam que o OD tem influência direta na taxa de ingestão de alimentos pelos peixes, conforme oscilações da temperatura. A cada 10 °C, no aumento da temperatura, dobra o consumo de oxigênio. O manejo correto da qualidade da água é condição para o sucesso de qualquer empreendimento na piscicultura. A introdução de qualquer substância na água acarreta alterações em sua qualidade, nem sempre beneficiando os organismos aquáticos (TAVARES & GAGLIANONE, 1993).

O fósforo é o principal nutriente que determina o processo da eutrofização nas águas tropicais (MARSDEN et al., 1995; KROM et al., 1989). A eutrofização é baseada nos níveis de sólidos em suspensão totais, e em componentes nitrogenados e fosfatado dissolvidos no efluente (CHO et al., 1994).

A qualidade da água dentro de um tanque rede será sempre igual ou inferior a água do ambiente em sua volta. A qualidade da água do ambiente em volta do tanque rede está diretamente relacionado ao enriquecimento da água por nutrientes e pode ser classificados segundo BOYD (1990) em eutrófico (rico em nutrientes), mesotróficos (médio em nutrientes) e oligotróficos (pobre em nutrientes).

A medição da transparência ou visibilidade da água com o disco de Secchi (capacidade de penetração da luz) é comumente usada em tanques e represas utilizadas para a aqüicultura, como o indicador da concentração de fitoplâncton e da possibilidade de ocorrência de níveis críticos de oxigênio dissolvido (OD) durante o período noturno (JAMU et al., 1999). Sob as condições de transparência maior que 40 cm é muito rara a ocorrência de níveis de OD abaixo de 2 mg/l. Segundo BOYD (1990), se a transparência da água for maior que 200 cm, pode-se esperar uma produtividade dos tanques-rede elevada, acima de 200 kg/m<sup>3</sup>. Se a transparência da água estiver entre 80 e 200 cm, ou seja, o ambiente apresenta nível médio de enriquecimento em nutrientes a produtividade máxima esperada fica por volta de 200 kg/m<sup>3</sup>. Nos casos que a transparência da água estiver entre 40 e 80 cm a produtividade não costuma chegar a 150 kg/m<sup>3</sup>. O cultivo em tanques-rede não é recomendável em águas com transparências inferiores a 20cm.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Como o objetivo do trabalho era o estudo de caso, optou-se por manter as peculiaridades principais de cada sistema já empregado nas propriedades, em termos de tipo de estruturas utilizadas (gaiolas ou tanques-rede, tipos e tamanhos de comedouros empregados), padronizando-se apenas o layout dos experimentos realizados. Ambos os produtores também receberam o mesmo treinamento, e usaram os mesmos insumos no processo produtivo. No entanto, depois de iniciados os cultivos, procurou-se não interferir diretamente no manejo dos mesmos, para que o binômio economicidade/aplicabilidade do sistema de produção em pequenas propriedades rurais pudesse ser avaliado de forma mais realista, atendendo assim os objetivos inicialmente propostos.

#### 3.1. Caracterização das Áreas e Períodos Experimentais

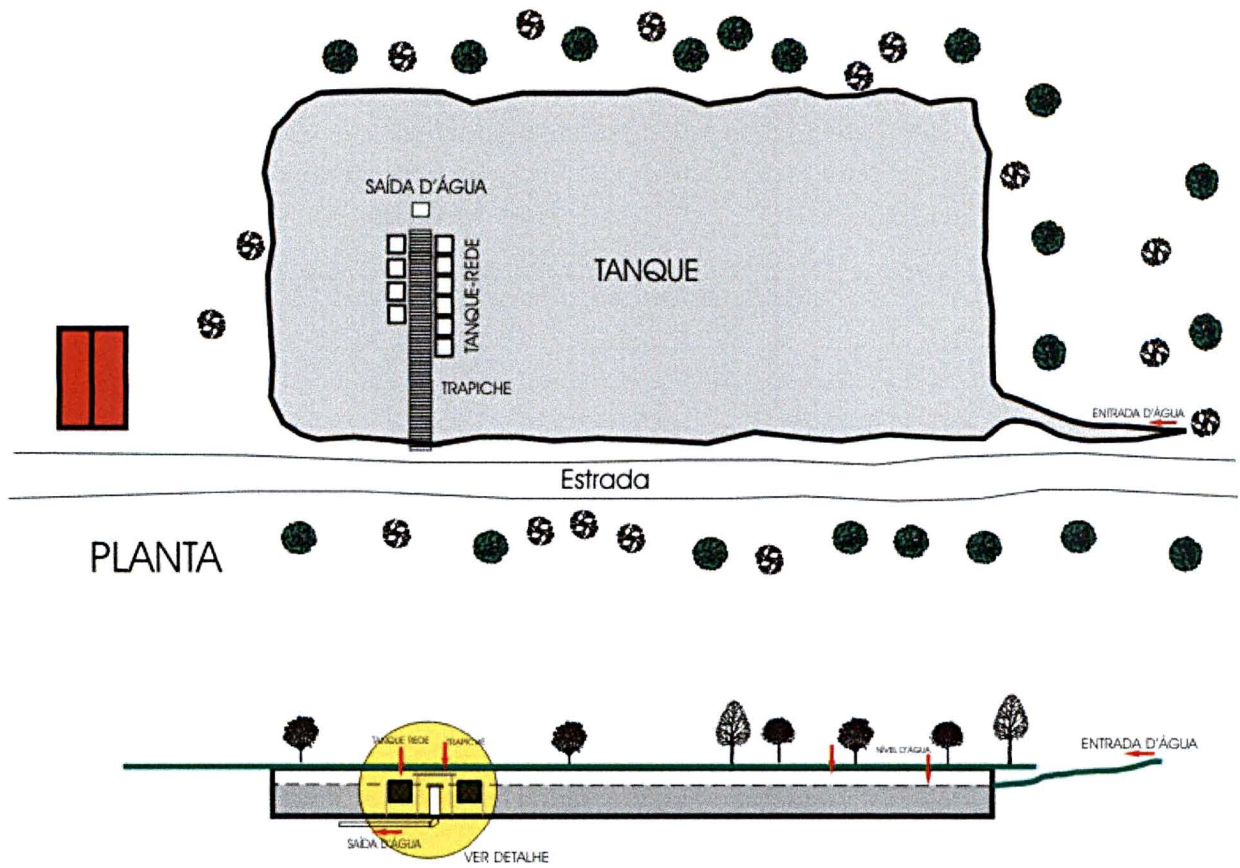
O primeiro estudo de caso foi desenvolvido em uma propriedade particular (Pesqueiro Valle Verde) localizada no município de Mandirituba – PR (26° 46' S; 49° 19' 30" W). A região fisiográfica denominada Região Metropolitana de Curitiba, apresenta raio de 35 quilômetros ao redor da capital paranaense. A topografia no local é levemente ondulada. A vegetação predominante é constituída de pastagem nativa e árvores de pequeno porte. A propriedade possui área total de 25 ha, apresentando cinco ha de área alagada, onde existem 22 viveiros, com área média de 2.200 m<sup>2</sup> cada. O período experimental estendeu-se de 30/08/2001 a 03/02/2002, compreendendo uma duração total de 153 dias.

O segundo caso estudado refere-se a uma propriedade localizada no município de Pinhais - PR (25° 25 S; 49° 08 W), também na região fisiográfica denominada Região Metropolitana de Curitiba.- PR. A propriedade possui área total de 220 ha, sendo que apenas 3 ha são destinados à piscicultura. O período experimental estendeu-se de 17/02/2002 a 08/02/03, compreendendo uma duração total de 351 dias.

O clima dos municípios se enquadra no grupo "Cfa" na classificação de Köppen. A umidade relativa do ar tende a diminuir em outubro e atinge valores mínimos em novembro, dezembro, janeiro e fevereiro. Secas durante o verão são freqüentes, o que faz com que os meses de dezembro, janeiro e fevereiro apresentem maior freqüência de deficiência hídrica. A temperatura do ar atinge os maiores valores no mês de janeiro e a menor em julho.

### **3.2. Gaiolas, Tanques-rede e Comedouros Utilizados**

Na propriedade de Mandirituba, as gaiolas foram mantidas em um viveiro de aproximadamente 5.000 m<sup>2</sup>, com profundidade média de 1,50 m, onde já havia um trapiche de madeira de 15 m de comprimento, o que facilitou a fixação e o manejo das mesmas. Foram utilizadas dez gaiolas, com dimensões de 1,20 m de profundidade (sendo que 0,20 m encontrava-se fora da água), 1,58 m de largura e 1,58 m de comprimento, o que totaliza cerca de 2,5 m<sup>3</sup> de volume útil por unidade experimental. O material utilizado para a confecção das gaiolas foi tela de nylon plástico rígida de 12 mm de malha. Para a armação das mesmas foram utilizadas tubulações de PVC de 32 mm de diâmetro, juntamente com cotovelos e "T" de 32 mm, além de cordas de nylon-seda multifilamento para fazer as amarrações (Figura 1).



VISTA LATERAL



Figura 1. Disposição das gaiolas no viveiro de cultivo. Caso: Mandirituba

Para a confecção dos comedouros (Figura 2) foram utilizadas tubulações de PVC de 32 mm de diâmetro e tela tipo mosquiteiro com 1 mm de abertura de malha e com 20 cm de altura, sendo 10 cm para baixo d'água e 10 cm para cima desta. Cada comedouro tinha 2,25 m<sup>2</sup> de área total.



Figura 2. Comedouro utilizado. Caso: Mandirituba.

Na propriedade de Pinhais, o cultivo foi realizado em um lago de cerca de 15.000 m<sup>2</sup>, com profundidade média de 1,50 m, onde existe um trapiche de madeira, construído em forma de "t", com cerca de 100 m de comprimento, que foi utilizado para a fixação e acesso aos tanques-rede.

Foram utilizados dez tanques-rede, com dimensões de 1,20 m de profundidade (sendo que 0,20 m encontrava-se fora da água), 2,0 m de largura e 2,0 m de comprimento, o que totalizou 4,0 m<sup>3</sup> de volume útil por unidade experimental (Figura 3). O material utilizado para a confecção dos tanques foi tela Sansuy<sup>®</sup>, composta por fio de poliéster revestido com PVC, com malha de 12 mm. Os tanques foram fixados em estacas, presas ao fundo do viveiro.

Para a confecção dos comedouros utilizados nos tanques-rede, utilizou-se uma mangueira de borracha com uma polegada de diâmetro, revestida externamente por uma tela plástica (do tipo mosquiteiro), com malha de um milímetro. Os comedouros tinham forma circular com 60 cm de diâmetro, e apresentavam-se 20 cm submerso e 10 cm de tela acima da linha da água. (Figura 4).

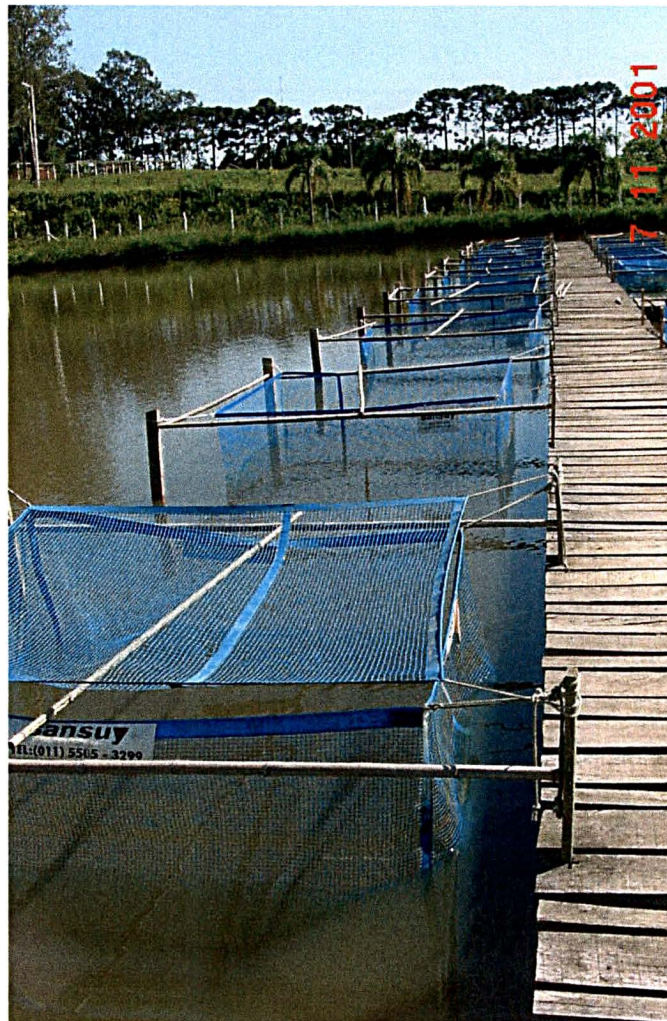
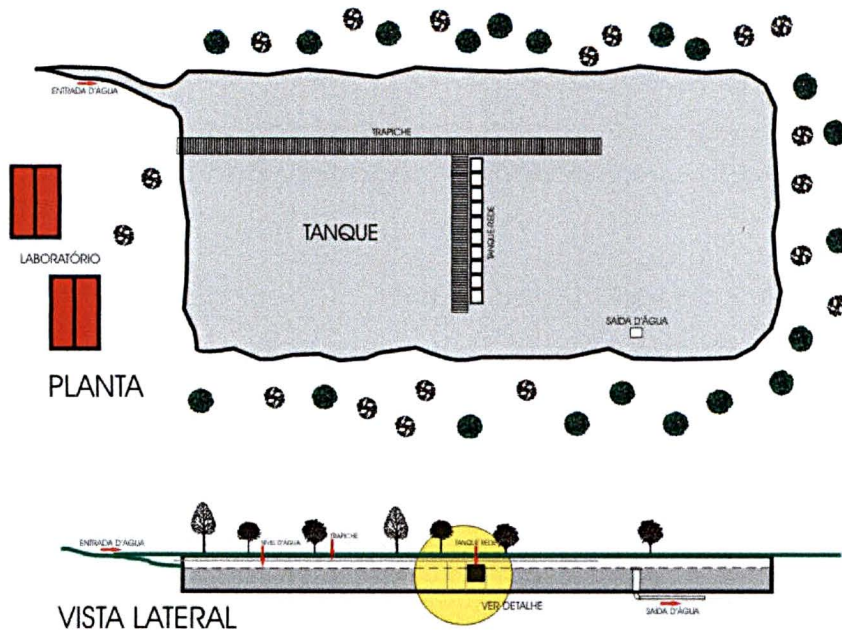


Figura 3. Disposição das gaiolas no viveiro de cultivo. Caso: Pinhais



Figura 4. Detalhes do comedouro utilizado. Caso: Pinhais.

### 3.3. Peixes utilizados

No estudo de caso 1 foram utilizados 3.980 tilápias (*O. niloticus*) com peso médio 3 g. Os animais foram provenientes da estação de piscicultura Aquabel, localizada no município de Rolândia – PR. Os alevinos foram adquiridos no mês de março de 2001. A pré-engorda foi realizada em viveiros, até que atingissem peso médio de 125 g. No dia 30 de agosto do corrente ano foram transferidos para as gaiolas experimentais.

No caso 2 utilizaram-se 6.372 peixes da espécie (*O. niloticus*), com mais ou menos 5 g. Os animais foram produzidos e submetidos à reversão sexual na própria propriedade.

### 3.4. Unidades experimentais

O desenho experimental adotado em ambos os casos envolveu 10 gaiolas/tanques-rede, nas quais a densidade empregada de peixes por unidade de volume sofreu um acréscimo seqüencial de 10% em relação à gaiola anterior (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

Tabela 1. Densidades de tilápias por gaiola/tanque-rede nos diferentes tratamentos em Mandirituba e Pinhais.

Tratamento	Densidade (peixes/m <sup>3</sup> )	Nº de peixes por tratamento (caso 1)	Nº de peixes por tratamento (caso 2)
T1	100	250	400
T2	110	275	440
T3	121	302	484
T4	133	332	532
T5	146	365	585
T6	161	402	644
T7	177	442	708
T8	195	487	779
T9	214	535	857
T10	236	590	943

### 3.5. Alimentação

Nos dois casos estudados, os peixes foram alimentados exclusivamente com ração da marca Kowalski. Em Mandirituba, a ração para a Fase Inicial foi empregada apenas no período em que os peixes encontravam-se nos viveiros. Nas gaiolas eles só receberam ração para a Fase de Terminação, fornecida três vezes ao dia. O arraçoamento foi feito com base no peso médio individual dos peixes, no número total de peixes em cada gaiola e na temperatura da água. Em ambos os casos a quantidade de ração fornecida era ajustada após cada biometria em função da biomassa estimada para cada tratamento.

Em Pinhais, os peixes foram alimentados com rações com 38% proteína bruta (fase inicial), até atingirem 50 g. Depois disso, foram alimentados com ração de terminação (30% proteína bruta). Nesse caso, os animais foram alimentados quatro vezes ao dia na fase inicial e três vezes ao dia na fase de terminação.

Tanto a ração inicial quanto a de terminação foram do tipo extrusada, com dois e seis milímetros e meio de granulometria, respectivamente. A primeira apresentava cerca de 18.000 pellets por quilograma e a segunda 3.100 pellets por quilograma, que neste caso constatou-se que o número de pellets, era insuficiente individualmente para o número de peixes, comunicado a fábrica esta reduziu para três milímetros em média o tamanho do grânulos.

Na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** encontra-se a análise

bromatológica das rações realizada no Laboratório de Nutrição Animal, da Universidade Federal do Paraná – UFPR.

Tabela 2. Análise bromatológica das rações utilizadas.

PARÂMETROS AVALIADOS	FASE INICIAL	FASE DE TERMINAÇÃO
Umidade (%)	7,47	8,22
Proteína Bruta (%)	39,60	31,78
Extrato Etéreo (%)	5,04	4,80
Resíduo Mineral (%)	9,16	7,61
Cálcio (%)	1,87	1,73
Fósforo (%)	0,88	0,75
Fibra Bruta (%)	5,48	5,32
Extrato não Nitrogenado (%)	33,24	42,27

### 3.6. Biometrias

No estudo de caso 1, durante a fase de terminação nas gaiolas foram realizadas 9 biometrias, com um intervalo médio de 20 dias entre elas. No estudo de caso 2 foram realizadas 18 biometrias, com o mesmo intervalo de tempo do caso 1.

Nestas ocasiões, os animais eram mantidos sem alimentação por cerca de 24 h. Depois, eram coletados aleatoriamente 30 peixes para serem medidos e pesados. A altura (medida entre a base da nadadeira dorsal até a base da nadadeira pélvica) e o comprimento total (medida obtida entre a extremidade da nadadeira caudal até a boca) foram determinados utilizando-se um ictiômetro. O peso foi determinado através de uma balança com precisão de um grama. Após as medições, os peixes eram devolvidos às gaiolas de origem.

A partir dos dados obtidos durante as biometrias e do controle da ração e dos demais insumos e materiais utilizados no processo produtivo, foram calculados os seguintes parâmetros:

- Altura (cm)
- Comprimento (cm)
- Peso (g)
- Consumo de ração por peixe (g)
- Ganho diário de peso (g)
- Ganho de peso por unidade de volume (g/ m<sup>3</sup>)
- Ganho de peso por gaiola (g)
- Taxa de Conversão Alimentar: consumo de ração/ganho de peso dos peixes

- Eficiência Alimentar (%): ganho de peso dos peixes/consumo de ração.
- Fator de Condição Corporal:  $(\text{peso}/\text{comprimento}^3) \times 1000$ .

### **3.7. Variáveis Hídricas Monitoradas**

Na propriedade de Mandirituba a água que abastece o viveiro era proveniente de um pequeno córrego cuja nascente fica localizada na propriedade. A vazão média de entrada no viveiro utilizado era de 5 L/s, proporcionando a circulação da água em uma velocidade média de 0,5 m/min. Os sistemas de abastecimento e de escoamento estão posicionados em lados diametralmente opostos. O abastecimento era realizado através de tubulações de PVC, permitindo que a água caia diretamente sobre o viveiro. O escoamento era feito através de monge, tipo comporta, construído com manilhas de concreto armado, posicionadas sob a base do dique. O sistema de monge empregado permite o escoamento da água de fundo do viveiro.

Na propriedade de Pinhais a água que abastece o lago onde foram posicionados os tanques-rede é proveniente de um pequeno córrego que nasce na área da propriedade. A vazão média de água no lago era de 3 L/s. O abastecimento e o escoamento são realizados por estruturas posicionadas em pontos diametralmente opostos. O abastecimento era feito através de uma comporta de concreto e o escoamento através de um monge.

Durante o trabalho, a temperatura da água foi medida duas vezes ao dia, às 10:00 horas e outra às 17:00 horas. O oxigênio dissolvido e o pH foram variáveis medidas semanalmente, enquanto a alcalinidade, dureza, transparência e as concentrações de amônia na água foram medidas quinzenalmente durante o experimento. As medições foram realizadas por meio de um kit de análises produzido pela empresa Alfatecnoquímica.

### **3.8. Análises Estatísticas**

Os dados gerados nos cultivos foram armazenados em um banco de dados montado a partir do uso do software Microsoft Access© e as análises estatísticas foram realizadas usando o programa estatístico Statistica© versão 6.0 (StatSoft Inc).

Inicialmente, os dados foram submetidos a um teste de homogeneidade, através do teste de Shapiro-Wilk, com nível de 5% de probabilidade. Quando confirmado que não se adequavam à curva normal de Gauss, foram procedidos testes comparativos entre

medianas, através de metodologia não-paramétrica, utilizando-se testes de Kruskal-Wallis (para comparação entre várias variáveis independentes), Mann-Whitney e Kolmogorov-Smirnov (para comparação entre duas variáveis independentes) ao nível de 95% de confiabilidade.

Para agrupamento de variáveis independentes, quando o número de tratamentos era igual ou superior a três, foram realizadas análises de cluster, utilizando-se o método da ligação completa, por distâncias euclidianas entre as respectivas medianas.

Por outro lado, quando os dados se ajustaram a uma distribuição normalizada, os mesmos foram submetidos a análises de variância, tendo as médias das variáveis independentes, comparadas pelo teste de Newman-Keuls.

### **3.9. Análise Econômica**

Os trabalhos de análise econômica foram realizados com o uso do software Excel®, a partir do qual foi desenvolvido um sistema análise, composto por 7 planilhas interligadas, englobando todos os dados zootécnicos e econômicos gerados nos cultivos realizados.

Para efeito de comparação e de padronização dos resultados finais obtidos nos dois casos analisados, todos os cálculos foram feitos utilizando-se como unidade de referência a produtividade obtida por metro cúbico. Tal critério precisou ser adotado em função da diferença de volume das gaiolas e tanques-rede utilizados nos casos estudados.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Estudo do Caso Mandirituba

A temperatura média da água durante o período analisado ficou em 21,6 °C, pela manhã e em 24,5 °C, a tarde (Figura 5). A temperatura mínima quantificada no período foi de 16 °C e a máxima de 31 °C,

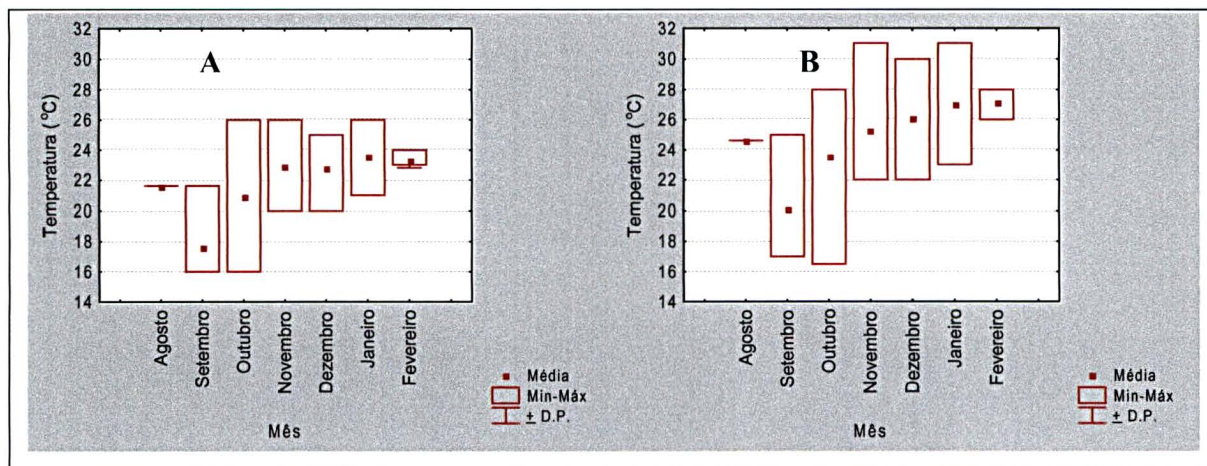


Figura 5. Temperaturas quantificadas na água durante o experimento em Mandirituba: a) temperatura pela manhã; b) temperatura a tarde.

Os demais parâmetros avaliados podem ser observados na Tabela 3. As concentrações de oxigênio dissolvido na água do viveiro onde foram mantidas as gaiolas variaram entre 6,5 e 9 mg/l. O pH médio da água foi de 6,4. tanto a alcalinidade quanto a dureza atingiram valores máximos de 60 mg/l de  $\text{CaCO}_3$ , e mínimos de 20 e 10 de  $\text{CaCO}_3$  estes valores e o da transparência 23 cm, aconteceram já no final do experimento, sendo realizada em seguida a despesca, não comprometendo os resultados obtidos. As concentrações de amônia variaram entre 0 e 0,6 mg/l. Observa-se que ocorreram pequenas oscilações do pH, não comprometendo o desenvolvimento dos peixes durante o período de cultivo.

Tabela 3. Características físico-químicas da água durante o experimento em Mandirituba.

	Oxigênio Dissolvido (mg/l)	pH	Transparência (cm)	Dureza (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	Alcalinidade (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	Amônia (mg/l)
Média	7,8	6,4	39,1	30,9	25,5	0,5
Desvio-Padrão	1,2	0,3	14,9	11,4	14,4	0,0
Máximo	9,0	7,0	65,0	60,0	60,0	0,6
Mínimo	6,5	6,0	23,0	20,0	10,0	0,5

No início do experimento, o peso inicial médio dos peixes transferidos para as gaiolas era de 125 g. Ao final de 153 dias, os peixes haviam atingido pesos médios variando entre 468 g e 606 g. .

O ganho Na Figura 6 (A a D), constata-se que os peixes apresentaram uma grande desuniformidade de crescimento. No tratamento 1 (densidade de 100 peixes/m<sup>3</sup>), os limites de peso, ao final do cultivo, variaram de 280 a 940 g, média 600 g. A variação de peso foi menor nos quatro tratamentos de maior densidade. Esse problema pode afetar sobremaneira a comercialização dos peixes, uma vez que o mercado consumidor costuma remunerar o produtor de acordo com a uniformidade e o peso dos lotes comercializados.

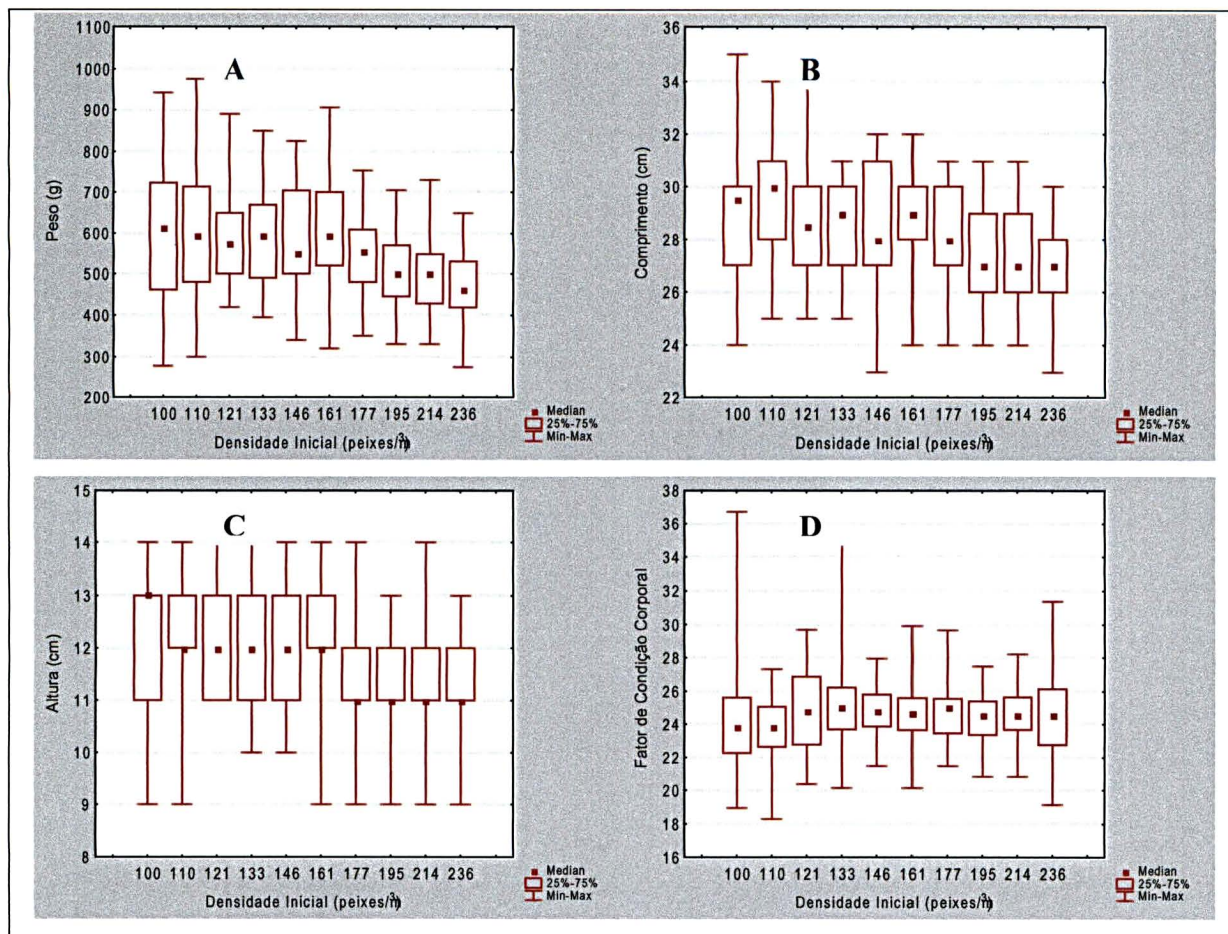


Figura 6. Características biométricas dos peixes nos diferentes tratamentos experimentais: a) Peso; b) Comprimento; c) Altura; D) fator de condição.

Foi observada uma tendência de redução do peso médio dos peixes cultivados, do seu comprimento e da sua altura, com o aumento da densidade. Através de análise de Kruskal-Wallis, constatou-se que houve diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ) entre os diferentes tratamentos, em relação a essas 3 variáveis (peso, altura e tratamento). Porém, não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos experimentais quando a variável analisada foi o fator de condição corporal. Esse resultado indica que, apesar de uma menor taxa de crescimento em altas densidades, a relação entre peso e comprimento se manteve constante, ou seja, os peixes não apresentaram sinais de desnutrição.

Para que os dados finais pudessem ser agrupados de forma mais criteriosa, optou-se pela realização de análises de cluster. O dendograma obtido pode ser visto na Figura 7. A Análise de Cluster ou de Agrupamentos, segundo HAIR et al. (1998), classifica objetos de tal forma que cada um é similar a outros dentro de um mesmo agrupamento (ou cluster), sendo esta similaridade dependente dos critérios pré-estabelecidos à análise.

Desta forma, os agrupamentos resultantes apresentam alta homogeneidade interna (entre os objetos de um mesmo cluster) e alta heterogeneidade externa (entre objetos de clusters distintos).

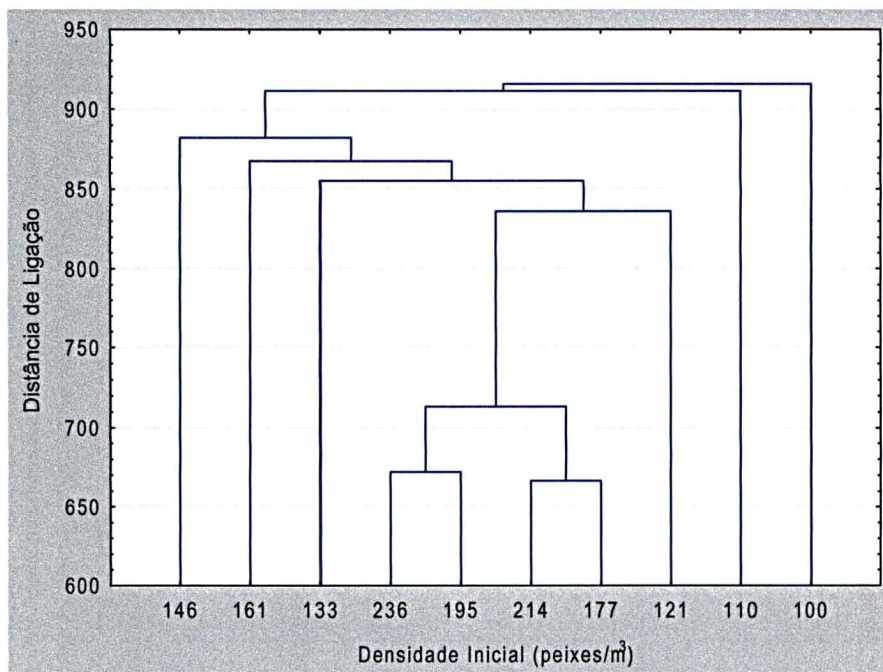


Figura 7. Dendrograma demonstrando a distância euclidiana entre a densidade inicial e o peso final dos peixes cultivados.

No dendrograma ficou clara a separação dos resultados obtidos em função das densidades empregadas. Basicamente, 3 grupos foram formados: um com peixes mantidos em densidades entre 100 e 110 peixes/m<sup>3</sup>; outro com peixes estocados em densidades entre 133 e e 161 peixes/m<sup>3</sup> e o terceiro com peixes estocados nas maiores densidades, entre 121 e 236 peixes/m<sup>3</sup>. Com base nesses resultados, convencionou-se adotar os mesmos agrupamentos para se definir o que seriam densidades consideradas baixas, médias e altas nos casos analisados.

Na Figura 8 está representada a variação temporal das medianas dos pesos dos peixes cultivados, obtidas em cada uma das biometrias realizadas, porém agrupadas segundo a densidade relativa definida no dendrograma da Figura 7. Observa-se que até o início de dezembro, as curvas de crescimento dos peixes em alta e em baixa densidade eram muito semelhantes. Mas, a partir daí, quando os peixes chegaram a cerca de 330 g, os efeitos da alta densidade se fizeram sentir e os peixes passaram a crescer em um ritmo mais lento que em densidades baixas e médias.

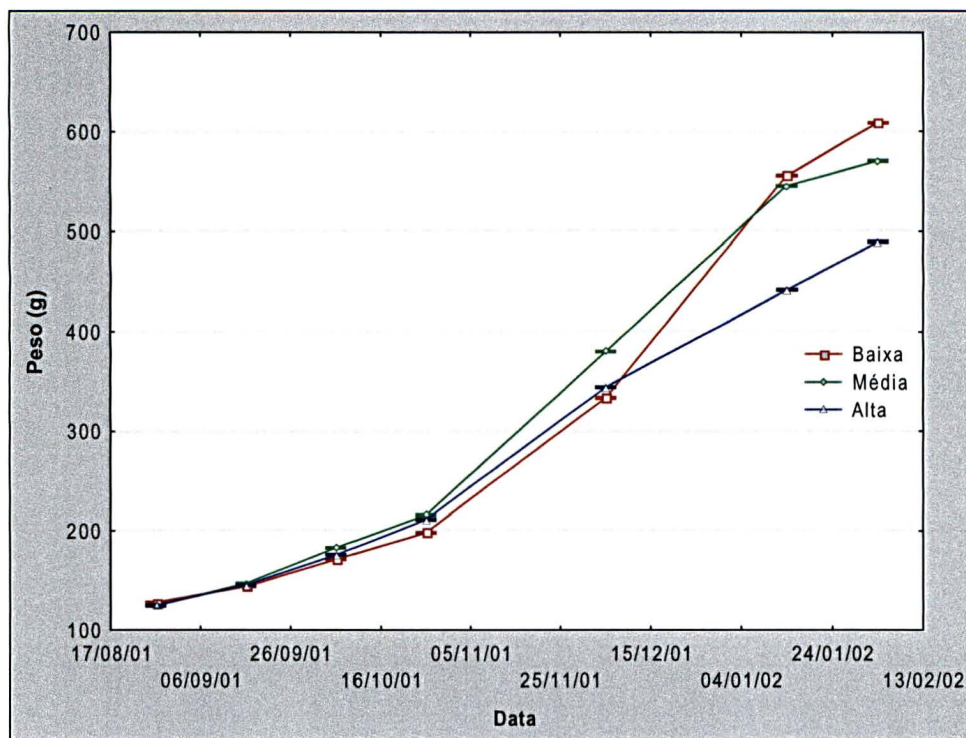


Figura 8. Variação crescimento peso em relação ao tempo.

Na Figura 9 está representada a variação final de peso dos peixes cultivados, sendo que os dados também foram agrupados segundo a densidade relativa definida anteriormente.

Não houve diferença estatística de peso final entre os tratamentos classificados como baixa e média densidade ( $p > 0,05$ ). No entanto, ambos apresentaram valores significativamente superiores ( $p < 0,05$ ) em relação ao peso final alcançado no grupo classificado como de alta densidade.

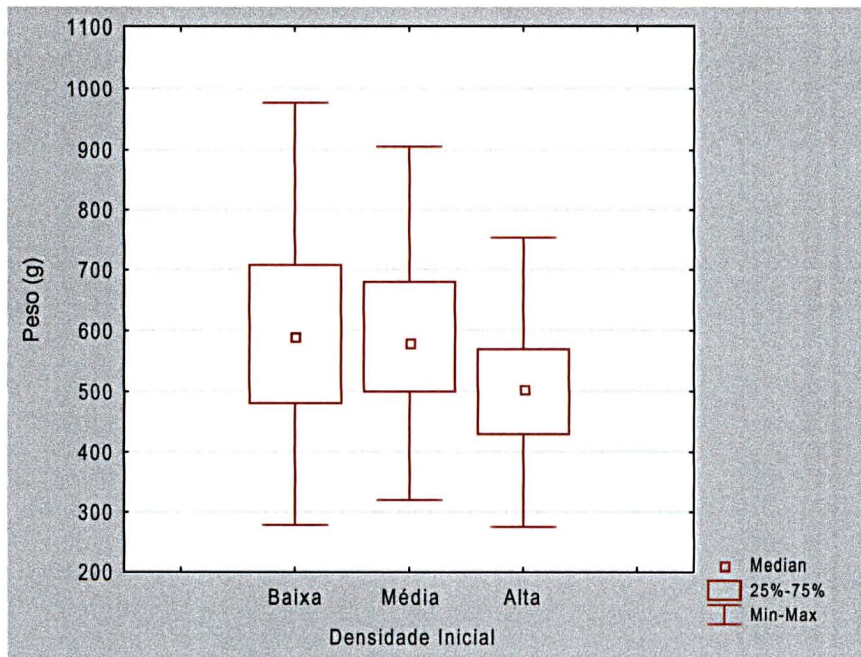


Figura 9. Variação final de peso dos peixes cultivados nas gaiolas de acordo com a densidade inicial relativa.

Ao final dos cultivos, comprovou-se a existência de uma relação direta, com tendência de variação praticamente linear ( $R^2 = 0,93$ ) entre a densidade inicial de povoamento e a biomassa final obtida por unidade de volume (Figura 10). No tratamento onde foram estocados 100 peixes/m<sup>3</sup>, a biomassa final foi de 34,5 Kg/m<sup>3</sup>; já no tratamento onde foram estocados 236 peixes/m<sup>3</sup> a biomassa final foi de 95,9 Kg/m<sup>3</sup>.

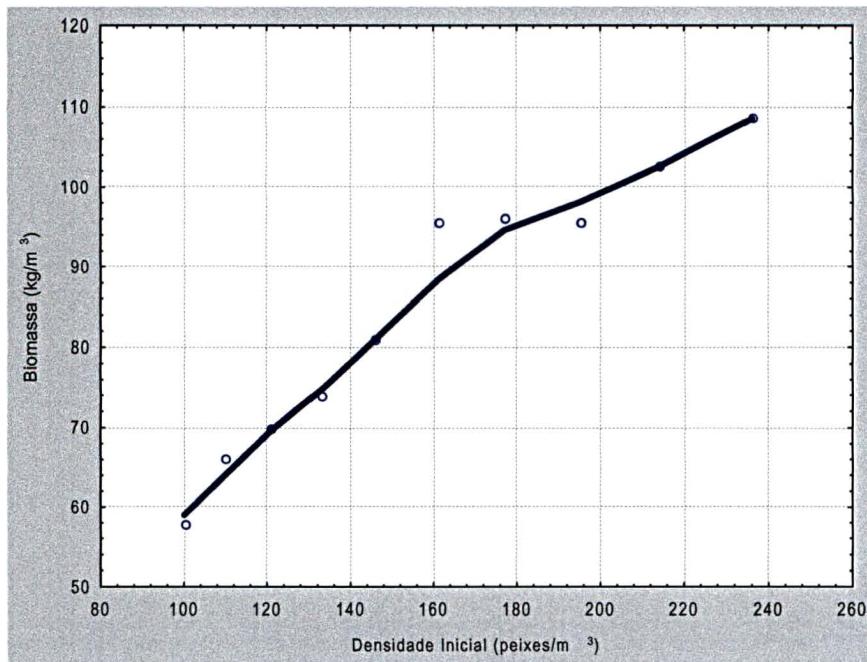


Figura 10. Relação entre a densidade inicial de peixes nas gaiolas e a biomassa final produzida por unidade de volume.

Se, por um lado, o aumento da densidade inicial de povoamento permitiu a obtenção de uma maior biomassa final, por outro, causou uma redução acentuada nas taxas de crescimento dos peixes cultivados. Na Figura 11, que indica a relação entre a densidade inicial e o ganho diário dos peixes pode-se observar que houve uma relação inversa e com tendência de variação linear ( $R^2= 0,88$ ) entre estes dois parâmetros. Quando se considera um mesmo tempo de cultivo (como acontece no presente caso) o resultado final desse processo é uma redução no peso médio final dos peixes cultivados.

Apesar dessa relação se repetir com frequência na piscicultura, como observado por HUGUENIN et al. (1979) e por COCHE (1982), é imprescindível que tais análises sejam repetidas sempre, pois cada sistema de produção responderá de modo específico a variáveis como: espécie de peixes cultivada, tipo de ração ofertado, características ambientais da área de cultivo, técnicas manejo aplicadas, etc.

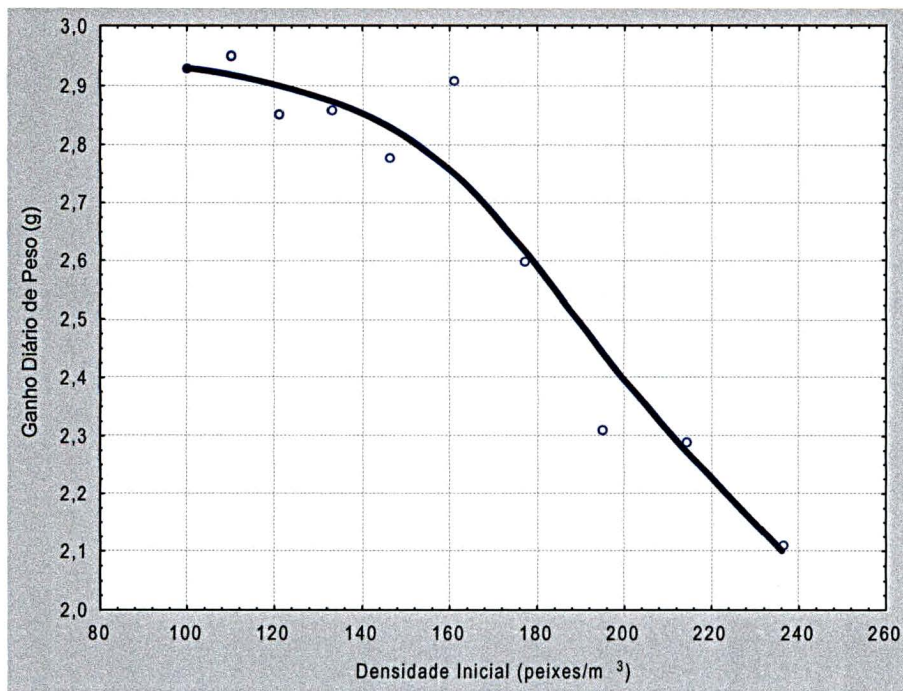


Figura 11. Relação entre a densidade inicial nas gaiolas e o ganho médio diário de peso dos peixes cultivados.

Quando se analisa a relação existente entre a taxa final de conversão alimentar e a densidade inicial de peixes nas gaiolas, não se observa, ao contrário dos casos discutidos anteriormente, uma tendência de variação linear entre esses parâmetros. Houve uma pequena variação na taxa final de conversão alimentar nas gaiolas em que a densidade inicial foi de até 160 peixes/m<sup>3</sup>. Nesses casos, as taxas de conversão alimentar oscilaram entre 1,26 a 1,30 : 1,0. A redução da eficiência alimentar e, por conseguinte, o aumento relativo da quantidade de ração utilizada acentuou-se a partir de uma densidade próxima a 180 peixes/m<sup>3</sup>, culminado com uma taxa final de conversão alimentar de 1,75:1,0 quando a densidade inicial foi de 236 peixes/m<sup>3</sup> (Figura 12).

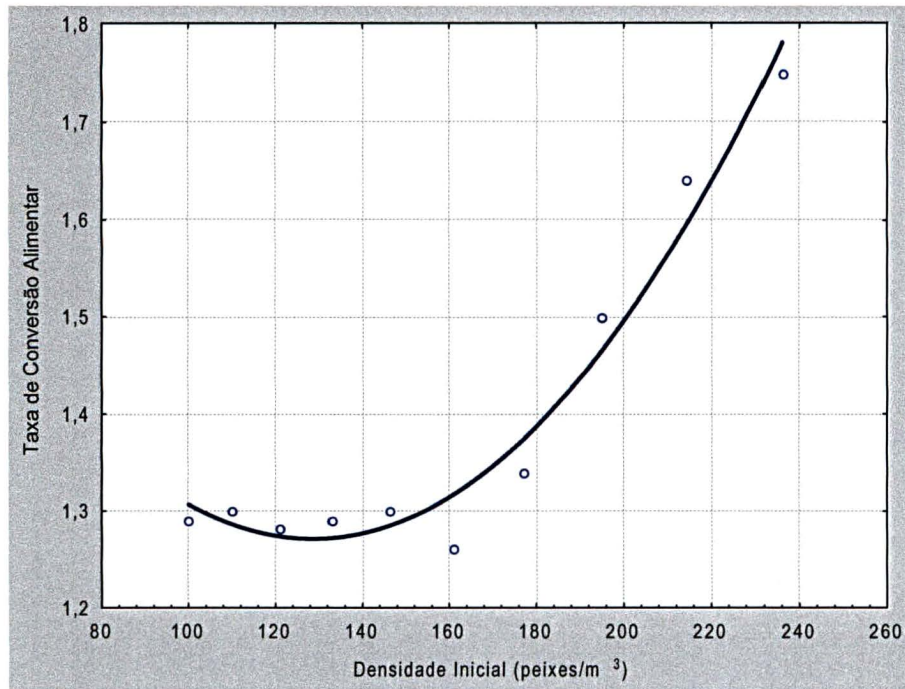


Figura 12. Mandirituba - Relação entre a densidade inicial de peixes nas gaiolas e a taxa final de conversão alimentar.

Na Tabela 4 encontra-se um resumo dos parâmetros produtivos e biológicos alcançados nos cultivos realizados nas gaiolas de Mandirituba, podendo ser classificados como bastante satisfatórios para a região e para as condições de cultivo.

Tabela 4. Parâmetros biológicos e produtivos obtidos ao final dos cultivos experimentais realizados em Mandirituba.

GAIOLA	Peixes/m <sup>3</sup>	PMI (g)	PMF (g)	GDP (g)	TCA	EA (%)	TFS (%)	BT (Kg)	BOV (Kg/ m <sup>3</sup> )
T1	100	125	602,0	2,93	1,29	77	96	144,5	57,8
T2	110	125	606,3	2,95	1,30	77	98	163,1	66,0
T3	121	125	590,0	2,85	1,28	78	98	174,6	69,9
T4	133	125	591,5	2,86	1,29	77	94	184,5	73,8
T5	146	125	577,7	2,78	1,30	77	96	202,8	81,1
T6	161	125	599,6	2,91	1,26	79	99	238,7	95,5
T7	177	125	549,6	2,60	1,34	75	99	240,2	96,1
T8	195	125	501,4	2,31	1,50	67	98	239,1	95,7
T9	214	125	498,2	2,29	1,64	61	96	256,6	102,6
T10	236	125	468,7	2,11	1,75	57	96	271,9	108,7

Legenda: PMI – Peso médio Inicial; PMF – Peso médio Final; GDP – Ganho Diário de Peso; TCA – Taxa de Conversão Alimentar; EA – Eficiência alimentar; TFS – Taxa Final de Sobrevivência; BT– Biomassa Total; BOV – Biomassa por Unidade de Volume.

As taxas finais de sobrevivência foram superiores a 95%, fruto da utilização do sistema bifásico (recria em viveiros, engorda e terminação nas gaiolas).

O ganho médio de peso nas 10 unidades experimentais foi de 2,66 g ao dia, com limites entre 2,11 e 2,95 g/dia. MCGINTY (1991) obteve, também em cultivos de tilápia nilótica, ganho de peso diário de 2,83 g/dia, dentro, portanto, dos limites verificados no presente trabalho.

As taxas de conversão alimentar variaram, ao final do processo produtivo, entre 1,26 e 1,75 :1,0. A taxa de conversão alimentar é uma variável altamente dependente da qualidade do alimento fornecido aos peixes e da taxa de arraçoamento adotada, uma vez que a disponibilidade de alimentos naturais em gaiolas ou tanques-rede costuma ser muito reduzida.

Comparadas com as taxas de conversão alimentares obtidas por outros autores, que variam de 1,5 a 3,5 : 1,0 (BLANCO & ROMAN, 1986; SUN & DUAN, 1992; ODURO-BOATENG, 1998), as taxas obtidas no presente estudo também podem ser classificadas como satisfatórias.

A biomassa total e a biomassa relativa, por unidade de volume, são parâmetros dependentes do peso médio e do número total de peixes presentes na gaiola. Observou-se um aumento seqüencial na biomassa produzida em relação direta com a densidade inicial de povoamento.

Levando-se em consideração os índices zootécnicos alcançados, e o fato de não ter havido diferenças significativas entre o peso médio final atingido nos tratamentos onde a densidade inicial de povoamento foi considerada como baixa ou como média, pode-se

concluir que as gaiolas com a menor taxa de estocagem, foram sub-utilizadas em relação a sua capacidade de suporte.

Os resultados encontrados por CHIAYVARESAJJA et al. (1990), que produziram tilápia do Nilo em gaiolas de 1 m<sup>3</sup> durante 67 dias, com peso médio inicial de 87,4 g, nas densidade de 30, 100, e 500 peixes por m<sup>3</sup>, estão próximos daqueles observados no presente trabalho. Segundo os autores, a estocagem de 100 peixes/m<sup>3</sup> foi a que apresentou melhores resultados, atingindo 145,80 g de peso médio ao final do cultivo.

médio de peso nas 10 unidades experimentais foi de 2,66 g ao dia, com limites entre 2,11 e 2,95 g/dia. MCGINTY (1991) obteve, também em cultivos de tilápia nilótica, ganho de peso diário de 2,83 g/dia, dentro, portanto, dos limites verificados no presente trabalho.

As taxas de conversão alimentar variaram, ao final do processo produtivo, entre 1,26 e 1,75 :1,0. A taxa de conversão alimentar é uma variável altamente dependente da qualidade do alimento fornecido aos peixes e da taxa de arraçoamento adotada, uma vez que a disponibilidade de alimentos naturais em gaiolas ou tanques-rede costuma ser muito reduzida.

Comparadas com as taxas de conversão alimentares obtidas por outros autores, que variam de 1,5 a 3,5 : 1,0 (BLANCO & ROMAN, 1986; SUN & DUAN, 1992; COCHE, 1997; ODURO-BOATENG, 1998), as taxas obtidas no presente estudo também podem ser classificadas como satisfatórias.

A biomassa total e a biomassa relativa, por unidade de volume, são parâmetros dependentes do peso médio e do número total de peixes presentes na gaiola. Observou-se, como seria esperado, um aumento seqüencial na biomassa produzida em relação direta com a densidade inicial de povoamento.

Levando-se em consideração os índices zootécnicos alcançados, e o fato de não ter havido diferenças significativas entre o peso médio final atingido nos tratamentos onde a densidade inicial de povoamento foi considerada como baixa ou como média, pode-se concluir que as gaiolas com a menor taxa de estocagem, foram sub-utilizadas em relação a sua capacidade de suporte.

Os resultados encontrados por CHIAYVARESAJJA *et al.* (1990), que produziram tilápia do Nilo em gaiolas de 1 m<sup>3</sup> durante 67 dias, com peso médio inicial de 87,4 g, nas densidade de 30, 100, e 500 peixes por m<sup>3</sup>, estão próximos daqueles observados no presente trabalho. Segundo os autores, a estocagem de 100 peixes/m<sup>3</sup> foi a que apresentou melhores resultados, atingindo 145,80 g de peso médio ao final do cultivo.

#### 4.2. Estudo do Caso Pinhais

Durante os cultivos realizados, a temperatura da água variou entre 14 e 30°C. Durante os meses de junho, julho e setembro, a temperatura da média da água não chegou a 19 °C. Segundo foi possível observar durante a realização do trabalho, 19°C foi a temperatura mínima necessária para que as tilápias se alimentassem. Abaixo dessa temperatura, os animais praticamente não ingeriam nenhum alimento. Isso significa que, pelo menos durante os meses de Junho a agosto, as tilápias enfrentaram condições de temperatura bastante adversas, o que comprometeu o seu crescimento.

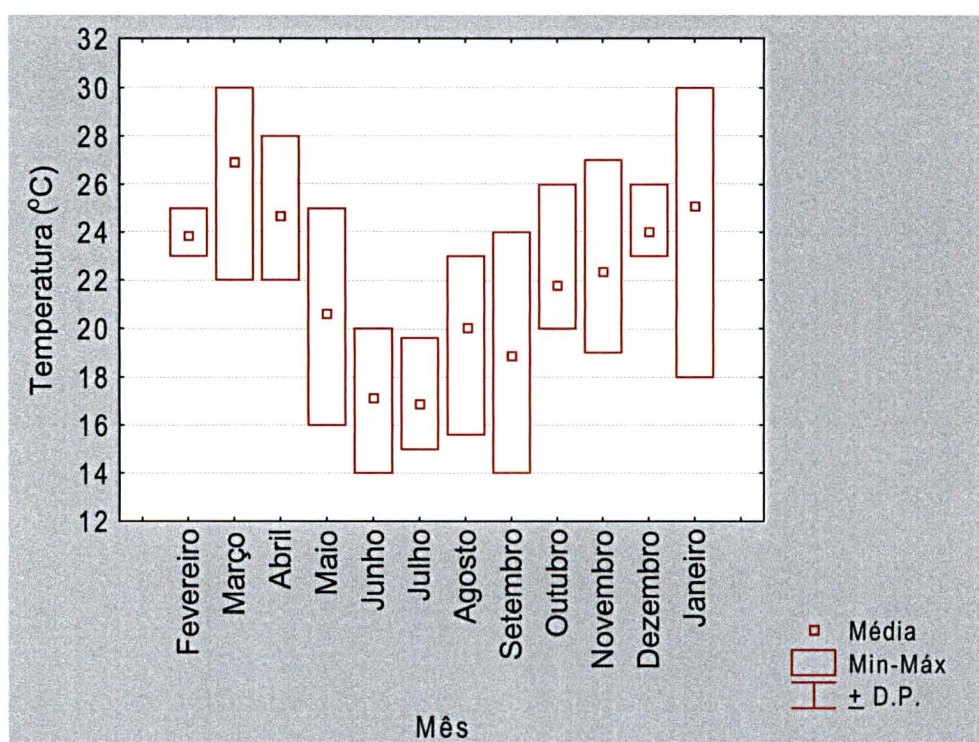


Figura 13. Temperaturas quantificadas na água durante o experimento em Pinhais.

As concentrações de oxigênio dissolvido na água variaram muito pouco durante o período experimental, oscilando entre 7,0 e 8,5 mg/l. O pH médio quantificado na água durante o estudo foi de 7,7. A transparência mínima da água durante o estudo foi de 49 cm e as concentrações de amônia mantiveram-se muito próximas a zero (Tabela 5)).

Estes valores permitem afirmar que não foram detectados indícios de eutrofização do lago onde foram mantidos os tanques-rede. É importante ressaltar que a relação entre

área total dos tanques-rede e área do lago onde eles foram colocados era compatível com o recomendado por KAUTSKY et al. (1998). Os pesquisadores estimaram que a área necessária para que haja o processamento natural do fósforo e da DBO liberados a partir dos tanques-rede é de pelo menos 200 vezes a área desses tanques.

THOMPOLKRANG & PREDALUMPABURT (1999); LIN & KAEWPAITON (2000) chamam a atenção para o fato de que a intensificação dos regimes de produção devem levar em conta os prováveis impactos ambientais advindos da eutrofização dos ambientes aquáticos. WU et al. (2000), também alertam para este problema. Segundo os autores, o aumento da produção de peixes em tanques-rede, ancorados pelo aumento de rentabilidade financeira e pelos subsídios governamentais na China fez com que as gaiolas chegassem a ocupar de 1 a 3% da área total do reservatórios, provocando rápida eutrofização e mortalidade massiva de peixes, tanto nas gaiolas quanto nas água dos reservatórios. Mesma situação reportada por (YAMBOT, 2000), nas Filipinas. Na Venezuela, em função desse tipo de problema, os cultivos em tanques-rede em água em reservatórios públicos ou pertencentes à hidrelétricas é simplesmente proibido (Polanco, 1998).

Tabela 5. Características físico-químicas da água durante o experimento em Pinhais.

	Oxigênio Dissolvido (mg/l)	pH	Transparência (cm)	Dureza (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	Alcalinidade (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	Amônia (mg/l)
Média	7,9	7,7	49,6	31,4	29,7	0,0
Desvio-Padrão	0,5	0,6	3,2	2,9	2,7	0,1
Máximo	8,5	8,8	55,0	40,0	35,0	0,2
Mínimo	7,0	6,8	45,0	30,0	25,0	0,0

Os peixes não passaram por uma fase prévia de cultivo em viveiros, sendo transferidos diretamente para os tanques-rede assim que atingiram o tamanho suficiente para não mais escapar através das malhas dos tanques, o que ocorreu com cerca de 5 g. Por esse motivo, o tempo total de cultivo foi bastante superior ao do primeiro estudo (351 dias contra 153 dias). Pelo mesmo motivo, o ganho diário médio de peso dos peixes cultivados no presente caso foi inferior ao alcançado no caso da propriedade de Mandirituba.

OTUBUSIN et al. (1994), realizaram cultivos de *O. niloticus* em tanques-rede em um lago na Nigéria. concluíram que o maior problema encontrado foi o

tamanho inadequado dos alevinos (11,7g), estocados em uma densidade de apenas 30 peixes/m<sup>2</sup>. Os peixes foram despescados depois de 284 dias, com peso médio de 125,5 g. A taxa final de sobrevivência foi de 64,3%.

Assim como havia ocorrido no caso anterior, observou-se que os peixes cultivados apresentaram uma grande desuniformidade nos padrões de crescimento e nos pesos finais, apesar da origem distinta dos alevinos utilizados nos respectivos cultivos. Os pesos médios finais dos peixes nos diferentes tratamentos variaram entre 467,3 g, na densidade de 100 peixes/m<sup>3</sup>, até 595,6 g, na densidade de 110 peixes/m<sup>3</sup>. Desuniformidade semelhante foi observada em relação ao comprimento, à altura dos peixes e ao fator de condição corporal.

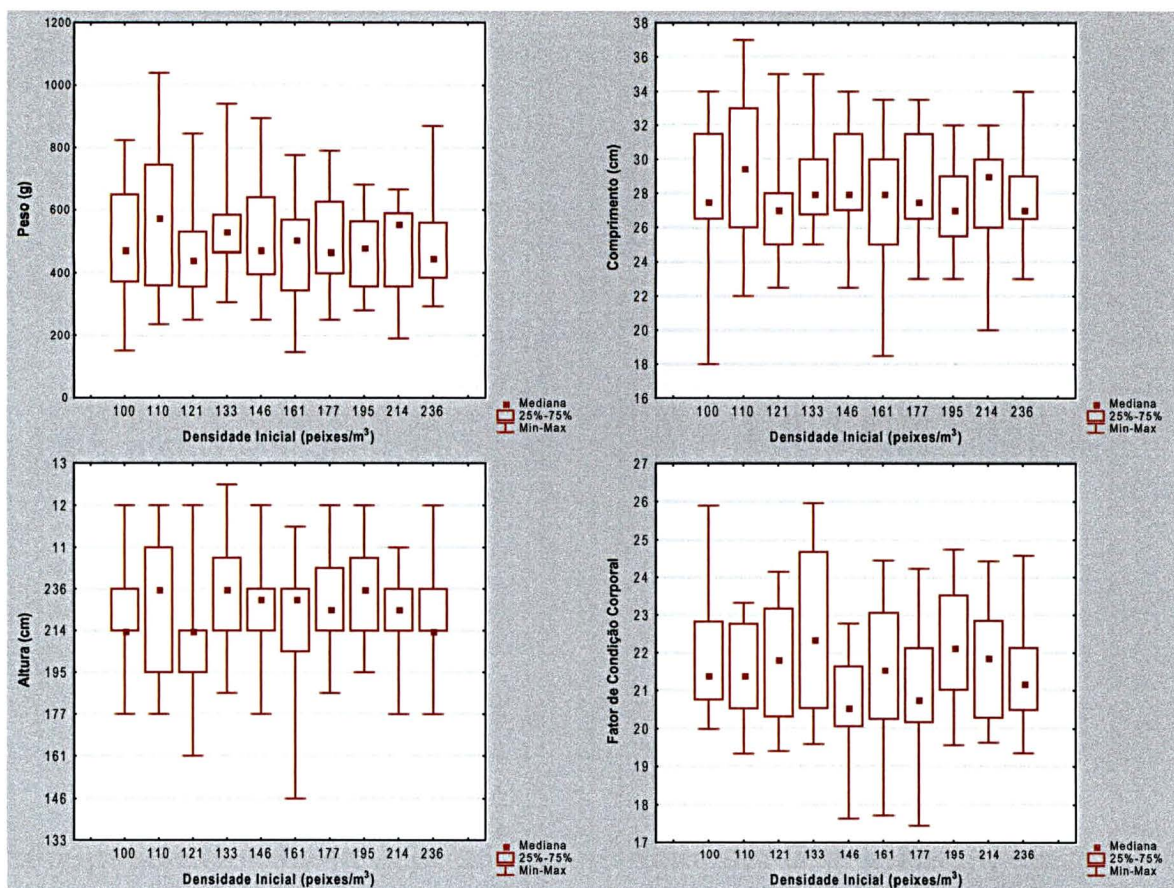


Figura 14. Pinhais - Características biométricas dos peixes cultivados nos diferentes tratamentos experimentais: a) Peso; b) Comprimento; c) Altura; D) fator de condição.

Não foi detectada relação significativa entre a densidade de povoamento dos tanques-rede e a taxa final de sobrevivência alcançada nos cultivos. Os níveis de sobrevivência ao final dos cultivos variaram entre 74 e 90 %, valores que podem ser considerados aceitáveis, principalmente se levado em conta o tamanho dos peixes no momento do povoamento, mas naturalmente inferiores aos obtidos no experimento de Mandirituba, onde os peixes foram transferidos para os tanques-rede já com 125 g. Na Tabela 6, encontra-se um resumo dos parâmetros produtivos e biológicos alcançados nos cultivos realizados nos tanques-rede de Pinhais.

Tabela 6. Parâmetros biológicos e produtivos obtidos ao final dos cultivos experimentais realizados em Pinhais.

<b>GAIOLA</b>	<b>PI (g)</b>	<b>PF (g)</b>	<b>GDP (g)</b>	<b>TCA</b>	<b>EA (%)</b>	<b>TFS (%)</b>	<b>BT (Kg)</b>	<b>BUV (Kg/ m<sup>3</sup>)</b>
T1	5,0	467,3	1,32	2,24	45	74	138,3	34,6
T2	5,0	595,6	1,68	1,78	56	90	235,9	59,0
T3	5,0	502,8	1,42	2,13	47	75	182,5	45,6
T4	5,0	534,1	1,51	2,06	48	84	238,7	59,7
T5	5,0	521,1	1,47	2,10	47	86	262,2	65,6
T6	5,0	482,6	1,36	2,19	45	80	248,6	62,2
T7	5,0	510,5	1,44	2,13	47	74	267,5	66,9
T8	5,0	474,3	1,34	2,22	45	70	258,7	64,7
T9	5,0	479,6	1,35	2,21	45	79	324,7	81,2
T10	5,0	489,5	1,37	2,19	46	83	278,9	95,8

Legenda: PI – Peso Inicial; PF – Peso Final; GDP – Ganho Diário de Peso; TCA – Taxa de Conversão Alimentar; SOB – Taxa Final de Sobrevivência; BT – Biomassa Total; BV – Biomassa por Unidade de Volume.

Neste caso, não foi observado nenhum padrão que explicasse a variação das taxas de crescimento dos animais cultivados em função da densidade empregada nos tanques-rede. No dendrograma correlacionando a densidade inicial e o peso dos peixes, ao final dos cultivos, tratamentos em que foram utilizadas densidades maiores foram agrupados de forma bastante próxima a tratamentos cuja densidade era comparativamente baixa (Figura 15).

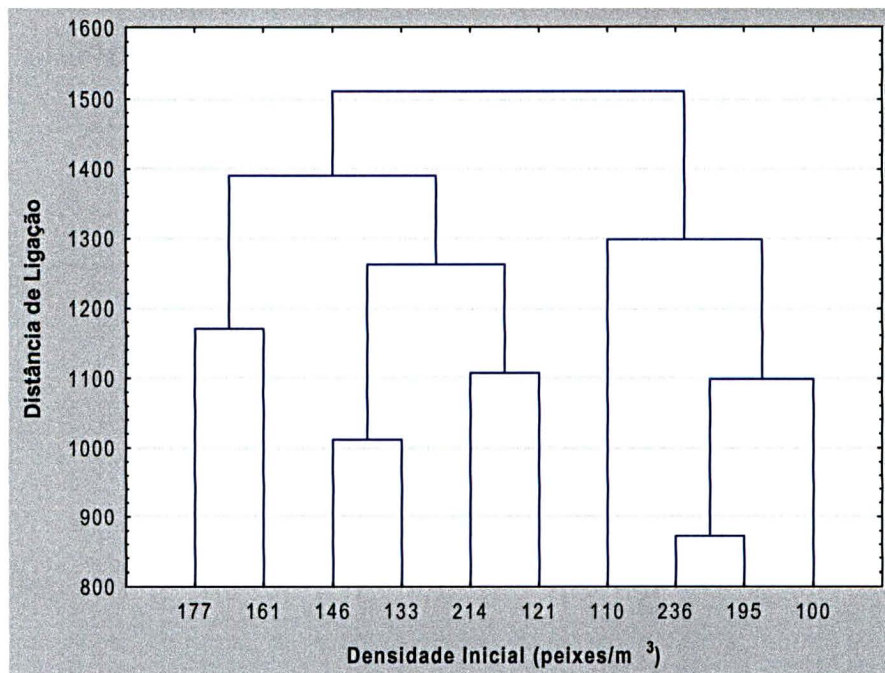


Figura 15. Pinhais - Dendrograma demonstrando a distância euclidiana entre a densidade inicial e o peso final dos peixes cultivados.

Apesar da grande oscilação dos dados obtidos e dos resultados não se agruparem de forma tão definida como no caso dos cultivos realizados em Mandirituba, observou-se uma tendência de relação direta, com coeficiente de correlação linear relativamente elevado ( $R^2 = 0,82$ ) entre a densidade inicial de povoamento e a biomassa final obtida por unidade de volume (Figura 16). No tratamento onde foram estocados 100 peixes/m<sup>3</sup>, a biomassa final foi de 30,5 kg/m<sup>3</sup>; já no tratamento onde foram estocados 236 peixes/m<sup>3</sup> a biomassa final obtida foi de 95,9 kg/m<sup>3</sup>.

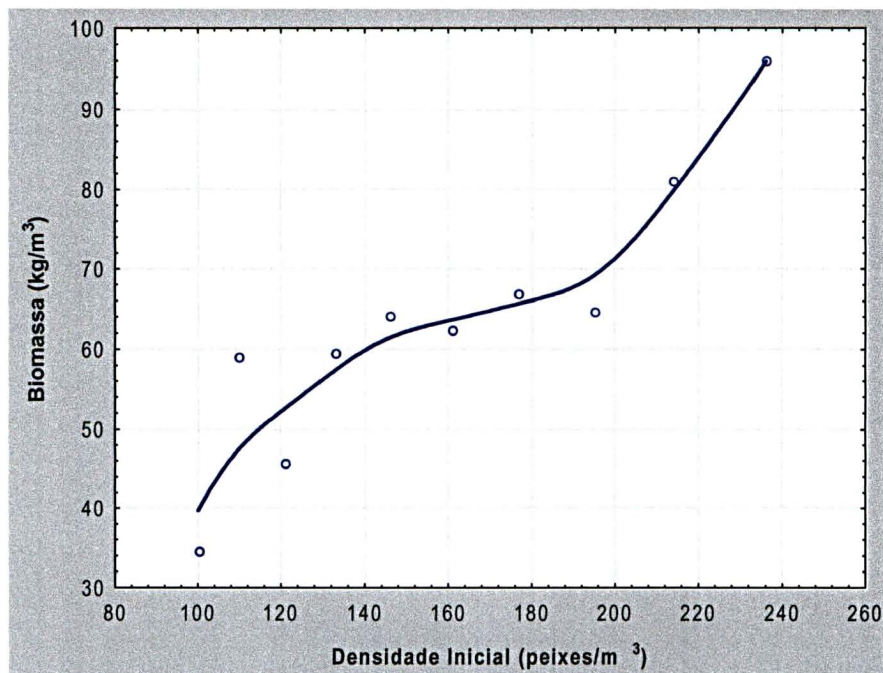


Figura 16. Pinhais - Relação entre a densidade inicial de peixes nas gaiolas e a biomassa final produzida por unidade de volume.

Assim como em Mandirituba, constatou-se uma tendência de redução nas taxas de ganho diário de peso dos peixes cultivados, em função do aumento da densidade de povoamento. Porém, neste caso, o coeficiente de correlação obtido entre estes dois parâmetros foi bastante reduzido ( $R^2 = 0,18$ ), o que denota uma grande variabilidade nos resultados finais (Figura 17).

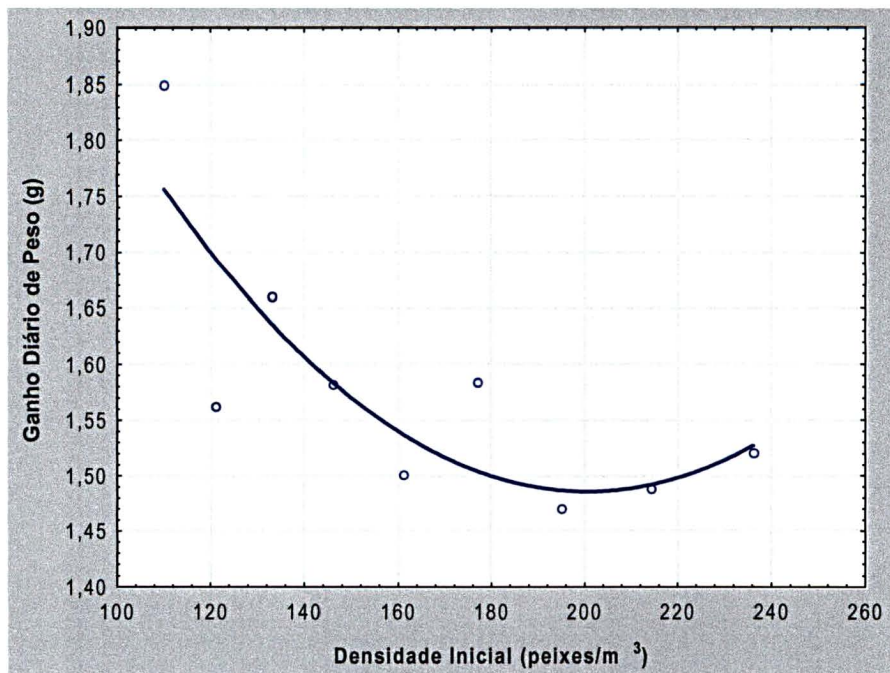


Figura 17. Pinhais - Relação entre a densidade inicial nas gaiolas e o ganho médio diário de peso dos de peixes cultivados.

Quando se analisa a relação existente entre a taxa final de conversão alimentar e a densidade inicial de peixes nas gaiolas, não se observa, ao contrário do estudo anterior, nenhuma tendência lógica de variação.

Em todos os tratamentos as taxas finais de conversão alimentar foram maiores que as obtidas no caso estudado anteriormente, variando entre 1,78 a 2,24 : 1,0, com valor médio de 2,13 : 1,0 (Figura 18). Tais resultados, tecnicamente insatisfatórios, foram bastante influenciados por três principais fatores: a) o aumento da densidade de estocagem. b) temperaturas da água abaixo dos 20 ° C nos meses de junho a agosto. c) a constatação de que os cochos utilizados apresentavam tamanho relativamente reduzido em relação á área total do tanque-rede (o que provocava uma maior competição pela ração entre os peixes e limitava o acesso dos peixes menores aos pellets durante o arraçoamento).

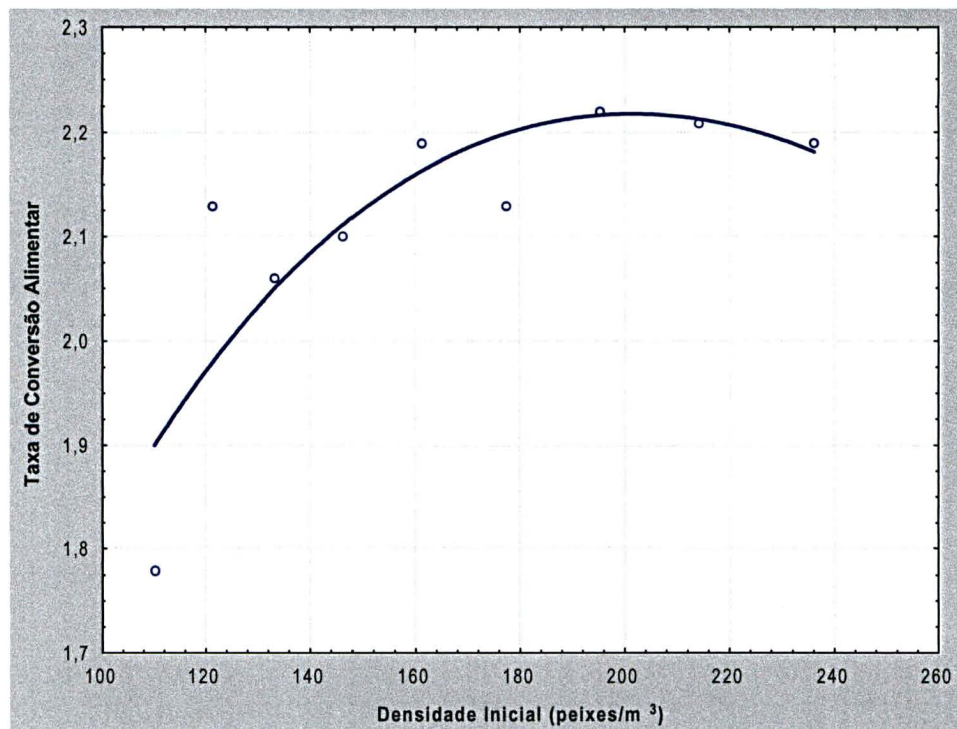


Figura 18. Pinhais - Relação entre a densidade inicial de peixes nos tanques-rede e a taxa final de conversão alimentar.

Ainda que não tenha sido possível agrupar matematicamente os diferentes tratamentos em função dos resultados obtidos nestes cultivos, optou-se, para uma definitiva análise dos dados, por utilizar os agrupamentos definidos anteriormente para os cultivos realizados em Mandirituba. Assim, os tratamentos em que a densidade inicial ficava entre 100 e 121 peixes/m<sup>3</sup> foram considerados como de “baixa densidade”, aqueles em que a densidade inicial ficava entre 133 e 161 peixes/m<sup>3</sup>, como de “média densidade”, os demais (cuja densidade variou de 177 até 236 peixes/m<sup>3</sup>) foram considerados de “alta densidade”.

Constatou-se, mais uma vez, que não houve diferença ( $p > 0,05$ ) nos ganhos de peso obtidos nessas três classes de densidade. As curvas de crescimento dos peixes foram bastante semelhantes entre si, tendo havido um incremento contínuo nas taxas de crescimento a partir do final de outubro, após um período de estagnação que coincidiu com o inverno (Figura 19)

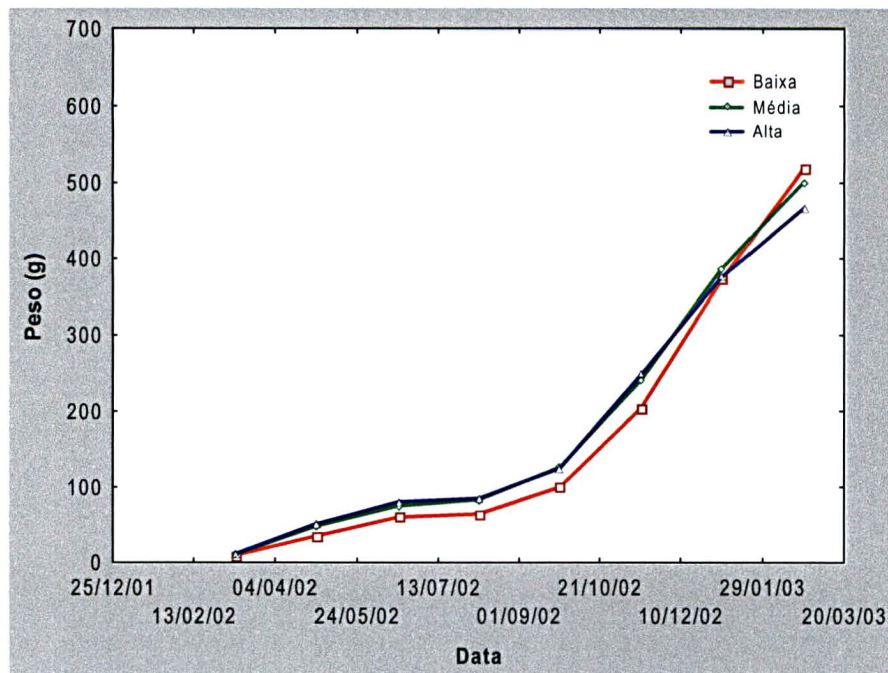


Figura 19. Variação temporal da mediana dos pesos dos peixes cultivados em Pinhais.

Segundo DEY et al (2001), os níveis de intensificação dos cultivos em tanques-rede tendem a aumentar conforme o tamanho da propriedade (ou o nível de renda dos proprietários). Segundos os autores, o custo de produção e a lucratividade dos sistemas de produção em água doce variam muito entre os diferentes países, ambientes de produção, níveis de intensificação, técnicas e sistemas de produção.

AQUINO & NIELSEN (1983) defendem que, sob condições de alta produtividade planctônica, o alimento natural pode contribuir para o crescimento das tilápias cultivadas em tanques-rede. Por outro lado, NORBERG (1999) estimou que o perífiton que se desenvolve nas malhas do tanque-rede seria suficiente para fornecer apenas 1% da energia nutricional requerida pelos peixes. Segundo ESSA (1996), quanto maior a frequência alimentar, melhores são os índices zootécnicos alcançados no cultivo. AL AHMAD et al (1988), trabalhando com tilápias em gaiolas marinhas, utilizaram taxas de arraçoamento de 2% da biomassa dos peixes com peso entre 70 e 130 g e 1,5% da biomassa para peixes entre 250 e 400 g. COCHE (1997) recomendou o uso de taxas de arraçoamento entre 3,4 e 6,0 % do peso vivo dos peixes cultivados.

### 4.3. Análise Econômica - Mandirituba

No caso Mandirituba, foram estocados 3.980 juvenis de tilápias de 125 g em média, em dez gaiolas, possibilitando uma produção de 2.182 Kg, com uma produtividade média de 85 Kg/m<sup>3</sup> e peso médio final de 558 g. O ciclo de produção foi de 153 dias, obtendo-se uma taxa de sobrevivência superior a 95%.

Na Figura 20 observa-se que, o custo de produção por quilo de peixe cultivado atingiu seu menor valor quando a densidade se aproximou de 161 peixes/m<sup>3</sup>, com um valor de R\$ 1,70/kg. A produção obtida na gaiola com 100 peixes/m<sup>3</sup> atingiu um custo de R\$ 1,92/kg, enquanto que na gaiola de 236 peixes/m<sup>3</sup> o custo de produção chegou a R\$ 2,21/kg.

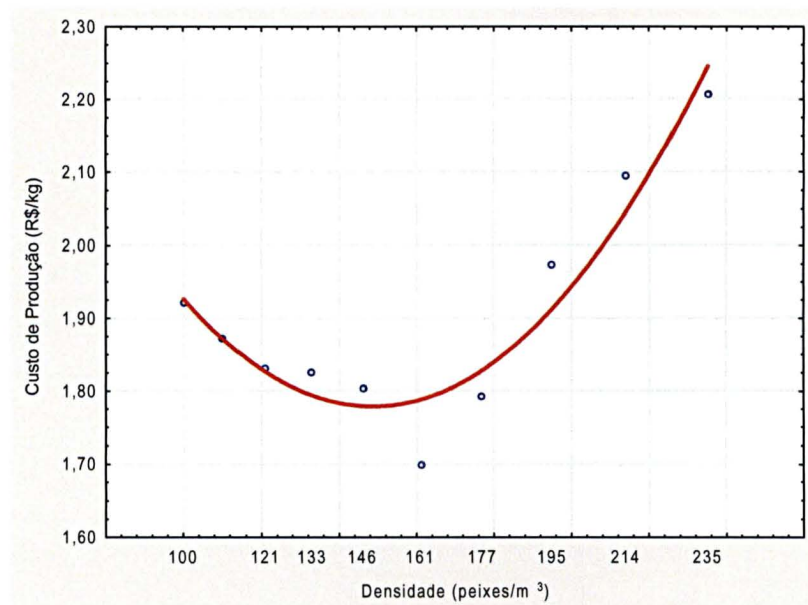


Figura 20. Relação entre a densidade inicial de peixes nas gaiolas e o custo de produção. Caso: Mandirituba.

Segundo BOZANO (1999), as densidades nas quais as diferentes espécies podem ser estocadas é um importante fator na determinação do custo de produção em relação ao capital investido. Conforme demonstrado por GOMES (2002), tanto a taxa de sobrevivência quanto o crescimento são influenciados negativamente pelo incremento na densidade, tornando-se necessário avaliar até onde esse aumento de biomassa é acompanhado por um aumento da rentabilidade do empreendimento.

Houve maior ganho de peso das tilápias ( $p < 0,05$ ) na densidade de 100 peixes/m<sup>3</sup>, comparando a densidade de 236 peixes/m<sup>3</sup>. De acordo com COCHE (1982) a densidade de estocagem adequada é aquela representada pela maior quantidade de peixe produzida eficientemente por unidade de volume de um tanque-rede.

Dentre as diferentes análises econômicas, uma que se destaca é a da relação benefício/custo, que varia particularmente em função de um dos principais parâmetros zotécnicos: a densidade de cultivo. A Figura 21, ilustra a relação benefício/custo obtida em uma simulação da produção de tilápias em 100 gaiolas de 1 m<sup>3</sup>, em função da densidade de estocagem.

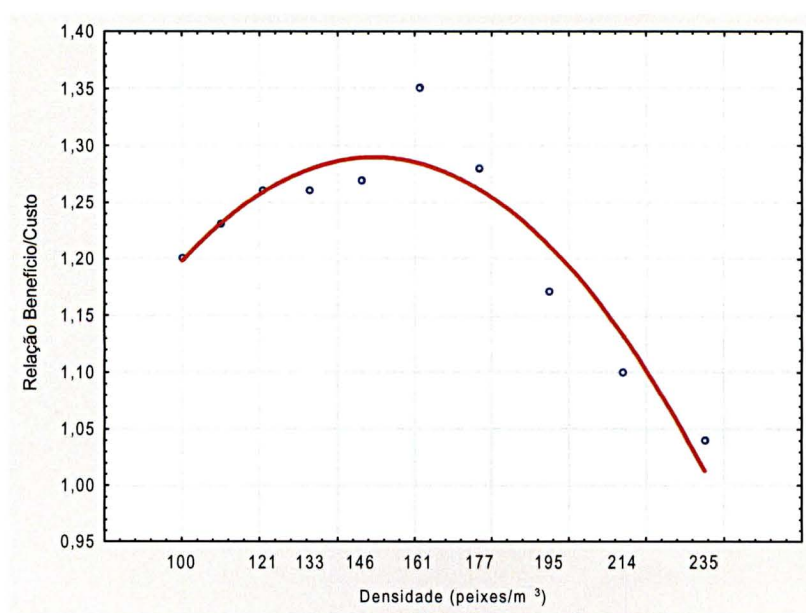


Figura 21. Relação entre a densidade de peixes nas gaiolas e relação benefício/custo. Caso: Mandirituba.

Observando a Figura acima, vê-se que os valores obtidos neste trabalho indicam que o cultivo de produção de tilápias em gaiolas, nas condições analisadas, foi economicamente viável em todas as densidades, porém apresentando nível de atratividade bastante variável nas diferentes situações consideradas. Isso porque os valores da relação benefício/custo variaram de 1,04 a 1,35, nas densidades 236 peixes/m<sup>3</sup> e 161 peixes/m<sup>3</sup>, respectivamente. Se a relação benefício/custo for maior do que 1 o projeto é, por definição, economicamente viável, uma vez que as receitas superam o investimento. Se for menor do que 1 o projeto é rejeitado pois o custo é maior do que as receitas.

A melhor relação benefício/custo foi encontrada na densidade de estocagem de 161 peixes/ m<sup>3</sup>, onde foram obtidos peixes de 600 g de peso médio final, ou seja, uma produtividade de 95,5 kg/m<sup>3</sup>. A receita bruta obtida, nesse caso foi de R\$ 219,65/m<sup>3</sup> por ciclo, para uma receita líquida de R\$ 57,21/m<sup>3</sup>.

A densidade com a menor relação benefício/custo foi de 235 peixes/m<sup>3</sup>, com peixes de 469 g de peso médio final, ou seja, 108,7 kg/ m<sup>3</sup>. A receita bruta obtida, nesse caso, foi de R\$ 243,34/ m<sup>3</sup> por ciclo, para uma receita líquida de R\$ 9,72/m<sup>3</sup>, por ciclo de produção.

#### 4.4. Análise Econômica - Pinhais

No segundo caso estudado, os dez tanques-rede foram estocados com 6.368 alevinos de tilápia, possibilitando uma produção de 2.433 kg, produtividade média de 61 Kg/m<sup>3</sup>, e peso médio final dos peixes cultivados de 505 g, em um ciclo de produção de 351 dias, com taxa média de sobrevivência de 79,5%. Na Figura 22 pode-se observar as tilápias sendo retiradas de um dos tanques-rede no momento da despesca.



Figura 22. Detalhe das tilápias produzidas em Pinhais no momento da despesca.

Neste experimento ocorreram fatores não previstos quando da implantação do estudo de caso tais como: a ) grande ocorrência de patos d'água que competiam com os peixes na hora do arraçamento (embora os tanques-rede tivessem tela de proteção contra pássaros, eles pousavam sobre a tela de proteção e com o seu peso a tela baixava e com o bico através das malhas retiravam os pellets para se alimentarem); b) problemas com o funcionário responsável pelo arraçamento que não o fazia conforme indicação prevista na metodologia, tendo que ser substituído após três meses de cultivo; c) os cochos eram de tamanho pequeno em relação ao tanque rede (o que dificultava os

peixes menores de competirem com os peixes maiores na hora do arraçamento); d) o T2 que tinha um cocho com o dobro das dimensões dos outros comedouros, obteve a melhor média final de todo o experimento e e) as baixas temperaturas influenciaram negativamente o desempenho dos animais. Quando a temperatura cai, os peixes deixam de comer e diminui bastante o seu ritmo biológico (OSTRENSY & BOEGER, 1998).

Talvez em decorrência de tais problemas, não foi observada nenhuma relação significativa entre a densidade de povoamento e o custo total de produção ( $p > 0,05$ ). Além disso, nenhum dos tratamentos relativos ao caso 2 apresentou viabilidade econômica, sendo que o menor custo de produção ficou em R\$ 2,40 por quilo de tilápia. Mesmo se fazendo simulações com um maior número de tanques-rede, o que leva à redução relativa nos custos fixos, os dados obtidos no caso 2 não possibilitariam a obtenção de níveis de mínimos de viabilidade econômica. A piscicultura em tanques-rede somente seria viável, neste caso com a venda da tilápia a um preço superior a R\$ 2,80/kg.

Na Figura 23 observa-se que, o custo de produção por quilo de peixe cultivado atingiu seu menor valor quando a densidade se aproximou de 110 peixes/m<sup>3</sup> (R\$ 2,40/kg). Por outro lado, na densidade de 196 peixes/m<sup>3</sup> o custo de produção chegou a R\$ 2,94/kg, havendo uma variação lógica nessa relação. Em média, o custo de produção dos peixes produzidos em Pinhais ficou em R\$ 2,80 / kg.

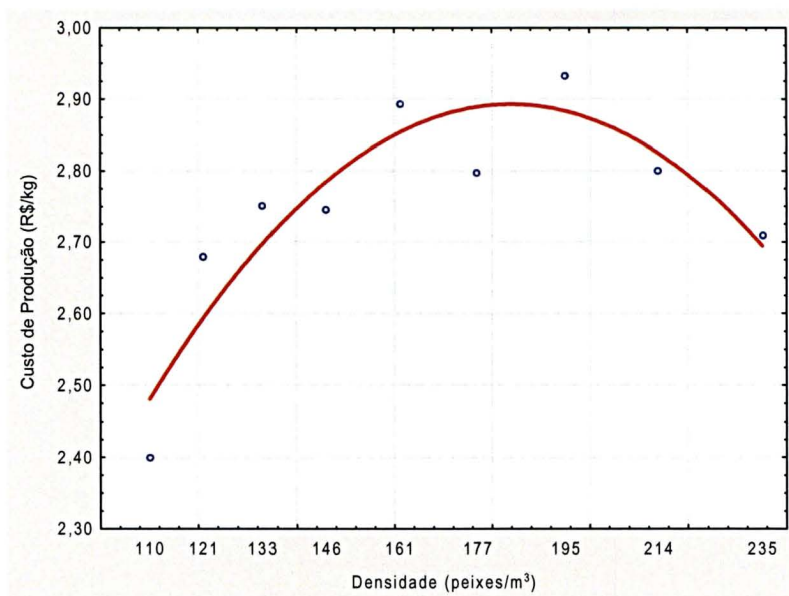


Figura 23. Relação entre a densidade inicial de peixes nos tanques-rede e o custo de produção. Caso: Pinhais.

Os valores da relação benefício/custo variaram de 0,70 a 0,86, nas densidades 100 peixes/m<sup>3</sup> a 214 e 236 peixes/m<sup>3</sup>. respectivamente (Figura 24), neste caso o empreendimento estudado foi deficitário.

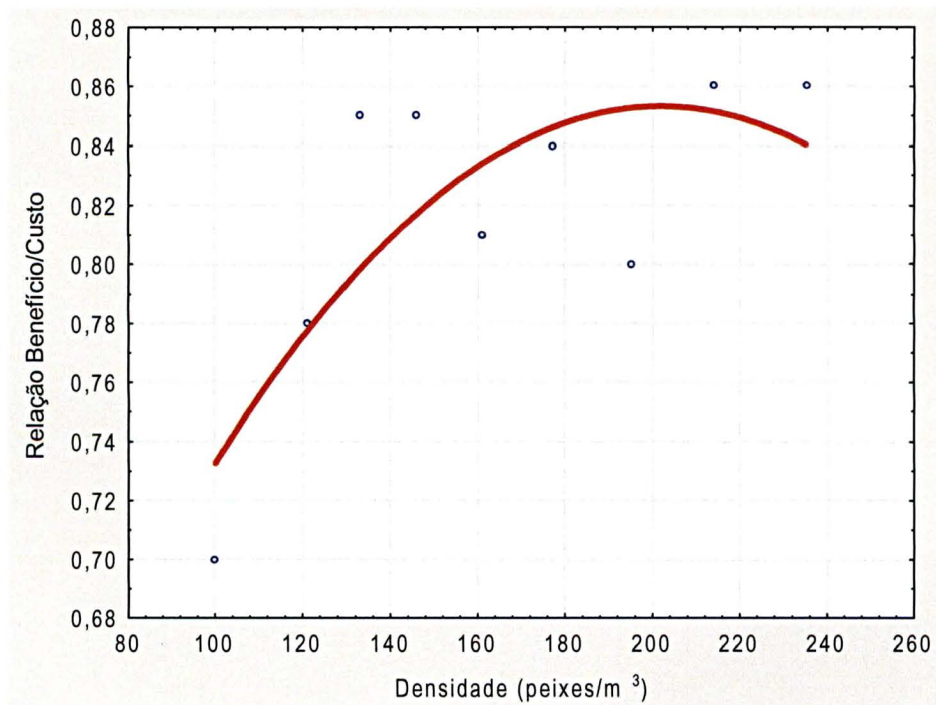


Figura 24. Relação entre a densidade de peixes nas gaiolas e relação benefício/custo.

#### 4.5. Simulação Econômica com Base no Melhor Resultado Alcançado

A planilha relativa aos dados técnicos gerados é a principal fonte de informação do sistema de análise econômica desenvolvido neste estudo. Através dela são gerados os cenários que podem caracterizar um eventual projeto a ser desenvolvido. O usuário tem possibilidade de trabalhar de duas formas:

- simulando dados técnicos relativos ao projeto, gerando assim uma projeção do sistema de produção ser adotado;
- inserindo dados reais de um determinado projeto, criando a possibilidade de avaliar os resultados obtidos e de descrever economicamente o cultivo realizado;

Na Tabela 7 são apresentados os dados utilizados em uma simulação econômica do cultivo de tilápia em gaiolas, que teve como base os dados zootécnicos mais significativos do ponto de vista econômico de estudo realizado nesta dissertação (dados obtidos na gaiola 6, do caso 1, onde foram estocados 161 peixes/m<sup>3</sup>). Cada Tabela refere-se a uma planilha de cálculo do aplicativo aqui desenvolvido com auxílio do Microsoft Excel®. As variáveis utilizadas para a realização da simulação foram: densidade inicial,

taxa de sobrevivência, conversão alimentar e peso médio final. Para esta simulação hipotética foi considerado um cenário que envolvia um total de 100 tanques-rede, de 1 m<sup>3</sup> cada.

Nesta simulação, não foi considerado o salário do administrador do empreendimento como parte do custo e sim o salário de um funcionário. Nas pequenas propriedades, de uma forma em geral, o administrador do negócio é o próprio produtor e a sua remuneração está diretamente vinculada ao lucro líquido do empreendimento, não sendo determinado um salário fixo.

Tabela 7. Dados utilizados para a simulação da produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em 100 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup>.

Itens	Quantidade	Unidade
Safras	1,5*	Por ano
Tanques-rede	100	Unidades
Área de cada tanque-rede	1	m <sup>3</sup>
Área cultivada total	100	m <sup>3</sup>
Densidade inicial	161	Tilápia/m <sup>3</sup>
Taxa final de sobrevivência	99	%
Peso médio de abate	0,59963	Quilos
Área total de tanque-rede/funcionário	240	m <sup>2</sup> /funcionário
Área total de tanque-rede/assistência técnica	240	m <sup>2</sup> /técnico
Taxa de conversão alimentar aparente	1,26:1	Kg
Valor do salário mínimo – funcionário	250	R\$
Valor da hora técnica	40	R\$
Encargos	1,78	fator de multiplicação
Mão-de-obra temporária	0	(R\$/dia)
Nº de mão-de-obra temporária	0	(R\$/dia)
Taxa de juros do capital	8,78	%/ano
Tempo de vida útil dos tanques-rede	1,5	anos
Tempo de vida útil da plataforma	5	anos
Tempo de vida útil do barco	7	anos
Tempo de vida útil do sistema de poitas	4	anos
Tempo de vida útil do equipamento	2	anos
Taxa de remuneração do capital	8,78	%
Número de funcionários	0,417	Funcionário
Assistência técnica	0,417	Funcionário
Número total de tanques-rede	100	Tanques
Área total cultivada	100	m <sup>3</sup>
Nº inicial de tilápias por tanque	161	tilápias/tq
Nº final de tilápias por tanque	159	tilápias/tq
Nº final de tilápias	23.909	tilápias/ano
Nº total de alevinos a ser adquirido	24.148	juvenis/ano
Milheiros/safra	12	milheiros/safra
Milheiros/ano	18	milheiros/ano
Produção por tanque-rede/safra	96	kg/tq/safra
Produção por tanque-rede/ano	143	kg/tq/ano
Produção final/safra	9.558	kg/safra
Produção final/ano	14.336	kg/ano
Produtividade/safra	95,58	kg/m <sup>3</sup> /safra
Produtividade/ano	143,36	kg/m <sup>3</sup> /ano
Quantidade de ração a ser adquirida/safra	12.042	Kg/safra
Quantidade de ração a ser adquirida/ano	18.046	kg/ano

\* Considerando o sistema de cultivo em duas fases, com a pré-engorda em viveiros e a engorda em tanques-rede.

Como descrito na Tabela 8, o investimento total calculado foi de R\$ 2.260,00 para instalação de 100 m<sup>3</sup> de gaiola mais: 2 puças, 1 balança de precisão de um grama e dois baldes. Considerando a vida útil da gaiola de 1,5 anos e 1,5 ciclos de produção ao ano e sem valor residual, obteve-se um valor total de depreciação de R\$ 1.463,33.

Tabela 8. Demonstração dos investimentos (R\$) para a simulação da produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em 100 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup>.

INVESTIMENTOS			
Itens	Custo individual	Custo total	Taxa anual de manutenção (%)
Gaiola	20,00	2.000,00	7
Barco	0,00	0,00	7
Plataforma	0,00	0,00	7
Sistema de poita	0,00	0,00	7
Equipamentos	260,00	260,00	7
Total		2.260,00	

Tabela 9. Demonstração dos custos fixos e variáveis (R\$) para a simulação da produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em 100 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup>.

CUSTOS FIXOS		
Itens	Custo tota (R\$/ano)	Participação no custo final da tilápia (%)
Remuneração do capital	99,21	0,41
Capital de Giro	1.634,19	6,70
Mão-de-obra	2.225,00	9,12
Mão-de-obra temporária (R\$/ano)	0,00	0,00
Assistência técnica	200,00	0,82
Manutenção dos equipamentos	158,20	0,65
Impostos e taxas	0,00	0,00
Depreciação	1.463,33	6,00
Seguros	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00
Total	5.779,94	23,70

CUSTOS VARIÁVEIS			
Itens	Custo individual	Custo total	Participação no custo final da tilápia (%)
Alevinos (R\$/milheiro)	150,00	2.716,60	11,41
Ração (R\$/kg)	0,88	15.896,04	65,17
Total		18.612,64	

A Tabela 9 apresenta os custos de cada insumo utilizado, divididos em duas categorias: custos fixos e custos variáveis. Descreve ainda as respectivas quantidades e resultados, em Reais (R\$), além de demonstrar percentualmente a participação de cada receita em relação ao total comercializado.

Na descrição dos valores apresentados na Figura 27, foram considerados os preços de ração (R\$ 0,88/kg) e de alevinos (R\$ 150,00 por milheiro) praticados no mercado na Região Metropolitana de Curitiba. O valor total dos custos fixos, por ciclo de produção, foi de R\$ 5.779,94 e engloba gastos com: remuneração de capital, custo de capital de giro, mão-de-obra, assistência técnica, manutenção dos equipamentos e depreciação. Entre os itens que compõe os custos fixos, a mão-de-obra foi o mais significativo, tendo uma participação relativa de 9,1 %. Os custos variáveis representaram 76,6 % de todo o custo de produção do caso simulado, sendo que os juvenis foram responsáveis por 11,4 % e a ração por 65,2 % desses custos. Constata-se, portanto, que os gastos com ração constituem o item mais significativo do custo de produção de tilápias em tanques-rede. Por outro lado, não há possibilidade de se imaginar o sucesso de empreendimentos voltados para a produção de tilápias em tanques-rede ou em gaiolas sem um eficiente programa de arraçamento e sem o uso de rações de qualidade.

Tabela 10. Demonstração da análise econômica para a simulação da produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em 100 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup>.

<b>RECEITA</b>	
Preço médio de venda	2,30
Receita Total	32.973,38
Receita Líquida (R\$/ano)	8.580,81
Receita Líquida por tanque-rede (R\$/ano)	85,41
Receita Líquida por m <sup>3</sup> (R\$/ano)	85,41
Margem Bruta	5.779,94
Margem de Lucro (%)	35,18
Relação Benefício/Custo do empreendimento	1,35
<b>CUSTOS</b>	
Custo Total (R\$)	24.392,58
Custo de produção (R\$/kg)	1,701
<b>SALDO MENSAL</b>	
Primeiro ano (R\$)	527
Segundo ano (R\$)	715
Terceiro ano (R\$)	715
Quarto ano (R\$)	715
Quinto ano (R\$)	715
Valor médio (R\$)	677

A Tabela 10 está dividida em três partes, sendo composta por uma tabela que sintetiza as receitas e os índices econômicos; uma tabela com o resumo dos custos de produção; uma terceira com o resumo da lucratividade do sistema de produção. O preço de venda considerado neste modelo foi o preço alcançado pelos produtores que fornecem peixes aos pesques-pague da Região Metropolitana de Curitiba, que é de R\$ 2,30/kg, valor comercializado após a despesca nos dois casos trabalhados.

Analisando os dados da Tabela 10 constata-se que, na melhor das hipóteses avaliadas, ou seja, com a densidade de estocagem de 161 peixes/ m<sup>3</sup>, com a produção de peixes de 600 g e com a produtividade de 95,6 kg/m<sup>3</sup>, a receita bruta obtida foi de R\$ 219,88/m<sup>3</sup> por ciclo, para uma receita líquida de R\$ 57,21/m<sup>3</sup>, por ciclo de produção. Como o número de cultivos pode chegar a 1,5 ao ano, verifica-se que nesse cenário a produção de tilápias em tanques-rede proporcionaria uma receita líquida equivalente a R\$ 85,41/m<sup>3</sup>/ano. A Tabela 11 e a Figura 25 mostram que esse empreendimento fictício de produção de tilápias em 100 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup> teria um período de retorno de capital inferior a 1 ano. Ao final dos 5 anos do projeto, o saldo acumulado chegaria a R\$ 40.644,03, com uma receita total de R\$ 164.866,60 e custo total de R\$ 124.222,80.

Tabela 11. Simulação do fluxo de caixa da tilápia (*Oreochromis niloticus*) produzida em 100 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup>, com um horizonte de 5 anos.

FLUXO DE CAIXA						
	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	TOTAL
Investimentos	2.260,00	-	-	-	-	2.260,00
Custos Fixos	5.779,94	5.779,94	5.779,94	5.779,94	5.779,94	28.899,69
Custos Variáveis	18.612,64	18.612,64	18.612,64	18.612,64	18.612,64	93.063,21
CUSTO TOTAL	26.652,58	24.392,58	24.392,58	24.392,58	24.392,58	124.222,89
RECEITA	32.973,38	32.973,38	32.973,38	32.973,38	32.973,38	164.866,62
SALDO	6.320,81	8.580,81	8.580,81	8.580,81	8.580,81	40.644,03
SALDO ACUMULADO	6.320,81	14.901,61	23.482,42	32.063,22	40.644,03	40.644,03

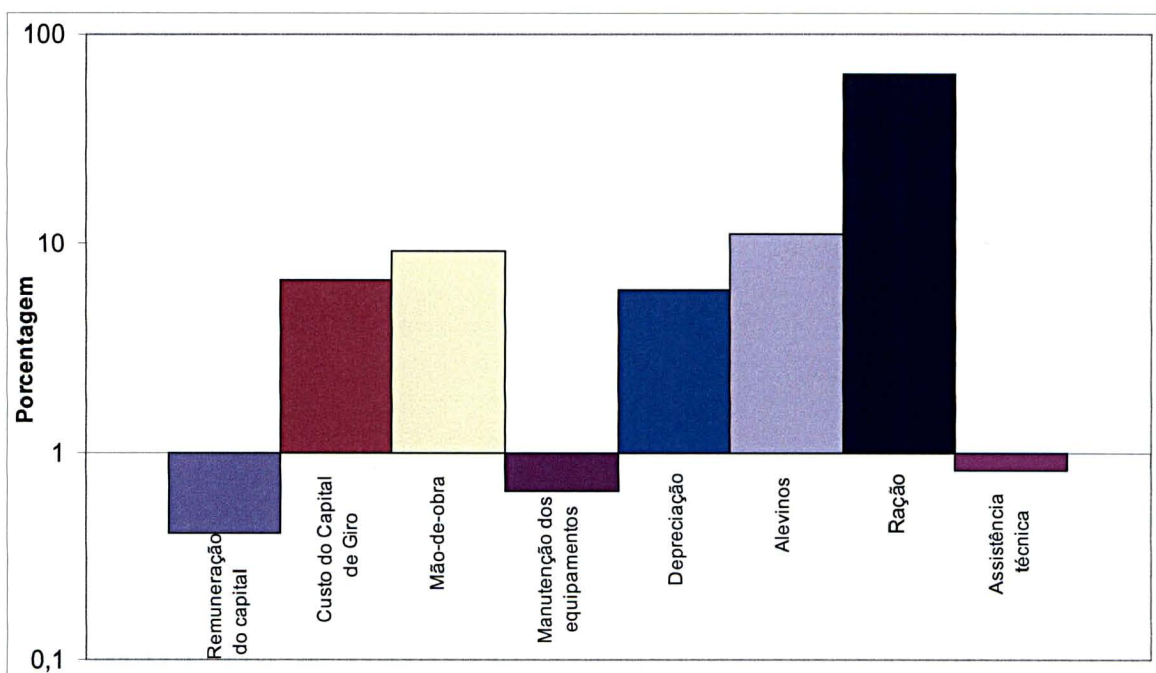


Figura 25. Relação dos custos, em porcentagem, da tilápia (*Oreochromis niloticus*) produzida em 100 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup>, com um horizonte de 5 anos.

Com base nos resultados econômicos pode-se afirmar que a piscicultura desenvolvida em tanques-rede, quando adequadamente conduzida e contornados os problemas de comercialização, é uma atividade economicamente viável, podendo ser, inclusive, mais atrativa do que outras opções convencionais de piscicultura. Há, no entanto, que se considerar os riscos da atividade, particularmente em relação à inadimplência de muitos compradores de peixes vivos. Com a expansão da piscicultura na região sudeste já não é mais possível se vislumbrar o pesque-pague como opção de mercado. Ou seja, os níveis de remuneração obtidos pelos produtores tendem a se adequar a um padrão compatível com o mercado de pescado destinado ao consumo humano e não mais à indústria do entretenimento, como é o caso do produto direcionado aos pesque-pague.

Outra consideração importante a se fazer diz respeito aos aspectos mais elementares que fundamentaram a realização do presente trabalho: dificilmente será possível se chegar a um patamar de viabilidade econômica sem o uso do sistema bifásico (pré-engorda e engorda) de produção, em cultivos realizados na Região Metropolitana de Curitiba. O crescimento dos peixes na fase de recria (ou pré-engorda) é bastante lento e suscetível às baixas temperaturas de inverno na região. O povoamento direto de alevinos,

a despeito dos problemas encontrados nos cultivos realizados em Pinhais, não possibilita mais que a obtenção de uma única safra por ano, comprometendo profundamente a competitividade dos empreendimentos aquícolas instalados na região.

É importante lembrar que, outros estudos são particularmente importantes na determinação da viabilidade final de qualquer projeto de piscicultura, tais como: análise de preços, mercado, organização e plano desenvolvimento do mercado, da comercialização e planejamento. Por exemplo, o primeiro pico de comercialização de peixes na Região Metropolitana de Curitiba ocorre entre os meses de março e abril, na época da semana santa, período em que o consumo de pescado pela comunidade católica é mais significativo. EMATER – PR (2003). Como consequência, nessa época os preços são mais elevados. Assim, um grande desafio da piscicultura é a organização e o escalonamento da produção, principalmente em relação à quantidade, tamanho, qualidade e regularidade da oferta para atender o mercado.

Há também que se considerar que a popularização dos cultivos de peixes em tanques-rede deverá estar associada à redução de custo de alimentação, à melhoria dos índices de conversão alimentar, ao aumento da produtividade e, finalmente, à obtenção de níveis de produção em larga escala. Também é fundamental a implementação de medidas mais eficazes de controle e organização dos dados de produção por parte dos produtores. O piscicultor e/ou o empresário aquícola deve, obrigatoriamente, determinar o custo real e a viabilidade econômica da sua piscicultura.

Além da determinação da rentabilidade dos sistemas de produção propostos, também é necessário avaliar a sua sensibilidade aos riscos de mercado e de produção. Dentre os riscos de mercado, pode-se destacar a ração como sendo o principal custo de produção e o preço de venda como o principal fator responsável pela receita gerada. As combinações destes fatores de riscos aplicadas ao longo do cultivo são decisivas para o sucesso ou fracasso do empreendimento.

Infelizmente, porém, a piscicultura paranaense e, particularmente, a realizada na Região Metropolitana de Curitiba, estão ainda muito distantes do nível de profissionalismo necessário para a viabilização econômica da atividade.

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos dois casos estudados relativos ao cultivo de tilápias em gaiolas e em tanques-rede na região metropolitana de Curitiba, através da avaliação integrada dos índices zootécnicos, dos custos obtidos e das receitas geradas com a atividade, foi possível concluir que:

- ✓ A tilápia se apresenta como um peixe suficientemente rústico para suportar, ao mesmo tempo, tanto as condições ambientais desfavoráveis, que caracterizam o inverno na Região Metropolitana de Curitiba, durante o período estudado, quanto as condições estressantes de cultivo em elevada densidade, que caracterizam a produção em tanques-rede e em gaiolas. O povoamento das gaiolas com juvenis possibilitou a obtenção de taxas finais de sobrevivência de 95 %. Já no povoamento de alevinos e a sua manutenção em tanques-rede por um período de um ano, possibilitou a obtenção de taxa média de 79 % de sobrevivência.
- ✓ Tecnicamente, o sistema de cultivo em duas fases (estocagem alevinos em viveiros e de juvenis, com peso inicial maior que 100g, em tanques-rede ou gaiolas) pode possibilitar a obtenção de pelo menos 1,5 safras/ano de tilápias com peso médio de 500 g, na Região Metropolitana de Curitiba. O cultivo monofásico, com povoamento direto de alevinos, por sua vez possibilita a obtenção de uma única safra anual. No estudo realizado essa diferença pode ser traduzida em números. Os juvenis com peso inicial de 125 g, obtiveram um ganho de peso médio de 2,66g/dia enquanto os alevinos com peso inicial de 5 g, ganharam em media 1,43g/dia.
- ✓ Nos casos monitorados, os melhores resultados técnico-econômicos foram obtidos com o povoamento de 161 juvenis/m<sup>3</sup>. Nessas condições, a rentabilidade do empreendimento superou a marca de 30%. Esse valor é, apenas a título de comparação, três vezes superior ao que um eventual investidor obteria se aplicasse seus recursos em caderneta de poupança, o que demonstra a possibilidade de sucesso dos cultivos de tilápia em tanques-rede na Região Metropolitana de Curitiba.

- ✓ Os resultados finais também chamaram a atenção para o fato de que as margens de erro no manejo da piscicultura nesse sistema de cultivo são estreitas o para que fatores tão primários quanto a presença de organismos competidores (no caso, patos d'água) no ambiente de cultivo ou a pouca eficiência dos funcionários, podem significar a diferença entre o sucesso ou o completo fracasso econômico de um determinado empreendimento.
  
- ✓ Com base no que foi discutido anteriormente, recomenda-se o uso de tanques-rede em pequenas propriedades apenas para produtores experientes, nunca, porém, sem antes avaliar a sensibilidade do empreendimento aos riscos de mercado e de produção. Tal avaliação deve fazer parte de um projeto de aplicação financeira e de execução técnica. Como, de uma forma em geral, os pequenos produtores não têm a habilitação e conhecimento suficiente para elaborar projetos nesses moldes, há a necessidade do fortalecimento do sistema de extensão rural, através do treinamento e aperfeiçoamento dos extensionistas, para que tal nível de profissionalismo possa ser um dia alcançado.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL AHMAD, T. A. M. RIDHA & A. A. AL AHMED. 1988. Production and feed ration of the tilapia *Oreochromis spilurus* in seawater. **Aquaculture**. **73**: 111-118.
- AL AHMED, A. A. 2001. Tilapia culture in seawater and brackish groundwater in Kuwait. Aquaculture 2001: **Book of Abstracts 143**. JM Parker Coliseum Louisiana State University Baton Rouge LA 70803 USA World Aquaculture Society.
- ALCESTE, C. C. 2001. Red Tilapia Cage Farming In Colombia And Brazil. **Aquaculture Magazine.2001** vol.27., n.5, pp.82.86. 27: 82.
- AQUINO-NIELSEN, L. V.; A. S. MANRIQUE-PEMPENGCO & M. PREIN. 1993. Multiple regression analysis of growth and production of *Oreochromis niloticus* in net cages in Lake Sampaloc, Philippines. **Iclarm Stud.Rev.** 189-198.
- ARMBRESTER, W. The growth of caged *Tilapia aurea* (Steind.) in fertile farm ponds. **Proc. Annu. Conf. Southeast Assoc. Game Fish Comm.**, **25**:446-451, 1972.
- BASIAO, Z & A. SAN ANTONIO. 1986. Growth and survival of Nile tilapia fingerlings in net cages without supplemental feed in Laguna Lake, Philippines. The First Asian Fisheries Forum. **Proceedings of the First Asian Fisheries Forum**, Manila, Philippines, 26 31 May 1986. Maclean, J.L.; Dizon, L.B.; Hosillos, L.V. Eds 533-538 .
- BEVERIDGE, M.C.M. 1987 *Cage aquaculture*. Fishing News Books, 351 p.
- BEVERIDGE. M. & MUNIR. 1996. **J. Aquaculture and water resource management**. USA. Fishing News Books Ltd.
- BLANCO, B. O & G. T. ROMAN. 1986. Utilization of the fish pulp in the feeding of *Tilapia* hybrids (*Tilapia hornorum* male and *Tilapia mossambica* female) cultured in floating cages at Puntarenas, Costa Rica. **Rev.Biol.Trop.** **34**: 273-276.
- BORGHETTI, N.; BORGHETTI, J.R. & OSTRENSKY, A. 2003. **Aqüicultura uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no Mundo**. Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais (GIA) 129 pp.

- BOYD, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Auburn University, Auburn, AL, 482 pp.
- BOYD, C.E. 1997, Variáveis físicas, químicas e biológicas importantes na aqüicultura em viveiros. In: Manejo do solo e da qualidade da água para aqüicultura. Mogiana Alimentos S.A., Campinas, p. 39.
- 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. **Scientia Agrícola**, v. 56, n.4, p.819-825, 1999.
- BRASS, J.L.; RUST, M.B.; OLLA, B.L.; WICKLUND, R.I. 1990. Preliminary investigations into the socio-economic feasibility of saltwater cage culture of Florida red tilapia in Haiti. **J World Aquaculture Society, Baton Rouge**, 21 (3): 192-200, 1990.
- CARMELO, A. 2002. Commercial culture of *Oreochromis spilurus* in open seawater cages and onshore tanks. **Israeli Journal of Aquaculture; Bamidgeh**. Vol.54., no.1, pp.27-33. 54: 27.
- CARNEIRO, P.C.F.; MARTINS, M.I.E.G.; CYRINO, J.E.P. Estudo de caso da criação comercial da tilápia vermelha em tanques-rede – Avaliação econômica. **Informações Econômicas**, v. 29, n.8, p. 52-61, 1999.
- CASTAGNOLLI, N. 1992. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal, FUNEP, p.189.
- CESP (Companhia energética de São Paulo). 1999. **Criação de peixes em tanques-rede**. Diretoria de Meio Ambiente.
- CHIAYVAREESA J. A. S.; WONGWIT, C.; TANSAKUI, R. 1990. Cage culture of tilapia (*Oreochromis niloticus*) using aquatic weed-based pellets. In: HIRANO, R. and HANYU. **Forum, 2. Proceeding Asian Fisheries Society**, Manila, Philippines, 991 p., p. 287-290, 1990
- CHO, C.Y.; HYNES, J.D.; WOOD, K.R.; YOSHIDA, H.K. 1994. Development of high-nutriente-dense, low pollution diets and production of aquaculture wastes using biological approaches. **Aquaculture**, v.. 124, P. 293-305.

- CHIAYVARESAJJA, J.A.S.; WONGWIT, C.; TANSAKUI, R. 1990 Cage culture of tilapia (*Oreochromis niloticus*) using aquatic weed-based pellets. In: HIRANO, R.; and HANYU. **Forum 2. Proceeding Asian Fisheries Society**, Manilam Philippines, 991, p. 287-290, 1990.
- COCHE, A.G. 1974. **Lake Kossou Development Project**. Ivory Coast, FAO, Aquacult, Bull., 6(2/3):28.
- COCHE, A.G. 1978. The cultivation of fishes in cages. A bibliography. **FAO, Fisch, Circ, nº 714**.
- COCHE, A.G.1982. Cage culture of tilapia. In: R.S.V. Pullin and R.H> Lowe-McConnel (editors). **The Biology and Culture of Tilapia**. ICLARM. Manila, p. 205-246.
- CONTE, L. 2002. Produtividade e economicidade da tilapicultura em gaiolas na região sudoeste do estado de São Paulo: Estudos de Casos. Tese, 59 p.
- DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA. 2000. **Programa nacional de apoio a competitividade e a sustentabilidade da cadeia da tilapia**. Março.
- DEY, M. M. & GUPTA, M. V. 2000. Socioeconomics of disseminating genetically improved Nile tilapia in Asia: an introduction. **Aquaculture Economics and Management**. No.1 2, Vol.4, Pp.5 11, 4(1 2): 5.
- DEY, M. M., F. J. PARAGUAS, R. BHATTA, M. F. ALAM, S. KOESHENDRAYANA, S. PIUMSUMBUN, W. MIAO, L. T. C. DUNG & M. AHMED. 2001. Socioeconomics of freshwater fish farming in Asia. **6th Asian Fisheries Forum Book of Abstracts** Unit A, Mayaman Townhomes 25 Mayaman Street UP Village, Quezon City Philippines Asian Fisheries Society p. 303-3033 .
- EMATER-PR. 1999. **Piscicultura no Estado do Paraná**, Paraná.
- EMATER-PR. 2001. **Piscicultura no Estado do Paraná**. Informativo.
- EMATER-PR. 2003. **Produção Estadual de Peixes**. Paraná.

- ESSA, M. A. 1996. The effect of fish density and feeding frequency on both (*Oreochromis niloticus*) and (*Mugil cephalus*) fish reared as mixed culture in floating cages. **Bull.Natl.Inst.Oceanogr.Fish.Egypt. 22:** 181-197.
- FAO. 1997. Inland Water Resources and Aquaculture Service. Fishery Resources Division. Review of the state of world aquaculture. **FAO Fisheries Circular n° 886**, Rev. 1 Rome, FAO, 163 p.
- FAO. 2002. **The State of World's Fisheries and Aquaculture 2000**. FAO Information Division. Rome. Italy.
- FAO. 2003. **The State of World's Fisheries and Aquaculture 2002**. FAO Information Division. Rome. Italy. In: [http://www.fao.org/scf/sofia/index\\_en.htm](http://www.fao.org/scf/sofia/index_en.htm).
- FINEMAN-KALIO, A. S. 1986. Commercial mariculture of *Oreochromis niloticus* using net cages. **Proceedings of the 5Th Annual Conference of the Fisheries Society of Nigeria** Fison, Ilorin, Sept.22 25, 1986.Ita, E.O.;Ajayi, T.O.;Ezenwa, B.;Olaniawo, A.A.;Udolisa, R.E.;Taggert, P.A.Eds 464-470 .
- FITZSIMMONS, K. 2001. Tilapia production in the Americas. Tilapia: production, marketing and technological developments: proceedings of the Tilapia 2001. **International Technical and Trade Conference on Tilapia**, 28 30 May 2001, Kuala Lumpur, Malaysia Subasinghe, S.(ed.); Singh, T.(ed) Kuala Lumpur Malaysia INFOF , 7-16.
- GALL, G.A.E.; BAKAR, Y. 1999. Stocking density and tank size in the design of breed improvement programs for body size of tilapia. **Aquaculture. n. 173**, p. 197-205.
- GODINEZ, G. 1988. Hybrid culture of *Tilapia hornorum* (males) x *Tilapia nilotica* (females) in floating cages at Ilopango Lake. **Rev. Latinoam .Acuicult.** p. 74-82.
- GOMES, E. Desenvolvimento e avaliação da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivada em tanques-rede com diferentes densidades. **Relatório técnico científico CNPq, 2002**.
- HAIR, F.J.; Anderson, R.E; Tatham, R.L. & Black, W.C. 1998. **Multivariate Data Analysis. 5th Edition**, p. 730 , Prentice Hall, New Jersey, USA..

- HARGREAVES, J.A.; RAKOCY, J.E.; BAILEY, D.S. 1991. Effects of diffused aeration and stocking density on growth, feed conversion, and production of Florida red tilapia in cages. **J. World Aquaculture Soc., Baton Rouge, 22(1): 24-29, 1991.**
- HISHAMUNDA, N. 2001. Commercial tilapia aquaculture in Honduras: A summary. Promotion of sustainable commercial aquaculture in Sub Saharan Africa Experiences of selected developing countries. **Promotion de l' aquaculture commerciale durable en Afrique subsaharienne Experiences de certains pays en developpement 2001 no.971,28-31.2001.**
- HU, B.T. 1994. Cage culture development and its role in aquaculture in China. **Aquaculture Fish, Mange. 24: 305-310.**
- HUGUENIN, J.E.; ROTHWELL, G.N. 1979. The problems, economic potentials and system design of large future tropical marine fish cage systems. **Proceedings of the World mariculture Society, v. 10, p, 162-181.**
- HUSSAIN, M. G., A. H. M. KOHINOOR, M. S. ISLAM, M. A. HOSSAIN, M. M. DEY & M. A. MAZID. 2000. Growth and production performances of gift strain of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., in ponds and cages under different farming conditions in Bangladesh. **J.Aquacult Trop.2000 no.3, vol.15, pp.273.280. 15: 273.**
- IGARASHI, M.A. 2003. **Cultivo de Tilápia.** < <http://www.geocites.com/ctaufc/tilapia.htm>> Acesso em: 02/07/2003>.
- KAUTSKY, N., C. FOLKE, P. ROENNBAECK & M. TROELL. 1998. The ecological footprint -- a tool for assessing resource use and development limitations in aquaculture. **Bull.Ec.Fish Coop.; Bull.Ce Coop.Peche. 11: 5-9.**
- KROM, M.D.; NEORI, A. 1989. Importance of water flow rate in controlling water quality processes in marine and freshwater fish ponds. **The Israeli Journal of Aquaculture, V. 41, N.1, P. 23-33.**
- KUBITZA, F. 2000. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial.** P. 29-30.

- LEBOUTE, E. M., S. M. G. SOUZA, L. O. B. AFONSO & S. ZIMMERMANN. 1994. Preliminary study on the cage culture of all-male Nile tilapias (*Oreochromis niloticus*). Proceedings of the 4Th Rio Grande Meeting of Aquaculture Experts. **Anais do 4 Encontro Rio Grandense de Tecnicos em Aquicultura**. p 151-155 .
- LEGENDRE, M. 1986. Cage enclosure culture of *Tilapia guineensis* and *Sarotherodon melanotheron* in the Ebrie Lagoon (Ivory Coast): Influence of density, monosex rearing and feeding on growth. **Rev.Hydrobiol.Trop.**, **19**(1): 19-29.
- LIN, C. K & J. S. DIANA. 1995. Co-culture of catfish (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) and tilapia (*Oreochromis niloticus* in ponds **Aquat.Living.Resour.Ressour.Vivantes.Aquat.** **8**.: 449-454.
- LIN, C. K & K. KAEWPAITON. 2000. An Overview of Freshwater Cage Culture in Thailand. Cage Aquaculture in Asia: Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia Liao, Chiu, I.; Lin, Kwei C.(eds.) Unit A, Mayaman Townhomes 25 Mayaman Street UP Village, Quezon City Philippines **Asian Fisheries Society 2000** p. 253-257 .
- LING, S.W. 1977. **Aquaculture in Southeast Asia**. University of Washington, Seattle, WA.
- MARSDEN, M.W.; FOZZARD, I.R.; CLARK, D.; McLEAN, N.; SMITH, M.R. 1995. Control of phosphorus inputs to a freshwater lake: a case study. **Aquaculture Research**, V. 26, P. 527-538.
- McGEACHIN, R. B., R. I. WICKLUND, B. L. OLLA & J. R. WINTON. 1987. Growth of *Tilapia aurea* in seawater cages. **J.World Aquacult.Soc.** **18**: 31-34.
- MCGINTY, A. S. 1991. Tilapia production in cages: effects of cage size and number of non-caged fish. **Prog. Fish-Culturit** **53**, p. 246-249.
- MOREIRA, H.L.M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R.P.; ZIMMERMANN, S. 2001. **Fundamentos da Moderna Aqüicultura**. Canoas, Editora da ULBRA, 200 p.
- MUTHUKUMARANA, G. & WEERAKOON, D.E.M. 1986. Stocking density and diet of *Oreochromis niloticus* in cages in Mammade lakes in Sri Lanka (II). In: MACLEAN,

- J.L.; DIZON, L.B.; HOSILLOS, L.V. **Asian Fisheries Forum, 1. Proceedings...** Masnila, Asina Fisheries Society, p. 599-602.
- NORBERG, J. 1999. Periphyton fouling as a marginal energy source in tropical tilapia cage farming. **Aquaculture Research 30**: 427-430.
- ODURO-BOATENG, F. 1998. Tilapia cage culture in Ghana: Studies on economic and technical viability. African Fishes and Fisheries Diversity and Utilisation Poissons et Peches Africains Diversite et Utilisation Coetzee, L.(ed.); Gon, J.(ed.); Kulongowski, C.(ed.). **Rev. Grahamstown South Africa FISA; PARADI** p.227 2277 .
- ONO, E.A.; KUBITZA, F. 1999. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. Jundiaí, SP.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. 1998. **Piscicultura: Fundamentos e Técnicas de Manejo**. Livraria e Editora Agropecuária.
- PÁDUA, H.B. 2003. **Temperatura (água/ar) em sistemas aquáticos**. <http://www.jundiai.com.br/abrappesc/materia2.htm> Acesso em: 02/07/2003.
- PAGAN, F.A. 1969. Cage culture of tilapia. **FAO Fish Cult. Bull.**, 2(1):6.
- POLI, C.R.; GRUMANN, A.; BROGHETTI, J.R. 2002. **Situação atual da aqüicultura na Região Sul**. In: Aqüicultura no Brasil. 24p. In: <http://www.bwa.floripa.com.br>. Acesso em 13/12/2002.
- SANCHEZ, C. 1978. **Tilapia culture in cages**. Ind.Pesqueira.
- SCHMITTOU, H.R. 1997. Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume. **ASA (Associação Americana de Soja)** p. 78.
- SHOEMAKER, C.A.; EVANS, 1.1.; KLESIUS, P.H. 2000. Density and dose: factors affecting mortality of *Streptococcus iniae* infected tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**. V. 188. p. 229-235.
- SUN, C & M. DUAN. 1992. Experiment on the Tilapia culture in net cage in the cistern. Shandong. **Fish.Qilu.Yuye**. 23-25.

- SUWANASART, P. 1972. Effect of feeding, mesh, size and stocking size on the growth of tilapia aurea in cages. *Annu. Rep. Cent. Aquaculture*, Auburn Univ., p. 71-79.
- TAVARES, L.H.S. & COLUS, D.S.O., 1995, Estudo da variação niectemeral em um viveiro de piscicultura no período da seca. *Rev. UNIMAR*, 17, (2): 225-236.
- TAVARES, L.H.S. & GAGLIANONE, M.C. 1993, Estudo preliminar da sucessão dos parâmetros físico, químico e biológico em dois viveiros de piscicultura. *Red Aqüicultura Boletim*, 7, (1), 8-12.
- THOMPOLKRANG, P & Y. PREDALUMPABURT. 1999. Coastal Aquaculture Areas and Water Qualities Survey in Songkhla Lake and Coastal Zone by Using Satellite Image and Geographic Information System. **Proceedings of the 37th Kasetsart University Annual Conference Oates**, C.G.(ed.) Text and Journal Publication Co 1999 252-268 .
- TROELL, M & H. BERG. 1997. Cage fish farming in the tropical Lake Kariba, Zimbabwe: Impact and biogeochemical changes in sediment. **Aquacult.Res.** 28: 527-544.
- VALLE, R.P., PROENCA, C.E.M. 2000. Evolução e perspectivas da aqüicultura no Brasil. In: VALENTI, W.C.; POLI, C.R.; PEREIRA, J.A. BORGHETTI, J.R. **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq. Ministério da Ciência e Tecnologia. Cp. 13, p.383-98.
- WATANABE, W. O., J. H. CLARK, J. B. DUNHAM, R. I. WICKLUND & B. L. OLLA. 1990. Culture of Florida red tilapia in marine cages: The effect of stocking density and dietary protein on growth. **Aquaculture**. 90: p. 123-134.
- WATANABE, W. O., LOSORDO, T. M., FITZSIMMONS, K., & HANLEY, F. 2002. Tilapia Production Systems in the Americas: Technological Advances, Trends, and Challenges. **Reviews.in Fisheries.Science 2002. No.3 4**, p. 465.498., 10(3 4): 465.
- WINCKLER-SOSINSKI, L. T., E. E. SOSINSKI, JR. & E. M. LEBOUTE. 1999. Analysis of the costs of production of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture in cages, in the south of Brasil. **Boletim.Tecnico.do.CEPTA**. 12: p. 39-55.

- WINCKLER-SOSINSKI, L.T.; LEBOUTE, E.M. 2000. Desempenho de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criada em gaiolas flutuantes, com diferentes taxas de estocagem e pesos iniciais, no Sul do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo**, **26(1)**: p. 41-48.
- WU, Z., J. GUO & Y. YANG. 2000. Current Status and Sustainability of Cage Culture in Reservoirs: A Case Study in China. *Cage Aquaculture in Asia: Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia* Liao, Chiu, I.; Lin, Kwei C.(eds.) Unit A, Mayaman Townhomes 25 Mayaman Street UP Village, Quezon City Philippines Asian Fisheries Society 2000 259-265 .
- XIE, S., Y. CUI, Y. YANG & J. LIU. 1998. Effect of protein level in supplemental diets on the growth of cage-cultured Nile tilapia in the East Lake, P.R. China. **Asian Fish Sci.** **10**: p. 233-240.
- YAMBOT, A. V. 2000. Problems and Issues of Nile Tilapia Cage Farming in Taal Lake, Philippines. **Cage Aquaculture in Asia: Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia** Liao, Chiu, I.; Lin, Kwei C.(eds.) Unit A, Mayaman Townhomes 25 Mayaman Street UP Village, Quezon City Philippines Asian Fisheries Society p. 41-252.
- YANG, Y & C. K. LIN. 2000. Integrated Cage Culture in Ponds: Concepts, Practice and Perspectives. *Cage Aquaculture in Asia: Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia* Liao, Chiu, I.; Lin, Kwei C.(eds.) Unit A, Mayaman Townhomes 25 Mayaman Street UP Village, Quezon City Philippines.
- YI, Y.; LIN, C.K.; DIANA, J.S. 1996. Effects of stocking densities on growth of caged adult Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and on yield of small Nile tilapia in open water in earthen ponds. **Aquaculture**, **146**, 205-215.