



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

**Criação de piavas, *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1837),  
em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá,  
rio Uruguai, Santa Catarina**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Aquicultura

Orientador: Alex Pires de Oliveira Nuñez

ROBERTA SULIS DA COSTA

Florianópolis, SC  
2012

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC

Sulis-Costa, Roberta

Criação de piavas, *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1837), em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, rio Uruguai, Santa Catarina [dissertação] / Roberta Sulis-Costa ; orientador, Alex Pires de Oliveira Nuñer. – Florianópolis, SC, 2012.

71p. ; 21cm

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura.

Inclui referências

1. Aquicultura; 2. Criação intensiva; 3. Peixes; 4. Crescimento; 5. Análise de custos. I. Nuñer, Alex Pires de Oliveira. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. III. Título.

**Criação de piavas, *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1837), em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, rio Uruguai, Santa Catarina**

Por

ROBERTA SULIS DA COSTA

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

**MESTRE EM AQUICULTURA**

e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura.

---

Prof. Evoy Zaniboni Filho, Dr.  
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

---

Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez – *Orientador*

---

Dr. Aldi Feiden

---

Dr. Evoy Zaniboni Filho



## **Agradecimentos**

Primeiramente quero agradecer aos meus pais, pelo grande esforço e dedicação na minha formação, principalmente por serem os maiores financiadores desta minha trajetória e conquista, além das palavras de incentivo é claro.

Agradeço de coração ao meu marido Anderson que me incentivou a continuar até o fim, me confortando e ajudando diariamente para a conclusão desta etapa.

Ao meu querido orientador Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñer por proporcionar e confiar a mim um projeto super importante para o desenvolvimento da aquicultura no sul do Brasil e ainda pela ajuda e críticas constantes nas análises deste trabalho.

A Luis, Fernanda, Laerte e Amarildo pelo apoio em campo e as coletas dos dados.

Aos meus irmãos (Renato, Douglas e Daniel) e cunhadas (Simone, Mari e Fátima) pelo carinho durante todo esse período e por sempre acreditarem em mim. Obrigada família!

Quero agradecer ainda a toda a equipe do LAPAD por todo apoio e amizade que fiz durante toda minha trajetória no laboratório, (Renata, Claudinha, Samara, David, Marcos, Dari, Prof. Evoy, Ronaldo, Pedrão, César, Maurício, Ana Paula) vocês são incríveis!!!!

Ao colega e amigo Luciano pela grande ajuda nas tabelas de custos deste estudo.

As minhas amigas Kátia, Jaque, Jô, Márcia, Karine, Thaysa, Carol, Val, Michy, Sara um muito obrigada pela amizade, pelos momentos de descontração e muitas risadas!!! Adoro vocês minhas amigas!

À Tractebel Energia e ao Consórcio Machadinho, pelo financiamento do projeto.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudo concedida.

A todos aqueles que não foram citados aqui e que de uma forma ou outra foram muito importantes na conclusão deste trabalho.

E por último a Deus, meu eterno amigo e anjo da guarda!



*“Bom mesmo é ir a luta com  
determinação, abraçar a vida  
com paixão, perder com  
classe e vencer com ousadia,  
pois o triunfo pertence a quem  
se atreve... A vida é muita  
para ser insignificante”.*

*Charles Chaplin*



## Resumo

A criação de peixes em tanques-rede nos reservatórios das usinas hidrelétricas brasileiras tem sido encorajada, portanto, existe a necessidade de desenvolvimento de pacotes tecnológicos para espécies nativas, entre as quais a piava, *Leporinus obtusidens*, que foi escolhida para ser avaliada neste sistema de criação. Além disto, uma análise dos custos deste sistema foi descrita, uma vez, que a criação de peixes em tanques-rede em lagos de usinas hidrelétrica inexistente no estado de Santa Catarina. Em novembro de 2009 quatro experimentos simultâneos tiveram início, todos em delineamentos inteiramente ao acaso com três repetições, onde foram testadas diferentes densidades, formatos de tanque (experimentos 1 e 2), frequência alimentar e volume (experimentos 3 e 4), que se estenderam até março/2011. Os peixes foram estocados com peso (g) e comprimento (cm) médios ( $\pm$  desvio padrão) iniciais de  $26,4 \pm 4,26$ g e  $13,0 \pm 0,51$ cm, respectivamente. Mensalmente foram coletados dados de peso total (g) e de comprimento total (cm) para avaliar o crescimento. A análise de regressão foi aplicada aos experimentos 1 e 2, enquanto as diferenças nos experimentos 3 e 4 foram avaliadas pelo teste *t* de Student. Não foram encontradas diferenças em relação ao crescimento nas diferentes densidades testadas e tampouco entre os formatos dos tanques-rede. Do mesmo modo as diferentes frequências alimentares e volumes dos tanques-rede não propiciaram diferenças no crescimento das piavas. Com relação aos custos, nas condições experimentais de cultivo de *Leporinus obtusidens* em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, constatou-se que em todos os modelos utilizados o cultivo não foi economicamente viável. No entanto, caso o cultivo venha a atingir no futuro os níveis propostos na análise determinista, verifica-se que haveria atratividade econômica somente em dois dos modelos analisados (2 e 3), variando entre quatro e cinco ciclos o tempo para o retorno do investimento.

Palavras chave: criação intensiva, peixes, crescimento, densidade, análise de custos.

## Abstract

Fish farming in cages in the reservoirs of hydroelectric plants in Brazil has been encouraged and therefore a need exists for development of technological packages for native species, including the piava, *Leporinus obtusidens*, which was chosen to be evaluated in this study. Moreover, an analysis of the costs of this system was described, since this system of fish farming does not exist in the state of Santa Catarina. From November 2009 to March/2011 four simultaneous experiments were conducted, all formatted in completely randomized designs with three replications, where densities, shape cage (experiments 1 and 2), food frequency and volume (experiments 3 and 4) were tested. Fish were stocked with initial mean ( $\pm$  sd) weight (g) and length (cm) of  $26.4 \pm 4.26$  g and  $13.0 \pm 0.51$  cm, respectively. Monthly data were collected on the total weight (g) and length (cm) to assess growth. Regression analysis was applied to experiments 1 and 2, while the differences in experiments 3 and 4 were evaluated by Student's *t* test. No differences were found in relation to growth at different densities, nor between the shapes of cages. Similarly the different frequencies of food and volumes tested did not promote differences in the growth of piava. With respect to costs, under the experimental conditions of cultivation of *Leporinus obtusidens* in cages in the reservoir of Itá hydroelectric plant, it was found that all models used in the cultivation were not economically viable. However, if the cultivation will achieve in the future the levels proposed in the deterministic analysis, it turns out that there would be economic attractiveness only in two of the models analyzed (2 and 3), varying between four and five times to return on investment.

Keywords: intensive farming, fish, growth, density, cost analysis

## Lista de Ilustrações

### Capítulo 1

- Figura 1. Localização dos tanques-rede (TR) e do ponto controle (CT) no reservatório da Usina Hidrelétrica de Itá, divisa entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Fonte: Nunes, 2009). ..... 26
- Figura 2. Delineamentos experimentais utilizados para avaliação da criação de *Leporinus obtusidens* em tanques-rede no reservatório da Usina Hidrelétrica de Itá. .... 28
- Figura 3. Qualidade da água nos tanques-rede do cultivo de piavas, *Leporinus obtusidens*, e no ponto controle, durante o período experimental. (A) Temperatura e oxigênio dissolvido; (B) pH, condutividade e transparência; (C) nitrogênio amoniacal, nitrogênio total; (D) Nitrito; (E) ortofosfato e fósforo total. .... 30
- Figura 4. Peso (A) e comprimento (B) das piavas, *Leporinus obtusidens*, nas diferentes densidades de estocagem em tanques-rede quadrados, durante o período experimental, na usina hidrelétrica de Itá. (A)  $Y_{\text{mar,abr,mai,jun,jul,ago}}=126,8-0,089X$ ,  $R^2=0,062$ ; (B)  $Y_{\text{jan}}=18,70-0,008X$ ,  $R^2=0,514$ ;  $Y_{\text{fev}}=21,90-0,012X$ ,  $R^2=0,616$ ;  $Y_{\text{mar}}=22,70-0,007X$ ,  $R^2=0,355$ . .... 33
- Figura 5. Peso (A) e comprimento (B) das piavas, *Leporinus obtusidens*, nas diferentes densidades de estocagem em tanques-rede circulares, durante o período experimental, na usina hidrelétrica de Itá. (A)  $Y_{\text{jan}}=68,87-0,119X$ ,  $R^2=0,512$ ; (B)  $Y_{\text{jan}}=18,98-0,012X$ ,  $R^2=0,584$ ;  $Y_{\text{fev}}=22,10-0,019X$ ,  $R^2=0,540$ ;  $Y_{\text{mar}}=22,81-0,012X$ ,  $R^2=0,554$ ;  $Y_{\text{abr,mai,jun,jul,ago,set}}=23,58-0,013X$ ,  $R^2=0,309$ . .... 33
- Figura 6. Peso (A) e comprimento (B) das piavas, *Leporinus obtusidens*, nas diferentes densidades de estocagem em tanques-rede quadrados e circulares, aos 400 dias do período experimental, na usina hidrelétrica de Itá. .... 34
- Figura 7. Peso (A) e comprimento (B) das piavas, *Leporinus obtusidens*, nas diferentes frequências alimentares em tanques-rede, durante o período experimental, na usina hidrelétrica de Itá. .... 34
- Figura 8. Valores médios para peso (A) e comprimento (B) das piavas, *Leporinus obtusidens*, nos diferentes volumes em tanques-rede, durante o período experimental, na usina hidrelétrica de Itá. .... 35

Figura 9. Sobrevivência das piavas, *Leporinus obtusidens*, nos diferentes tratamentos durante o período experimental, na usina hidrelétrica de Itá. (A) Tanques quadrados ( $Y=102,3-0,219X$ ,  $R^2=0,332$ ); (B) Tanques circulares; (C) Tanques quadrados e circulares; (D) Frequência alimentar e (E) Volume. .... 36

Figura 10. Conversão alimentar total das piavas, *Leporinus obtusidens*, nos diferentes tratamentos ao final do período experimental. (A) Tanques quadrados, (B) Tanques circulares, (C) Frequências alimentares e (D) Volumes. .... 37

## Capítulo 2

Figura 1. Fluxograma órgãos envolvidos na autorização de áreas aquícolas. Fonte: MPA-Florianópolis/SC (IN04-06-2)..... 49

Figura 2. Porcentagem de participação dos itens que compõem os custos de implantação. .... 52

Figura 3. Porcentagem de participação dos itens do custo de produção..... 61

## Lista de Tabelas

### Capítulo 1

Tabela 1. Peso inicial e final, comprimento inicial e final, sobrevivência e conversão alimentar (CA) final (média $\pm$ desvio-padrão) das piavas, <i>Leporinus obtusidens</i> , criadas em tanques-rede quadrados (Q) e circulares (C) na usina hidrelétrica de Itá nos volumes 4m <sup>3</sup> e 8m <sup>3</sup> e frequências alimentares de duas (F2) e três (F3) vezes ao dia, nas densidades 30 (D30), 60 (D60), 90 (D90) e 120 (D120).....	32
--	----

### Capítulo 2

Tabela 1. Indicadores técnicos nos distintos modelos analisados em situação determinista.....	50
Tabela 2. Custo de implantação de tanques-rede nos diferentes modelos analisados. Valores em reais.....	54
Tabela 3. Custos de produção por ciclo (variáveis e fixos) de piavas cultivadas em tanques-rede. Valores em reais.....	59
Tabela 4. Indicadores econômicos dos diferentes modelos analisados em situação determinista, com preço de venda final de R\$ 8,00/kg.....	61
Tabela 5. Indicadores econômicos dos diferentes modelos analisados em situação determinista, com preço de venda final de R\$ 6,40/Kg.....	63
Tabela 6. Indicadores técnicos nos distintos modelos analisados em situação real.....	64
Tabela 7. Indicadores econômicos dos diferentes modelos analisados com preço de venda final de R\$ 8,00/Kg, em situação real.....	65



## Sumário

Introdução .....	17
Objetivos .....	21
Objetivo geral.....	21
Objetivos específicos .....	21
<b>Capítulo 1</b> .....	<b>23</b>
<b>Criação de piavas, <i>Leporinus obtusidens</i>, em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, alto rio Uruguai, Brasil</b> .	<b>23</b>
Abstract .....	23
Resumo .....	24
Introdução .....	25
Materiais e métodos .....	26
Resultados .....	29
<i>Qualidade de água</i> .....	29
<i>Crescimento</i> .....	31
Discussão .....	37
Referências Bibliográficas .....	40
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>45</b>
<b>Projeção do custo e da rentabilidade da produção de piavas, <i>Leporinus obtusidens</i>, em tanques-rede em um reservatório subtropical</b> .....	<b>45</b>
Abstract .....	45
Resumo .....	46
Introdução .....	47
Materiais e métodos .....	49
Resultados e discussão .....	51
<i>Custo de implantação</i> .....	52
<i>Custo de produção</i> .....	57
<i>Análise econômica</i> .....	57

Conclusões.....	66
Referências Bibliográficas.....	66
Considerações finais .....	68
Referências Bibliográficas da Introdução .....	69

## Introdução

O Governo Federal, através do Ministério da Pesca e Aquicultura, tem estimulado o desenvolvimento da piscicultura continental através de diversas ações, entre elas o estímulo à utilização do sistema de tanques-rede nos reservatórios de usinas hidrelétricas brasileiras, seguindo as diretrizes que orientam o uso múltiplo dos recursos hídricos.

Devido a esse estímulo e à expansão da piscicultura continental como atividade agrícola, a utilização do sistema de criação em tanques-rede vem crescendo nas diferentes regiões do Brasil, pelo fato de tornar possível o aproveitamento dos reservatórios e de outros corpos de água com característica lântica para a produção de organismos aquáticos. Segundo Lovshin e Cyrino (1998), a criação de peixes em tanques-rede colocaria o país entre os maiores produtores mundiais de pescado, com a utilização de menos de 0,25% do potencial hídrico disponível para a aquicultura no país.

Os cultivos em tanques-rede possuem algumas vantagens em relação aos sistemas convencionais praticados na aquicultura, tais como: menor investimento inicial, menor variação dos parâmetros físicos e químicos da água, maior facilidade na despesca, facilidade de movimentação e relocação dos peixes, diminuição dos custos com tratamentos de doenças, intensificação da produção, facilidade de observação e redução do manuseio dos peixes (FURLANETO; AYROZA; AYROZA, 2006).

No entanto, algumas desvantagens são relacionadas por Conte (2002) como: introdução de espécies exóticas no ambiente, fluxo constante de água, introdução de agentes patogênicos, necessidade de uso de ração de boa qualidade e balanceada e risco de fuga para o ambiente e consequente perda da produção.

Em termos mundiais a aquicultura segue crescendo mais rapidamente que qualquer outro setor de produção de alimentos de origem animal, e apesar de existirem indícios de que essa taxa de crescimento pode ter alcançado suas cotas máximas, também é possível que elas se mantenham elevadas em algumas regiões e para algumas espécies (FAO, 2012).

Considerando-se apenas as criações de organismos aquáticos em água doce, o Brasil ocupou, em 2010, o décimo lugar na produção mundial (FAO, 2012), mas devido ao seu grande potencial hídrico, com cinco milhões de hectares de água doce em reservatórios naturais ou artificiais, e ao clima favorável, o país apresenta condições ideais para o desenvolvimento da aquicultura em água doce.

No reservatório de Volta Grande, em Minas Gerais, Zaniboni-Filho; Barbosa; Torquato (1993) registraram uma produtividade de 12 a 22 vezes superior à registrada em sistemas convencionais de criação, que esteve relacionada ao fornecimento diário de ração e à intensa renovação da água no interior dos tanques-rede, que sempre disponibiliza água de boa qualidade para os peixes.

No ano de 2009, o estado de Santa Catarina produziu 36.672 toneladas de peixes de água doce (MPA, 2009), produção que se destaca no cenário nacional. No entanto, os grupos de peixes mais cultivados, carpas e tilápias, apresentam baixo valor comercial, quando comparados às espécies nobres, nativas, capturadas na natureza e comercializadas nos mercados locais. Segundo Zaniboni-Filho (2004) o Brasil possui mais de 3.000 espécies de peixes nativos descritos.

A produção de peixes em reservatórios tem despertado o interesse do setor aquícola do estado, formado por aproximadamente 2.345 produtores na piscicultura profissional ou comercial (EPAGRI/CEPA 2010), por ser uma alternativa aos sistemas tradicionais de cultivo e porque a produtividade neste sistema de criação é elevada. Da mesma forma muitas comunidades do entorno dos reservatórios também vem mostrando interesse no cultivo de peixes em tanques-rede nesses corpos d'água.

A Usina Hidrelétrica (UHE) Itá, instalada no alto rio Uruguai e localizada entre os municípios de Itá (SC) e Aratiba (RS), entrou em operação no ano de 2000, e seu reservatório, formado entre dezembro de 1999 e março de 2000, apresenta uma área inundada de 103 km<sup>2</sup>, sendo que sua área total é de 141 km<sup>2</sup> (CONSÓRCIO ITÁ, 2005). A barragem do reservatório da UHE Itá transformou um ambiente impróprio para a criação em tanques-rede em um ambiente com características ideais para a atividade, uma vez que nessa região o rio Uruguai, que antes apresentava corredeiras e variação de nível entre as épocas secas e de cheias, foi transformado em um ambiente totalmente diferente, passando a existir um imenso lago de águas calmas.

Considerando-se a legislação vigente (Decreto 4.895, de 25 de novembro de 2003 e Portaria IBAMA 145, de 29 de outubro de 1998) para a implantação de atividades aquícolas, verifica-se haver restrições para utilizar no sistema de tanques-rede em Santa Catarina as espécies mais cultivadas no estado, uma vez que o uso de espécies exóticas em uma bacia hidrográfica só pode ser implementado caso as espécies estejam comprovadamente estabelecidas no ambiente aquático, o que não acontece na região do alto rio Uruguai, ou seja, as espécies exóticas

mais cultivadas no estado de Santa Catarina não estão estabelecidas no ambiente.

Portanto, a utilização de espécies nativas para cultivos em tanques-rede é a alternativa viável disponível, que, além disso, apresenta pontos positivos para o uso em criação, como a adaptação à variação climática da região, o elevado valor comercial, geralmente conferido pela qualidade e sabor da carne e pelo porte que podem atingir, e à ampla aceitação pelo mercado consumidor. Nesse sentido, para o uso de tanques-rede em Santa Catarina, aplica-se totalmente a afirmação de Poli; Grumann; Borghetti (2000) de que a utilização de novas espécies é uma das demandas da piscicultura de água doce da região Sul.

Com essa demanda como foco, o Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD), do Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina, tem concentrado estudos no desenvolvimento de tecnologia de cultivo para as espécies nativas de peixes do alto rio Uruguai que apresentam potencial para cultivo (ZANIBONI-FILHO; NUÑER, 2008). Segundo Meurer (1994) as espécies nativas com potencial para piscicultura no estado de Santa Catarina, na bacia do rio Uruguai são: o dourado (*Salminus brasiliensis*), a piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), a piava (*Leporinus obtusidens*) e o curimba (*Prochilodus lineatus*).

Entretanto, experimentos em tanques-rede com espécies nativas são raros, mas geralmente quando confinadas essas espécies podem apresentar bons resultados devido à rusticidade ao manejo (REYNALTE-TATAJE; ZANIBONI FILHO, 2005).

No ciclo reprodutivo dos anos 2008/2009 o LAPAD produziu 35.000 alevinos de *Leporinus obtusidens*, espécie nativa da bacia do alto rio Uruguai, a partir de reprodutores selvagens oriundos daquele local. Esses alevinos foram estocados em tanques-rede a partir de novembro de 2009 e foram mantidos nas condições experimentais até março de 2011.

Segundo Hartz et al. (2000) a piava (*Leporinus obtusidens*) pertence à família Anostomidae, sua distribuição se dá ao longo do sistema hidrográfico do Rio da Prata e nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. O gênero *Leporinus* apresenta hábito alimentar onívoro, alimentando-se de insetos, restos de peixes e vegetais (SANTOS, 2000). Essa é uma espécie que possui elevada importância comercial e recreativa no baixo rio Uruguai (REYNALTE-TATAJE; ZANIBONI FILHO, 2005) sendo muito apreciada pelo sabor de sua carne.

Considerando-se que poucos estudos dessa natureza, como o Beux et al. (2006), foram realizados em reservatórios localizados no rio

Uruguai, o presente estudo poderá se tornar uma importante contribuição para o balizamento da expansão desta atividade na região, podendo vir a contribuir para consolidar uma base de conhecimentos para a proposição de estratégias para o manejo desses ambientes.

No reservatório da usina hidrelétrica de Itaipu, Silva (2008) realizou estudo comparando três espécies de peixes em cultivos de tanques-rede e comprovou que apenas o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, foi viável neste sistema de cultivo. Ayroza et al. (2009) avaliaram os custos e a rentabilidade da criação de tilápia-do-Nilo em tanques-rede utilizando diferentes densidades de estocagem e verificaram que com o aumento da densidade a produtividade foi incrementada e o espaço disponível maximizado. No entanto, as maiores receitas líquidas foram obtidas nas densidades menores sendo que os preços praticados não remuneravam os custos operacionais, tanto o efetivo como o total, quando utilizadas as maiores densidades.

Tendo em vista que não existem estudos relacionados à criação de *L. obtusidens* no sistema de tanques-rede na região do alto rio Uruguai, e com base no potencial de crescimento que a espécie apresenta, *L. obtusidens* foi selecionada para os estudos aqui propostos.

## **Objetivos**

### **Objetivo geral**

Desenvolver a criação de piavas, *Leporinus obtusidens*, em sistema de tanques-rede.

### **Objetivos específicos**

- Avaliar o efeito da densidade de estocagem;
- Avaliar o efeito da frequência alimentar;
- Avaliar a influência de diferentes volumes de tanques-rede;
- Avaliar a influência de diferentes formatos de tanques-rede;
- Avaliar os custos de produção da criação da piava e realizar estudos de cenários.



## Capítulo 1

Artigo a ser submetido para a revista  
Journal of the World Aquaculture Society

### **Criação de piavas, *Leporinus obtusidens*, em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, alto rio Uruguai, Brasil**

#### **Abstract**

This study aimed to evaluate the growth of piava, *Leporinus obtusidens*, in four simultaneous experiments, all using completely randomized designs with three replicates, where densities, shape cage (experiments 1 and 2), food frequency and volume (experiments 3 and 4) were tested. Fish were stocked with initial mean ( $\pm$  SD) weight (g) and length (cm) of  $26.4 \pm 4.26$  g and  $13.0 \pm 0.51$  cm, respectively. Monthly data were collected on the total weight (g) and length (cm) to assess growth. Regression analysis was applied to experiments 1 and 2, while the differences in experiments 3 and 4 were evaluated by Student's *t* test. At the end of the experiments it was registered that the growth was not influenced by the densities, shape, frequency and food frequency tested. This result suggests that more studies should be conducted using densities higher than those tested in this study.

Keywords: growth, density, format, food frequency, volume, intensive fish farming.

## Resumo

O presente estudo teve por objetivo avaliar o crescimento e a sobrevivência da piava *Leporinus obtusidens* em quatro experimentos simultâneos, todos em delineamentos inteiramente ao acaso com três repetições, onde foram testadas diferentes densidades de estocagem, formatos de tanque, frequência alimentar e volumes de tanques-rede. Os peixes foram estocados com peso (g) e comprimento (cm) médios ( $\pm$  desvio-padrão) iniciais de  $26,4 \pm 4,26$ g e  $13,0 \pm 0,51$ cm, respectivamente, sendo que mensalmente foram coletados os dados de peso total (g) e de comprimento total (cm). A análise de regressão foi aplicada aos experimentos 1 e 2, enquanto as diferenças dos experimentos 3 e 4 foram avaliadas pelo teste *t* de Student. Ao final do experimento verificou-se que o crescimento não foi influenciado pelas diferentes densidades testadas, formatos, frequências alimentares e volumes. Tal resultado sugere que mais estudos devem ser realizados utilizando densidades superiores às testadas neste estudo.

Palavras chave: crescimento, densidade, formato, frequência alimentar, volume, piscicultura intensiva.

## Introdução

A piscicultura intensiva em tanques-rede no Brasil vem sendo incentivada pelo Ministério da Pesca e Aquicultura, principalmente nos lagos das usinas hidrelétricas, sendo que essa modalidade de cultivo tem se ampliado utilizando a tilápia, *Oreochromis niloticus*, como espécie principal, para a qual já existe um pacote tecnológico definido de produção.

As principais vantagens apresentadas por esse sistema de cultivo quando comparadas com as técnicas convencionais praticadas na aquicultura se devem ao fato de apresentarem menor investimento inicial, menor variação dos parâmetros físicos e químicos da água, maior facilidade na despesca, facilidade de movimentação e relocação dos peixes, diminuição dos custos com tratamentos de doenças, intensificação da produção, facilidade de observação e redução do manuseio dos peixes (FURLANETO; AYROZA; AYROZA, 2006).

A criação de peixes em tanques-rede no reservatório de Volta Grande, em Minas Gerais, obteve uma produtividade de 12 a 22 vezes superior à registrada em sistemas convencionais de cultivo (ZANIBONI FILHO; BARBOSA; TORQUATO, 1993).

Entre as espécies nativas com potencial para a piscicultura e com grande valor econômico está a piava, *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1836), encontrada principalmente nas Bacias do São Francisco, do Paraná (GARAVELLO; BRITSKI, 2003) e do Uruguai (ZANIBONI FILHO; SCHULZ, 2003). Segundo Vazzoler (1996) a piava realiza migração reprodutiva, seu período de maturação compreende aos meses de dezembro a janeiro e apresentam desova total. Em relação à alimentação esta espécie é considerada onívora (REYNALTE-TATAJE; ZANIBONI FILHO, 2005), e baseia-se principalmente em sementes, insetos aquáticos, moluscos e crustáceos (ZANIBONI FILHO et al. 2002).

Beux et al. (2006) estudando o cultivo de dourado, *Salminus brasiliensis*, no rio Uruguai, buscaram identificar a densidade de estocagem, a frequência do manejo, o volume e o formato dos tanques-rede para essa espécie. Os resultados mostraram que os peixes apresentaram melhor desempenho nas densidades mais baixas em condição de manejo menos frequente. Para o tambaqui, *Colossoma macropomum*, em um lago de várzea na Amazônia, buscou-se identificar a densidade de estocagem ideal, porém não foram registradas diferenças entre as densidades testadas, tendo sido relatada a



Os peixes foram estocados com peso (g) e comprimento (cm) médio ( $\pm$ desvio-padrão) iniciais de  $26,4\pm 4,26$ g e  $13,0\pm 0,51$ cm, respectivamente. Para avaliação do desempenho zootécnico, mensalmente foi amostrado 10% do número total de peixes de cada unidade experimental para medição do peso (g) e do comprimento total (cm). A sobrevivência foi quantificada trimestralmente com a contagem total dos indivíduos de cada unidade experimental.

Foram realizados quatro experimentos simultâneos, todos em delineamentos inteiramente ao acaso com três repetições (Figura 2), totalizando 9.000 alevinos, sendo que os tanques-rede quadrados obtiveram um tempo mais curto de experimento (400 dias) do que os tanques-rede circulares (450 dias):

- a) Experimento 1, no qual foram testadas as densidades de estocagem 30, 60, 90 e 120 peixes  $m^{-3}$  em tanques-rede quadrados de  $4,0 m^3$  alimentados na frequência alimentar de duas vezes ao dia;
- b) Experimento 2, conduzido para avaliar a influência do formato dos tanques-rede e, para tanto, os dados obtidos no experimento 1, referentes às densidades 30, 60 e 90 peixes  $m^{-3}$  em tanques quadrados foram comparados com o crescimento de piavas em tanques-rede circulares de  $4,0 m^3$  nessas mesmas densidades, utilizando-se frequência alimentar de duas vezes ao dia;
- c) Experimento 3, no qual foi testada a influência da frequência alimentar sobre o crescimento dos peixes, e para tanto os dados obtidos no experimento 1 referentes à densidade de 90 peixes  $m^{-3}$  em tanques quadrados, utilizando-se frequência alimentar de duas vezes ao dia foram comparados com o crescimento das piavas em tanques-rede de  $4,0 m^3$ , estocados na mesma densidade, sendo que a alimentação foi fornecida três vezes ao dia até a saciedade aparente e
- d) Experimento 4, no qual foi avaliado o crescimento das piavas em tanques-rede de diferentes volumes, para tanto, os dados obtidos no experimento 1 referentes à densidade de 90 peixes  $m^{-3}$  em tanques-rede quadrados de  $4,0 m^3$  foram comparados com os obtidos em tanques-rede de  $8,0 m^3$  na densidade de 90 peixes  $m^{-3}$  e frequência alimentar de duas vezes ao dia.

A análise de regressão foi aplicada aos experimentos 1 e 2, enquanto as diferenças dos experimentos 3 e 4 foram avaliadas pelo teste *t* de Student.

Para a caracterização do ambiente foram analisadas variáveis físicas e químicas da água em cada unidade experimental e em um ponto controle, distante dos tanques-rede, utilizado na comparação de possíveis alterações da qualidade de água em virtude dos cultivos. As seguintes variáveis foram analisadas diariamente às 8 horas da manhã e às 17 horas e 30 minutos no período da tarde, na superfície e no fundo de cada ponto amostral: concentração de oxigênio dissolvido, temperatura, pH, condutividade elétrica e transparência da água, nos períodos da manhã e da tarde, com exceção da transparência da água. Mensalmente também foram quantificadas as concentrações de nitrogênio amoniacal (N-Amoniacal), nitrogênio total (N-Total), nitrito ( $\text{NO}_2$ ), ortofosfato (O-P) e fósforo total (P-Total), através de espectrofotometria, seguindo metodologia descrita em APHA (1992); Golterman et al. (1978); Karoleff (1976); Valderrama (1981).

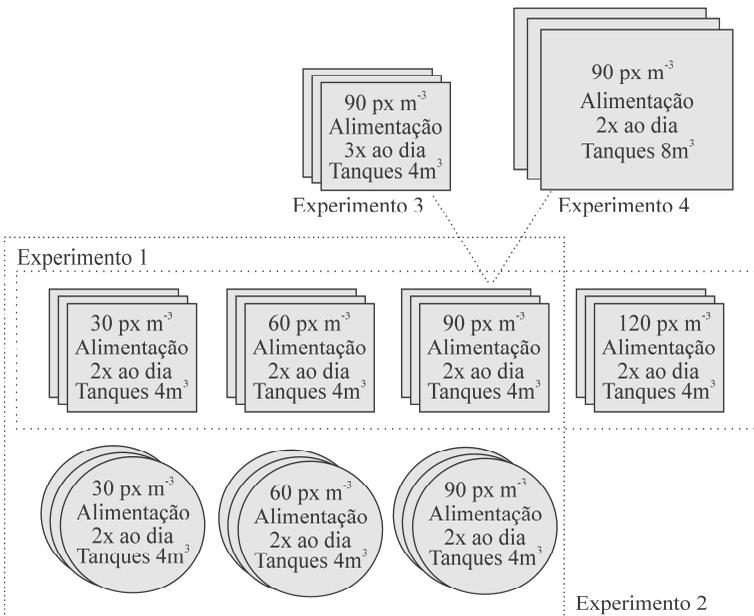


Figura 2. Delineamentos experimentais utilizados para avaliação da criação de *Leporinus obtusidens* em tanques-rede no reservatório da Usina Hidrelétrica de Itá.

## Resultados

### *Qualidade de água*

Os parâmetros de qualidade da água monitorados neste estudo não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos com as distintas densidades, formatos, frequência alimentar, volumes dos tanques-rede. Além disto, não foram encontradas diferenças dos dados obtidos em relação à superfície e o fundo dos tanques-rede. Portanto os resultados foram agrupados para caracterizar a qualidade da água do reservatório. Assim como os tratamentos não diferiram entre si, o ponto controle apresentou dados semelhantes aos tanques-rede. A variação média da concentração do oxigênio dissolvido e da temperatura encontrada neste estudo foi respectivamente de 6,82 mg L<sup>-1</sup> a 9,22 mg L<sup>-1</sup> e 18,4°C a 29,5 °C (Figura 3A). Em relação ao pH os dados variaram de 6,59 a 8,89 e a condutividade de 36,4 a 53,5 μS cm<sup>-1</sup> (Figura 3B). A transparência da água variou de 0,7 a 1,3 m (Figura 3B).

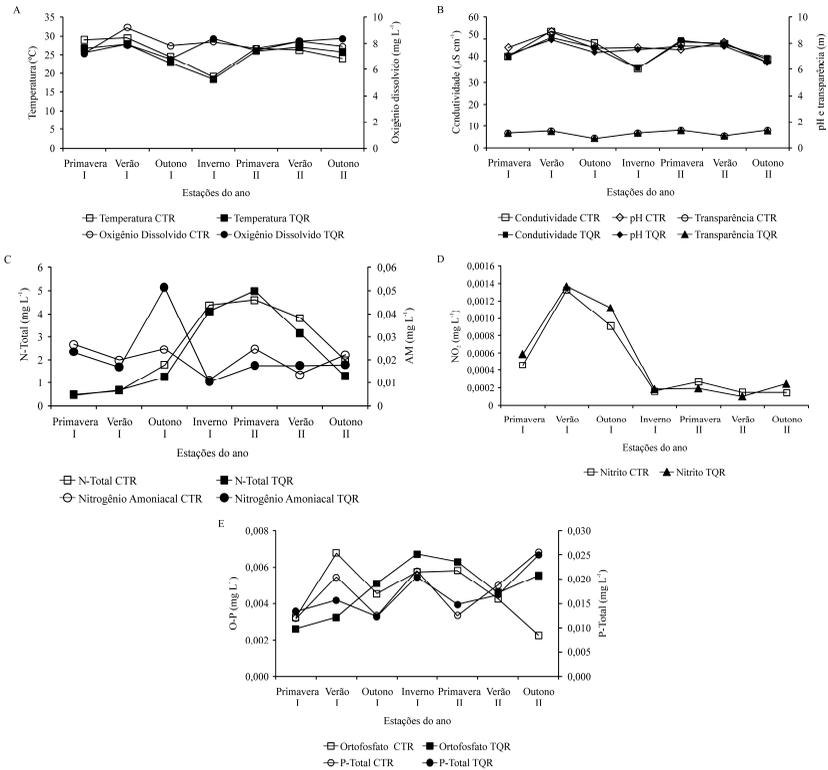


Figura 3. Qualidade da água nos tanques-rede do cultivo de piavas, *Leporinus obtusidens*, e no ponto controle, durante o período experimental. (A) Temperatura e oxigênio dissolvido; (B) pH, condutividade e transparência; (C) nitrogênio amoniacal, nitrogênio total; (D) Nitrito; (E) ortofosfato e fósforo total.

De maneira geral, foram observadas concentrações de N-amoniacal, N-total, nitrito, ortofosfato e fósforo total semelhantes entre o ponto controle e os tanques-rede (Figura 3C, 3D e 3E). Para N-amoniacal no outono I foi observada diferença entre os pontos, sendo que os tanques-rede apresentaram um incremento em relação ao controle. Já para o ortofosfato também foi identificada diferença nas concentrações no verão I e outono II, quando o ponto controle apresentou valores maiores que os registrados nos tanques-rede.

### *Crescimento*

O crescimento final não foi influenciado pelas diferentes densidades tanto nos tanques quadrados quanto nos circulares, sendo que o peso e comprimento médio final das piavas nos tanques-rede variaram de  $179,4 \pm 44,6$  a  $389,7 \pm 75,9$  g e  $25,8 \pm 1,9$  a  $33,0 \pm 1,9$  cm (Figuras 4 e 5), respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Peso inicial e final, comprimento inicial e final, sobrevivência e conversão alimentar (CA) final (média  $\pm$  desvio-padrão) das piavas, *Leporinus obtusidens*, criadas em tanques-rede quadrados (Q) e circulares (C) na usina hidrelétrica de Itá nos volumes 4m<sup>3</sup> e 8m<sup>3</sup> e frequências alimentares de duas (F2) e três (F3) vezes ao dia, nas densidades 30 (D30), 60 (D60), 90 (D90) e 120 (D120)

Volume (m <sup>3</sup> )	Tipo	Densidade	Frequência alimentar	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Comprimento Inicial (cm)	Comprimento Final (cm)	Sobrevivência final (%)
4	Q*	30	2	25,8 $\pm$ 7,2	193,7 $\pm$ 46,0	13,3 $\pm$ 1,3	26,6 $\pm$ 2,0	86,4 $\pm$ 8,4
		60		24,7 $\pm$ 6,8	223,9 $\pm$ 49,4	12,8 $\pm$ 1,3	27,4 $\pm$ 2,3	92,9 $\pm$ 0,6
		90		26,8 $\pm$ 8,4	179,4 $\pm$ 44,6	12,8 $\pm$ 1,3	25,8 $\pm$ 1,9	85,6 $\pm$ 3,9
		120		31,7 $\pm$ 11,0	204,2 $\pm$ 54,7	13,6 $\pm$ 1,8	26,6 $\pm$ 2,0	69,0 $\pm$ 18,3
4	C*	30	2	25,1 $\pm$ 9,1	389,7 $\pm$ 75,9	13,3 $\pm$ 1,7	33,0 $\pm$ 1,9	84,2 $\pm$ 7,6
		60		24,7 $\pm$ 8,2	371,4 $\pm$ 87,3	13,0 $\pm$ 1,6	32,0 $\pm$ 1,9	79,7 $\pm$ 8,3
		90		28,2 $\pm$ 9,3	387,6 $\pm$ 92,7	13,2 $\pm$ 1,5	32,3 $\pm$ 2,0	84,5 $\pm$ 11,4
4	Q	90	3	28,6 $\pm$ 8,7	205,0 $\pm$ 59,9	13,1 $\pm$ 1,4	26,2 $\pm$ 2,2	80,2 $\pm$ 10,2
8	Q	90	2	21,6 $\pm$ 8,1	187,3 $\pm$ 52,1	12,6 $\pm$ 1,5	26,1 $\pm$ 2,2	70,2 $\pm$ 7,5

\*O período experimental dos tanques-rede quadrados e circulares foi de 400 e 450 dias, respectivamente.

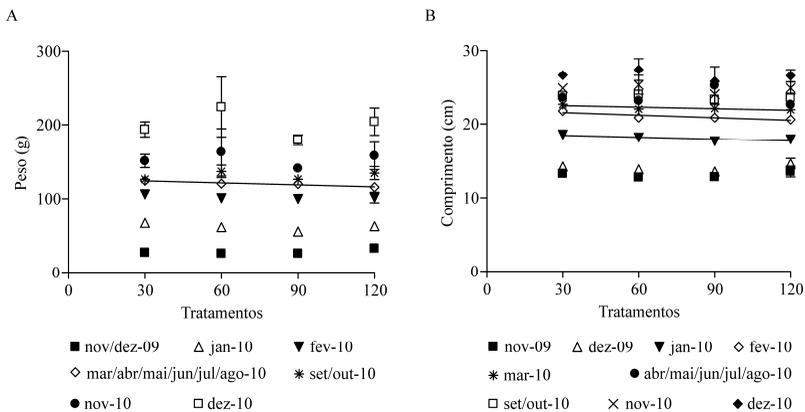


Figura 4. Peso (A) e comprimento (B) das piavas, *Leporinus obtusidens*, nas diferentes densidades de estocagem em tanques-rede quadrados, durante o período experimental, na usina hidrelétrica de Itá. (A)  $Y_{\text{mar,abr,mai,jun,jul,ago}}=126,8-0,089X$ ,  $R^2=0,062$ ; (B)  $Y_{\text{jan}}=18,70-0,008X$ ,  $R^2=0,514$ ;  $Y_{\text{fev}}=21,90-0,012X$ ,  $R^2=0,616$ ;  $Y_{\text{mar}}=22,70-0,007X$ ,  $R^2=0,355$ .

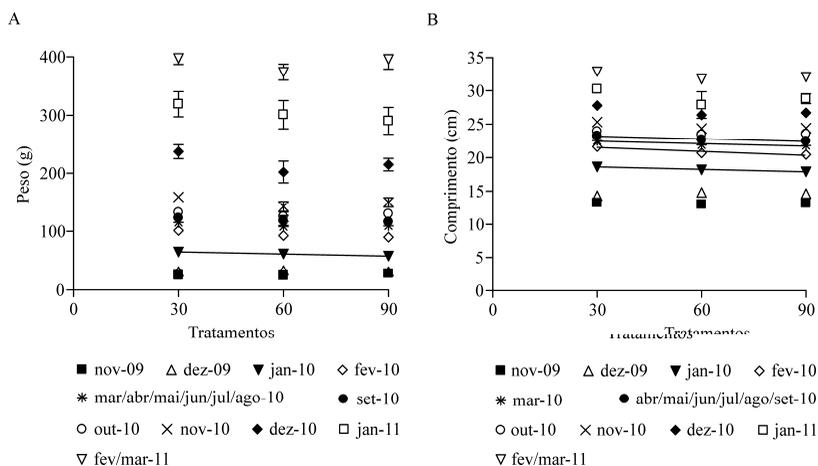


Figura 5. Peso (A) e comprimento (B) das piavas, *Leporinus obtusidens*, nas diferentes densidades de estocagem em tanques-rede circulares, durante o período experimental, na usina hidrelétrica de Itá. (A)  $Y_{\text{jan}}=68,87-0,119X$ ,  $R^2=0,512$ ; (B)  $Y_{\text{jan}}=18,98-0,012x$ ,  $R^2=0,584$ ;  $Y_{\text{fev}}=22,10-0,019X$ ,  $R^2=0,540$ ;  $Y_{\text{mar}}=22,81-0,012X$ ,  $R^2=0,554$ ;  $Y_{\text{abr,mai,jun,jul,ago,set}}=23,58-0,013X$ ,  $R^2=0,309$ .

Em relação ao formato dos tanques-rede quadrados e circulares não houve diferença no crescimento dos peixes aos 400 dias de experimento (Figura 6).

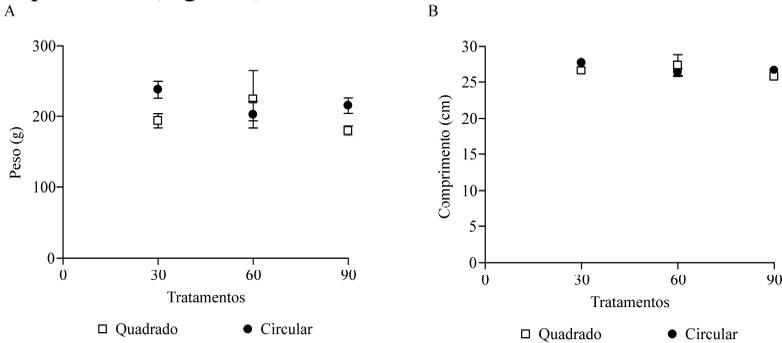


Figura 6. Peso (A) e comprimento (B) das piavas, *Leporinus obtusidens*, nas diferentes densidades de estocagem em tanques-rede quadrados e circulares, aos 400 dias do período experimental, na usina hidrelétrica de Itá.

A frequência alimentar também não propiciou diferenças no crescimento dos peixes (Figura 7).

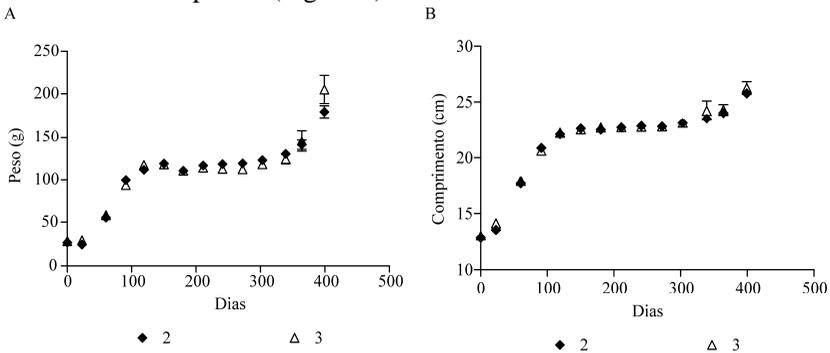


Figura 7. Peso (A) e comprimento (B) das piavas, *Leporinus obtusidens*, nas diferentes frequências alimentares em tanques-rede, durante o período experimental, na usina hidrelétrica de Itá.

O mesmo resultado foi obtido nos testes com tanques-rede de diferentes volumes, para os quais não foi registrada diferença entre os tratamentos (Figura 8)

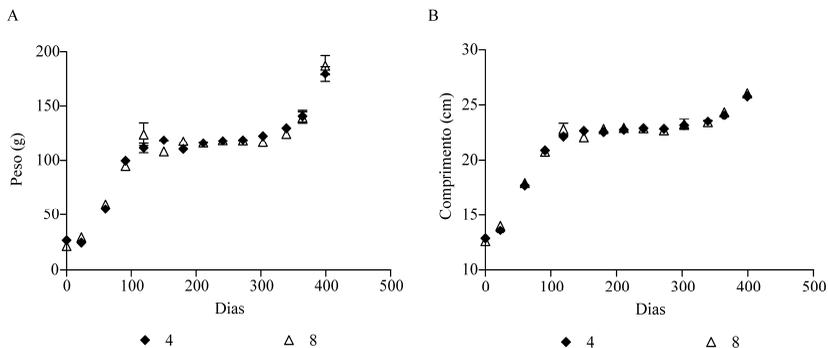


Figura 8. Valores médios para peso (A) e comprimento (B) das piavas, *Leporinus obtusidens*, nos diferentes volumes em tanques-rede, durante o período experimental, na usina hidrelétrica de Itá.

A sobrevivência dos peixes nos tanques quadrados apresentou diferenças entre os tratamentos no último mês de cultivo, sendo que os tratamentos que propiciaram os melhores índices foram os de menor densidade (Figura 9A). Nos tanques circulares não houve diferenças de sobrevivências entre as densidades testadas (Figura 9B). A sobrevivência não foi influenciada pelos diferentes formatos de tanques-redes, frequência alimentar ou volume (Figura 9C, 9D e 9E).

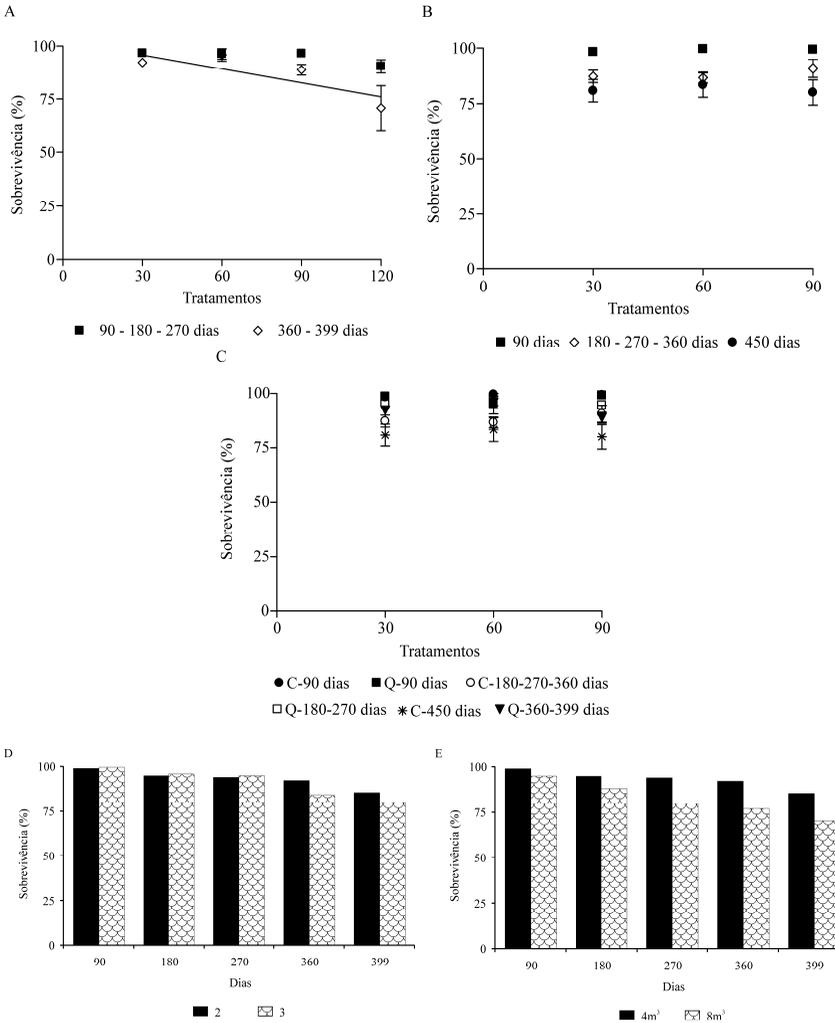


Figura 9. Sobrevivência das piavas, *Leporinus obtusidens*, nos diferentes tratamentos durante o período experimental, na usina hidrelétrica de Itá. (A) Tanques quadrados ( $Y=102,3-0,219X$ ,  $R^2=0,332$ ); (B) Tanques circulares; (C) Tanques quadrados e circulares; (D) Frequência alimentar e (E) Volume.

A conversão alimentar dos peixes nos tanques-rede quadrados do experimento 1 variou de 3,20 a 4,35 nas diferentes densidades testadas (Figura 8A). Já nos tanques-rede circulares esta variação foi de

4,06 a 4,72 (Figura 8B). Em relação às frequências alimentares a CA obtida para os peixes alimentados duas vezes ao dia foi de 3,29 e para o tratamento com alimentação de três vezes ao dia foi 2,84 (Figura 8C). Para os volumes testados no experimento 4 a CA variou de 3,29 a 3,88 para os tanques-rede de 4 e 8 m<sup>3</sup>, respectivamente. (Figura 8D).

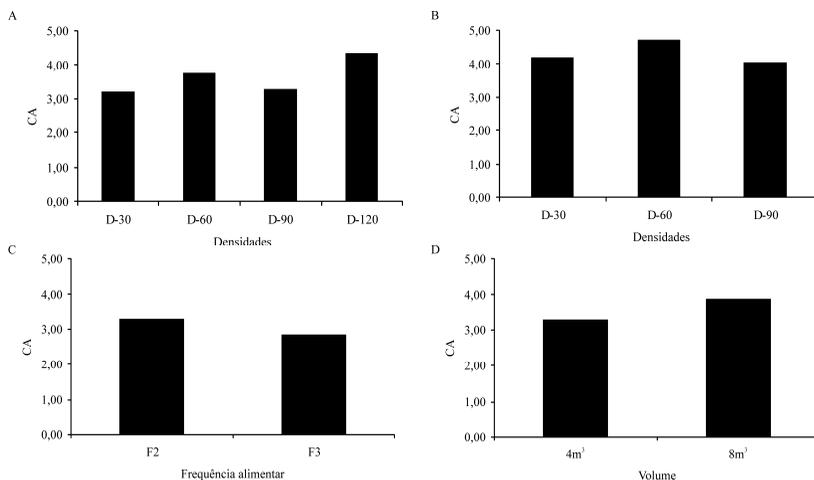


Figura 10. Conversão alimentar total das piavas, *Leporinus obtusidens*, nos diferentes tratamentos ao final do período experimental. (A) Tanques quadrados, (B) Tanques circulares, (C) Frequências alimentares e (D) Volumes.

## Discussão

A concentração de oxigênio dissolvido (6,82 a 9,22 mg L<sup>-1</sup>), o pH (6,59 a 8,89) e condutividade (36,4 a 53,5 μS cm<sup>-1</sup>) foram semelhantes entre os ponto controle e os tanques-rede, sendo que os mesmo estiveram dentro dos valores aceitáveis para o cultivo de peixes (BOYD, 1990).

Em se tratando de águas subtropicais, ao longo do experimento foi registrada uma ampla variação da temperatura (18,4 a 29,5). Essa amplitude da temperatura foi observada por Weingartner et al. (2008) no cultivo de dourados e jundiás na Usina Hidrelétrica de Itá. Os mesmos autores concluíram que a temperatura influenciou o crescimento dos dourados, uma vez que os mesmo diminuíram a ingestão pelo alimento no período de inverno e consequentemente estabilizaram seu

crescimento. Este mesmo comportamento foi registrado para as piavas, sendo que os peixes aparentemente ingeriam o alimento, mas o crescimento ficou estagnado.

Em relação à transparência houve variação ao longo do estudo (0,7 a 1,3 m) sendo que o mesmo foi relatado por Zaniboni Filho; Barbosa e Torquato (1993). Esses autores atribuem essa variação da transparência da água à presença de uma mata ciliar escassa em uma região com intensa atividade agrícola e pecuária, sendo que o mesmo ocorre no reservatório de Itá.

Durante todo o período experimental a variação de nitrogênio amoniacal, N-total (LEONARDO et al., 2011), nitrito (KEPPELER, 2008; KUBITZA, 1999), ortofosfato (LEONARDO et al., 2011) e fósforo total estiveram sempre abaixo dos níveis estabelecidos para o cultivo de peixes, conforme a Resolução Conama 357, de 17 de março de 2005.

Ao final dos 400 dias, para tanques-rede quadrados e 450 dias para os tanques-rede circulares o desempenho zootécnico dos peixes mostrou que o aumento das densidades de estocagem não alterou o peso final e ganho de peso (Figuras 4 e 5). Esse resultado difere daquele observado por Bittencourt et al. (2010), que trabalhando com pacus, *Piaractus mesopotamicus*, nas densidades de 200, 300 e 400 peixes m<sup>-3</sup>, obtiveram valores maiores de peso final nos tanques-rede com menor densidade. Os mesmos autores sugerem ainda que os resultados de peso final parecem estar ligados diretamente à espécie e à fase de desenvolvimento dos peixes. Brandão et al. (2005), avaliando a densidade de estocagem (200, 300, 400 e 500 peixes m<sup>-3</sup>) em tanques-rede no desempenho de matrinxã, *Brycon amazonicus*, não encontraram diferenças significativas no peso final entre as densidades, porém para biomassa final os melhores resultados foram obtidos para o tratamento com a maior densidade. Barcellos et al. (2004) analisaram o crescimento do jundiá em tanques-rede nas densidades de 100, 200 e 300 peixes m<sup>-3</sup> e constataram que o tratamento com a menor densidade propiciou maior peso final dos peixes, sendo que nos demais tratamentos a biomassa final foi maior porém indivíduos apresentaram a metade do peso da densidade de 100 peixes m<sup>-3</sup>.

Os formatos dos tanques-rede quadrado ou circular não alteraram o peso final das piavas e tampouco o ganho de peso, condição diferente da registrada por Barcellos et al. (2004) que ao comparar diferentes formatos de tanques-rede obtiveram melhores peso final e ganho de peso para jundiá em tanques quadrados.

Em relação à frequência alimentar, não houve diferença no peso final dos peixes com o fornecimento de ração 2 ou 3 vezes ao dia. Dias-Júnior e Mourgués-Schurter (2001), ao realizar estudo para identificar o horário de fornecimento de ração para piavas concluíram que, os peixes se alimentavam em todos os horários, porém ao avaliar o ganho de peso os melhores resultados foram para os peixes alimentados às 10 horas da manhã. Chagas et al. (2007), buscaram identificar a taxa de alimentação adequada para o tambaqui (1, 3 e 5% do peso vivo) e concluíram que todas elas foram adequadas para o crescimento dos peixes, porém a taxa de 1% obteve o melhor custo e benefício para essa espécie. Como no presente experimento não foi registrada diferença entre a frequência alimentar, conclui-se que o fornecimento de ração 2 vezes ao dia proporciona menor custo para o cultivo comercial das piavas. Entretanto, verifica-se existir a necessidade de se fazer estudos que indiquem a taxa de arraçoamento específica para as piavas, pois segundo Chagas et al. (2007) esse é um dos fatores imprescindíveis para o sucesso da criação de peixes, uma vez que a alimentação chega ser a responsável por cerca de 60% do custo no cultivo de organismos aquáticos.

Os volumes de 4 e 8 m<sup>3</sup> propiciaram peso final semelhante aos peixes e diferença em relação à biomassa final, resultados semelhantes aos observados por Gomes et al. (2004) ao avaliar tambaquis nos volumes de 1 e 6 m<sup>3</sup>. Como a biomassa final dos peixes cultivados nos tanques de 8 m<sup>3</sup> foi maior que nos de 4 m<sup>3</sup>, o produtor teria maior ganho na produção cultivando piavas em tanques com volume maior.

A sobrevivência foi semelhante entre os diferentes tratamentos em relação às densidades tanto nos tanques quadrados quanto nos circulares. Da mesma forma que as piavas, a densidade de estocagem não teve efeito na sobrevivência durante o cultivo do pacu (BITTENCOURT et al., 2010) e do matrinxã (BRANDÃO et al., 2005). Os formatos dos tanques-rede não influenciaram a sobrevivência, sendo que o mesmo resultado foi observado por Barcellos et al. (2004) ao trabalhar com jundiás. Em relação à frequência alimentar e ao volume não foi registrada influência na sobrevivência, condição também encontrada por Gomes et al. (2004) e Chagas et al. (2007). De todo modo, as piavas adaptaram-se bem ao sistema de cultivo em tanques-rede, uma vez que não foram observadas mortalidades significativas após a estocagem, sendo que essa sobrevivência foi influenciada principalmente por fugas, ocasionadas por buracos nos tanques-rede, criados pelas próprias piavas.

A conversão alimentar nos tanques-rede quadrados variou conforme a densidade de estocagem, sendo que os menores valores foram observados nas densidades de 30 e 90 peixes m<sup>-3</sup>. Valores intermediários foram observados nas densidades de 60 peixes m<sup>-3</sup> e valores superiores às demais densidades foram registrados nas densidades de 120 peixes m<sup>-3</sup>. Estes resultados diferiram dos obtidos com tambaquis cultivados em tanques-rede por Gomes et al. (2006), que registraram que à medida em que a densidade aumentou a CA diminuiu.

Em relação aos formatos a CA foi mais elevada nos tanques-rede circulares, resultado semelhante ao observado por Barcellos et al. (2004) em estudo com jundiá, para o qual a CA nos tanques circulares foi maior (1,30) que nos tanques quadrados (0,80).

As conversões alimentares dos peixes nos tratamentos com diferentes frequências alimentares apresentaram valores distintos, sendo que na frequência de duas vezes ao dia (3,29) à obtida na frequência de três vezes ao dia (2,84). Chagas et al. (2007) ao testarem diferentes taxas de alimentação para tambaqui, com 1, 3 e 5% do peso vivo verificaram que a CA foi de 1,98, 4,86 e 7,07, respectivamente, ou seja, à medida em que a taxa de alimentação aumentou a CA também aumentou.

Os diferentes volumes testados (4 e 8 m<sup>3</sup>) propiciaram diferença na CA de *L. obtusidens*, pois uma CA mais baixa foi registrada nos tanques-rede de 4 m<sup>3</sup>, condição diferente da registrada pelo estudo de Gomes et al. (2004), no qual a CA foi maior nos tanque-rede de menor volume.

## **Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo concedida à primeira autora, e à Tractebel Energia e ao CNPq (Processo 475393/2010-4) pelo financiamento.

## **Referências Bibliográficas**

- APHA/ AWWA/ WPCF American Public Health Association, American Water Works Association & Water Pollution Control Federation. Métodos normalizados: para el análisis de aguas potables y residuales. Madrid: Diaz de Santos, 1992.
- Barcellos, L.J.G.; Kreutz, L.C.; Quevedo, R.M.; Fioreze, I.; Cericato, L.; Soso, A.B.; Fagundes, M.; Conrad, J.; Baldissera, R.K.; Bruschi, A.; Ritter, F. Nursery rearing of jundiá, *Rhamdia*

- quelen* (Quoy & Gaimard) in cages: Cage type, stocking density and stress response to confinement. *Aquaculture*, 232: 383–394, 2004.
- Beux, L.F.; Fracalossi, D.M.; Zaniboni Filho, E.; Nuñez, A.P.O.; Weingartener, M. Tecnologia de Produção de Peixes Nativos em Tanques-rede nos Reservatórios de Machadinho e Itá, rio Uruguai. In: Cyrino, J.E.P.; Scorvo Filho, J.D.; Sampaio, L.A.; Cavalli, R.O. Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aquicultura II. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. Jaboticabal, SP, Brasil, p. 53–67, 2008.
- Bittencourt, F.; Feiden, A.; Signor, A.A.; Boscolo, W.R.; Lorenz, E.K.; Maluf, M.L.F. Densidade de estocagem e parâmetros eritrocitários de pacus criados em tanques-rede. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.11, p.2323–2329, 2010.
- Boyd, C.E. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama: Birmingham Publishing, 1990.
- Brandão, F.R.; Gomes, L.C.; Chagas, E.C.; Araújo, L.D.; Silva, A.L.F. Densidade de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) na recria em tanques-rede. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.40, n.3, p.299–303, mar. 2005.
- Chagas, E.C.; Gomes, L.C.; Martins-Júnior, H.; Roubach, R. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.4, p.1109–1115, jul-ago, 2007.
- Dias-Júnior, W.; Mourgués-Schurter, L.R. Determinação do horário de fornecimento de ração e o tempo de alimentação da espécie *Leporinus obtusidens*, Valenciennes, 1847 (Osteichthies, Anostomidae). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.25, n.5, p.1043–1050, 2001.
- Furlaneto, F.P.B.; Ayroza, D.M.M.R.; Ayroza, L.M.S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis* spp.) em tanque-rede no médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/05. *Informações Econômicas*. São Paulo, v.36, n.3, 2006.
- Garavello, J.C.; Britski, A. Family Anostomidae (Headstanders). In: Reis, R.E.; Kullander, S.O.; Ferraris Jr. C.J. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 71–84, 2003.
- Golterman, H.L.; Clymo, R.S. & Ohnstad, M.A.M. Methods for chemical analysis of freshwaters. (IBP Handbook, n.8, 2nd ed.). Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978.

- Gomes, L.C.; Brandão, F.R.; Chagas, E.C.; Ferreira, M.F.B.; Lourenço, J.N.P. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade detambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. Revista Acta Amazonica, v.34(1): 111–113, 2004.
- Gomes, L.C.; Chagas, E.C.; Martins-Junior, H.; Roubach, R.; Ono, E.A.; Lourenço, J.N.P. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central AmazonFloodplainlake. Aquaculture, 253: 374–384, 2006.
- Keppeler, E.C. Correlações limnológicas em viveiros de cultivo do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*. Biotemas, 21(4): 65–72, dez. 2008.
- Koroleff, F. Determination of nutrients. In: Grasshoff, K., Ed. Methods of sea water analysis. Verlag. Chemie Weinheim, p. 117–181, 1976.
- Leonardo, A.F.; Correa, C.F.; Baccarin, A.E. Qualidade da água de um reservatório submetido à criação de tilápias em tanques-rede, no sul de São Paulo, Brasil. Boletim Instituto Pesca, São Paulo, 37(4): 341 – 354, 2011.
- Nunes, M.C. Ictiofauna associada ao cultivo de peixes em tanques-rede no reservatório da Usina Hidrelétrica de Itá, Alto Rio Uruguai, Brasil. 36 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Florianópolis, SC, 36 p. 2009.
- Ostrensky, A.; Boeger, W.A. Piscicultura: Fundamentos e técnicas de manejo. Livraria e Editora Agropecuária, Guaíba/RS, 211p., 1998.
- Piedras, S.R.N.; Moraes, P.R.R.; Pouey, J.L.O.F. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. Boletim Instituto de Pesca, São Paulo, 30(2): 177–182, 2004.
- Reynalte-Tataje, D.A.; Zaniboni Filho, E. Cultivo do gênero *Leporinus*. In: Baldisserotto, B.; Gomes, L.C. (Organizadores). Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: Ed. UFSM, p. 81–103, 2005.
- Scorvo Filho, J.D.; Romagosa, E.; Ayroza, L.M.S.; Frascá-Scorvo, C.M.D. Desempenho produtivo do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix&Agassiz, 1829), submetidos a diferentes densidades de estocagem em dois sistemas de criação: intensivo e semi-intensivo. Boletim Instituto Pesca, São Paulo, 34(2): 181–188, 2008.
- Silva, A.P.S.; Dias, H.C.T.; Bastos, R.K.X.; Silva, E. Qualidade da água do reservatório da usina hidrelétrica (UHE) de Peti, Minas

- Gerais. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.33, n.6, p. 1063–1069, 2009.
- Valderrama, J.C. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural Waters. *March Chem.*, v. 10, p. 1109–1122, 1981.
- Vazzoler, A.E.A. de M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM, 169 p., 1996.
- Weingartner, M.; Fracalossi, D.M.; Beux, L.F.; Nuñez, A.P.O.; Zaniboni-Filho, E. Desenvolvimento de tecnologia de cultivo para peixes nativos do Alto rio Uruguai. *In: Zaniboni-Filho, E.; Nuñez, A.P.O. Reservatório de Itá – Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna*. Florianópolis: Editora da UFSC, p. 257–306, 2008.
- Zaniboni-Filho, E.; Barbosa, N.D.C.; Torquato, V.C. Avaliação comparativa da eficiência do tanque-rede no cultivo de piau (*Leporinus friderici* Bloch, 1794) (Teleostei: Anostomidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 53(3): 435–442, 1993.
- Zaniboni Filho, E.; Nuñez, A.P.O.; Fracalossi, D.M.; Meurer, S.; Weingartner, M.; Reynalte-Tataje, D.A. *Ictiofauna do Alto Rio Uruguai: biologia, conservação e cultivo*. Florianópolis: UHE Itá. Tractebel, 131 p., 2002.
- Zaniboni Filho, E.; Schulz, U.H. Migratory fishes of the Uruguay River. *In: Carolsfeld, J.; Harvey, B.; Baer, A.; Ross, C. Migratory fishes of South America: biology, social importance and conservation status*. World Fisheries Trust, p. 124–156, 2003.



## Capítulo 2

Artigo a ser submetido para a revista Boletim Instituto Pesca

### **Projeção do custo e da rentabilidade da produção de piava, *Leporinus obtusidens*, em tanques-rede em um reservatório subtropical**

#### **Abstract**

The objective of this study was to analyze the costs of establishment and production of piava *Leporinus obtusidens* in the reservoir of Itá hydroelectric plant, located in the western state of Santa Catarina. The analysis was applied using five different models. Models 1 and 2 were estimated using cages of square shape and volume of  $4\text{m}^3$  and densities of 90 fish and  $120\text{ m}^3$ , respectively, and in models 3 and 4 the estimation were made using 125 or 250 cages of square shape and volume  $8\text{m}^3$ , and in model 5 circular- $4\text{m}^3$  cages with  $90\text{ fish/m}^3$  were used. Under the experimental conditions of cultivation of *Leporinus obtusidens* in cages in the reservoir of Itá hydroelectric plant, it was found that all models used in the cultivation were not economically viable. However, if the cultivation will achieve in the future the levels proposed in the deterministic analysis, it turns out that there would be economic attractiveness only in two of the models analyzed (2 and 3), varying between four and five times to return on investment.

Keywords: profitability, intensive fish farming, economic feasibility, cost of production.

## Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar os custos de implantação e produção de piavas, *Leporinus obtusidens*, no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, localizada na região oeste do estado de Santa Catarina. A análise foi aplicada utilizando-se cinco modelos diferentes, sendo que para os cálculos dos modelos 1 e 2 foram considerados tanques quadrados de  $4\text{m}^3$  e densidades de 90 e 120 peixes  $\text{m}^3$ , respectivamente; nos modelos 3 e 4 foram considerados tanques quadrados de  $8\text{m}^3$ , em número de 125 ou 250 e no modelo 5 foram considerados tanques-rede circulares com  $4\text{m}^3$  e densidade de 90 peixes  $\text{m}^3$ . Nas condições experimentais de cultivo de *Leporinus obtusidens* em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, constatou-se que em todos os modelos utilizados o cultivo não foi viável economicamente. No entanto, caso o cultivo venha a atingir no futuro os níveis propostos na análise determinista, verifica-se que haveria atratividade econômica somente em dois dos modelos analisados (2 e 3), variando entre quatro e cinco ciclos o tempo para o retorno do investimento.

Palavras chave: rentabilidade, piscicultura intensiva, viabilidade econômica, custo de produção.

## Introdução

O cultivo de peixes em tanques-rede vem se destacando na aquicultura por apresentar alta produtividade, fácil manejo e rápido retorno do investimento quando comparado com os sistemas convencionais da piscicultura (FURLANETO et al., 2006; ZANIBONI FILHO et al., 1993).

Segundo Scorvo Filho et al. (1999), o principal objetivo de um empreendimento aquícola é o lucro, e esse se dá empregando uma tecnologia de produção que proporciona produtividade ideal e que consequentemente reduz os custos de produção.

Nesse sentido, o custo de produção é uma importante ferramenta que auxilia os administradores na avaliação econômica das técnicas empregadas e que possibilita estabelecer uma maior eficiência nos rendimentos e custos menores (SCORVO FILHO et al., 2004).

O cultivo de peixes em tanques-rede apresenta algumas vantagens em relação aos sistemas convencionais praticados na aquicultura, como o aproveitamento de ambientes aquáticos já existentes, menor custo de implantação, maior produtividade e maior proteção contra predadores naturais (ONO e KUBITZA, 2003). Para esse sistema de cultivo, a determinação da densidade de estocagem é um dos fatores mais importantes a serem determinados, pois a mesma define a maximização do espaço ocupado pelos peixes para a otimização dos custos de produção deste pescado em relação ao investimento do empreendimento (AYROZA et al., 2011; SCORVO FILHO et al., 2008).

Ayroza et al. (2011) analisaram os custos e a rentabilidade na produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede na usina hidrelétrica de Chavantes (SP) e constataram que as maiores receitas líquidas, lucros operacionais e o melhor desempenho zootécnico foram alcançados com densidades de até 200 peixes m<sup>-3</sup>. Já Takahashi et al. (2004) constataram que a criação de piaçu, *Leporinus macrocephalus*, em viveiros de cimento tem um retorno do lucro muito longo, podendo chegar a 12 anos.

Silva (2008) analisou a viabilidade econômica de três espécies nativas, o jundiá, *Rhamdia quelen*, o curimba, *Prochilodus lineatus*, e o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, criadas em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itaipu (PR). Destas apenas o pacu apresentou atratividade econômica para o setor produtivo, sendo que as demais foram inviáveis economicamente.

Nos reservatórios das usinas hidrelétricas do rio Uruguai não existe a prática do cultivo de peixes em tanques-rede em escala comercial, sendo que um dos motivos é a baixa temperatura da água no período de inverno que pode chegar a uma média de 15°C (HERMES-SILVA et al. 2008). Entretanto, entre os meses de setembro e abril a temperatura se eleva, o que viabiliza a criação de peixes. Uma das alternativas para essa situação seria a criação de espécies de peixes da região, uma vez que as mesmas já estão adaptadas a essas condições climáticas.

Segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura, antes da ocupação da área o investidor deverá apresentar um EIA/RIMA (IN06 de maio/2004) juntamente com o pedido de uso da área requerida. Sendo apresentado este documento o órgão fará a abertura de licitação para a concessão do uso daquela área requerida pelo investidor, ou seja, o empresário tem o gasto com um estudo de impacto ambiental, que é bastante oneroso e ainda não tem a garantia de que aquela área será autorizada para seu empreendimento. A Figura 1 apresenta o fluxograma atual dos órgãos envolvidos na autorização de áreas aquícolas.

Neste contexto o presente estudo tem por objetivo avaliar o custo e a rentabilidade da produção de piavas, *Leporinus obtusidens*, em tanques-rede de diferentes densidades, volumes e formatos, no reservatório da usina hidrelétrica de Itá (SC).

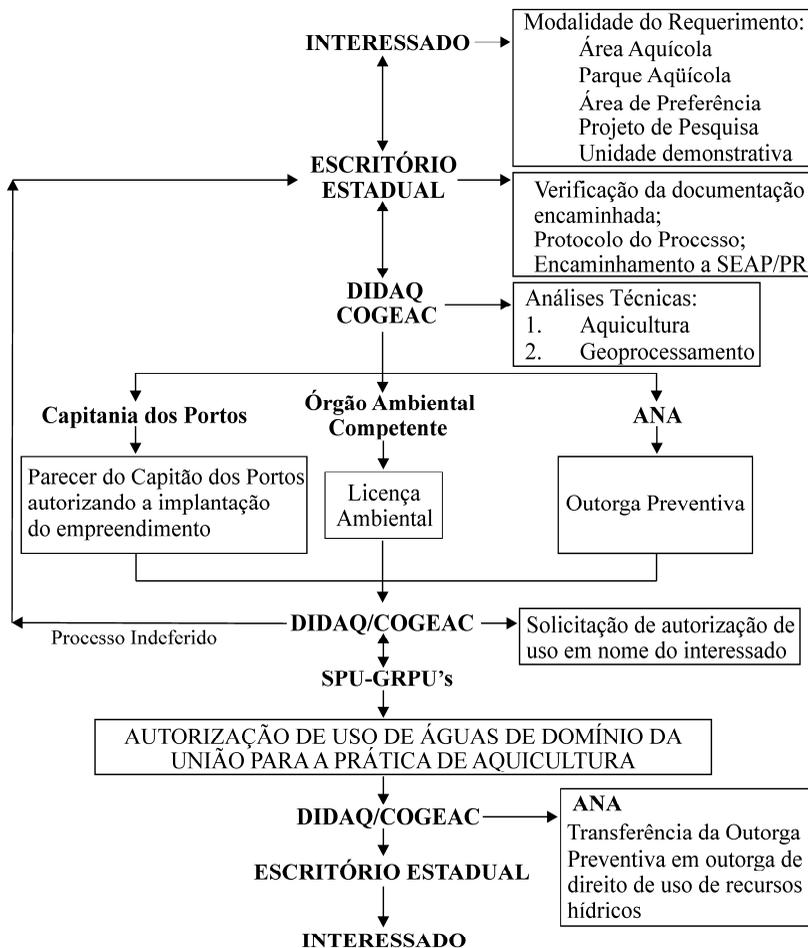


Figura 1. Fluxograma órgãos envolvidos na autorização de áreas aquícolas. Fonte: MPA-Florianópolis/SC (IN04-06-2).

## Materiais e métodos

No desenvolvimento desse trabalho foram utilizados dados técnicos obtidos de uma criação experimental conduzida no reservatório da Usina Hidrelétrica de Itá (27°16'57''S; 52°23'30''O) onde se buscou avaliar o crescimento de piavas, *Leporinus obtusidens*, submetidas a diferentes tratamentos. Neste sentido consideraremos os seguintes modelos e seus respectivos indicadores técnicos (Tabela 1):

Tabela 1. Indicadores técnicos nos distintos modelos analisados em situação determinista.

Descrição	Unidade	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Quantidade de tanques-rede	Unitário	250	250	250	125	250
Volume dos tanques-rede	m <sup>3</sup>	4	4	8	8	4
Formato dos tanques-rede	Tipo	Quadrado	Quadrado	Quadrado	Quadrado	Circular
Tamanho dos tanques-rede	m	2 x 2 x 1,2	2 x 2 x 1,2	2 x 2 x 2	2 x 2 x 2	1,76 x 1,85
Densidades de estocagem	m <sup>3</sup>	90	120	90	90	90
Alevinos estocados	Unitário	90.000	120.000	180.000	90.000	90.000
Peso médio final	kg	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Produção total	kg	43.200	57.600	86.400	43.200	43.200
Taxa de mortalidade *	%	20	20	20	20	20
Quantidade de ração	kg	82.000	109.000	163.500	82.000	82.000
Conversão alimentar	kg/ kg peixe	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Produtividade dos tanques-rede	kg/tanque-rede	172,8	230,4	345,6	345,6	172,8

\*Segundo Sulis-Costa, 2012.

Devido às baixas temperaturas do inverno na região Sul do Brasil, o crescimento dos peixes reduz drasticamente nos meses de maio a agosto, porém a partir de setembro as temperaturas começam a se elevar, assim como a velocidade de crescimento. Por essa razão foi considerado um ciclo de 8 meses como o tempo para criação, considerando-se que os tanques-rede devem ser povoados no mês de setembro e despescados em abril.

A criação está baseada em duas etapas, sendo que a primeira a alevinagem, onde os animais pesando em média 5g são criados em bolsões em altas densidades (400 peixes  $m^{-3}$ ) até atingir 100g, enquanto na etapa de engorda os peixes são distribuídos nas densidades especificadas e permanecem na unidade de criação até atingirem o peso comercial de 0,6 kg. A fase de alevinagem tem duração de 60 dias e a de engorda 180 dias.

A alimentação deve ser fornecida duas vezes ao dia (SULIS-COSTA, 2012), utilizando-se ração comercial extrusada com 36% de proteína bruta (PB) a uma taxa de 3,0% do peso vivo ao dia até que os animais atinjam 200 g, e a partir deste peso o teor de proteína da ração será reduzido para 32%, oferecida a uma taxa de 1,0% peso vivo.

A estimativa dos custos foi calculada para a produção em 1,0 ha de lâmina de água. Desse modo, segundo Furlaneto et al. (2010), considerando-se uma diluição de 1:10, onde para cada metro quadrado de tanque-rede são necessários 10  $m^2$  de lâmina de água, em todos os modelos propostos serão utilizados 250 tanques-rede, exceto o modelo 4 que ocupará a mesma área com 125 tanques e uma diluição de 1:20.

Na análise econômica foi utilizado método descrito por Ayroza et al. (2009), que leva em consideração os custos de implantação e de produção da criação de peixes em tanques-rede para o cálculo da receita bruta, do índice de lucratividade e do tempo para o retorno do capital para um ciclo.

## **Resultados e discussão**

As análises mostraram-se bastante onerosas para pequenos produtores o que acaba restringindo a atividade de cultivo em tanques-rede a empresários capitalizados ou a empreendimentos coletivos e/ou associativos.

### Custo de implantação

Os custos de implantação variaram conforme os modelos analisados (Tabela 2), sendo que o de menor custo foi obtido no Modelo 4 (R\$ 253.346,00) para o qual o número de tanques-redes foi menor que nos demais modelos. Em seguida os menores custo de implantação foram os dos Modelos 1 (R\$ 339.931,00) e 2 (R\$ 345.931,00). Os modelos com maiores custos foram o 3 (R\$ 392.691,00) e 5 (R\$ 397.181,00), pois neles o valor unitário dos tanques-rede foi mais caro que para os demais. Furlaneto et al. (2010) compararam o custo de implantação entre tanques-redes de 6m<sup>3</sup> e 18m<sup>3</sup> e concluíram que os tanques de menor volume apresentaram maior custo, visto que o número de tanques-rede adquiridos foi maior que o número de tanques-rede de maior volume. O mesmo pode ser observado neste estudo quando se compara o Modelo 4 com os demais.

O modelo 4 apresentou o menor investimento na implantação, pois nele somente foram utilizados 125 tanques-rede enquanto que nos demais modelos foram utilizados 250. As aquisições dos tanques-rede custaram em média de 60% dos custos totais de implantação (Figura 2), sendo que o mesmo foi observado por Campos et al. (2007). O único modelo no qual a compra dos tanques-rede custou 44% dos custos totais de implantação foi o Modelo 4.

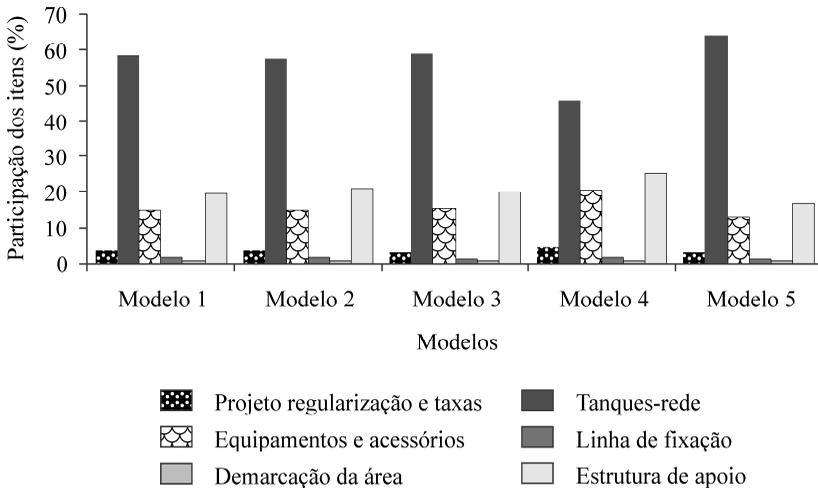


Figura 2. Porcentagem de participação dos itens que compõem os custos de implantação.

O custo do projeto e das taxas de regularização apresentam grande variações conforme a região de implantação (AYROZA et al. 2011; FURLANETO et al, 2010; SANCHES et al., 2008), sendo que no estado de Santa Catarina esse custo não está estabelecido. Desse modo determinou-se o valor de R\$12.300,00 para todos os modelos, acrescentando uma porcentagem de aproximadamente 70% do maior valor (R\$ 8.400,00) encontrado na literatura (FURLANETO et al., 2010).

Tabela 2. Custo de implantação de tanques-rede nos diferentes modelos analisados. Valores em reais.

Item ( <i>Depreciação</i> )	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Projeto regularização e taxas	12.300				
Tanques-rede ( <i>10 anos</i> )					
Quantidade	250	250	250	125	250
Valor unitário	800	800	930	930	1.025
Tanques-rede quadrado (4m <sup>3</sup> )	200.000	200.000			
Tanques-rede quadrado (8m <sup>3</sup> )			232.500	116.250	
Tanques-rede circular (4m <sup>3</sup> )					256.250
Equipamentos e acessórios					
Balança ( <i>10 anos</i> )	1.200				
Balde/Puçá ( <i>5 anos</i> )	560				
Barco ( <i>10 anos</i> )	3.600		7.200	3.600	
Motor de popa ( <i>10 anos</i> )	5.000	5.000	10.000	5.000	5.000
Caixa plástica ( <i>5 anos</i> )	120	120	180	180	120
Equipamentos de segurança (colete salva vidas, macacão, luvas e botas) ( <i>5 anos</i> )	1.920				
Instalações elétricas ( <i>10 anos</i> )	1.500				

*Continuação*

Instalações hidráulicas (10 anos)	1.000				
Kit análise química (5 anos)	900				
Microcomputador + impressora (10 anos)	1.800				
Oxímetro + peagômetro (10 anos)	2.000				
Sacola (3 anos)	100	100	200	150	100
Selecionador de peixes (5 anos)	500				
Veículo (10 anos)	30.000				
Outros equipamentos (10 anos)	1.501				
<i>Subtotal</i>	51.701	51.701	60.461	51.811	51.701
Linha de fixação (6 anos)					
Corda	3.420	3.420	3.420	2.850	3.420
Flutuadores	1.350	1.350	1.350	1.125	1.350
Alça de fixação	1.000				
Mão de obra	280				
<i>Subtotal</i>	6.050	6.050	6.050	5.255	6.050
Demarcação da área (6 anos)					
Corda	1.900				

*Continuação*

Boia	900				
Mão de obra	80				
<i>Subtotal</i>	2.880				
Estrutura de apoio					
Depósito de rações e escritório (20 anos)	26.000				
Trapiche (8 anos)	17.500				
Balsa (10 anos)	7.000				
Quantidade de bolsões de alevinagem (10 anos)	66	90	80	41	70
Valor unitário	250	250	350	350	250
Bolsões de alevinagem (4m <sup>3</sup> )	16.500	22.500			17.500
Bolsões de alevinagem (8m <sup>3</sup> )			28.000	14.350	
<i>Subtotal</i>	67.000	73.000	78.500	64.850	68.000

Custo Total de Implantação (R\$)	339.931,00	345.931,00	392.691,00	253.346,00	397.181,00
Depreciação (R\$)	34.645,16	35.245,16	39.950,50	25.951,33	40.370,16

### *Custo de produção*

Ao se analisar os custos operacionais observa-se que todos os modelos superaram os custos de implantação (Tabelas 2 e 3). Os principais itens responsáveis pelos custos de produção são: alimentação (34-40%), taxas e impostos (14 e 17% ), alevinos (11-12%) e mão de obra (8-12%). Podem ainda ser destacados os custos com a remuneração do empresário que oscilou entre 4 a 7% e a depreciação dos materiais que variou de 6 a 11% dos custos totais de produção de cada modelo (Figura 3). Campos et. al. (2007) ao quantificar os custos da produção de tilápias em 200 tanques-rede no estado de São Paulo identificaram que a alimentação respondia por 50,4% dos custos totais de produção, seguida pela mão de obra (15%) e alevinos (13,5%), dados semelhantes ao do atual estudo, excetuando-se os da alimentação.

### *Análise econômica*

Nos estudos deterministas, apresentados nas Tabelas 4 e 5, os peixes devem atingir o peso final ideal de 600 g em 8 meses de criação, o que ainda não foi possível de se atingir em condições reais. Nestes estudos deterministas, o preço de venda de R\$ 8,00/kg em alguns modelos foi suficiente para cobrir os custos com a produção (Tabela 4), no entanto observa-se que toda a análise é sensível ao preço de venda, pois com uma redução de 20% o empreendimento seria inviável em todos os modelos propostos (Tabela 5). Resultado semelhante foi observado por Campos et. al. (2007) que ao simular uma queda no preço de venda de 20% no cultivo de tilápias em tanques-rede obtiveram um cultivo não viável.

A análise econômica no estudo determinista mostrou que os Modelos 1 e 5 foram inviáveis economicamente, pois os mesmos apresentaram lucros e índice de lucratividade negativos. Para esses modelos o período de recuperação de capital é longo (10 e 11 ciclos de produção) quando comparado as demais modelos. O modelo que apresentou o maior índice de lucratividade (5,26%) foi o modelo 3, porém este apresentou um custo de implantação e produção de R\$ 1.047.542,84, sendo considerado muito elevado. Este mesmo modelo apresentou o menor tempo em relação ao tempo de recuperação do capital que foi de (3,67) 4 ciclos (Tabela 4). Furlaneto et. al. (2010) encontraram diferenças nos índices de lucratividade em tanques de 6 m<sup>3</sup> e 18 m<sup>3</sup>, sendo que os de menor volume sempre apresentaram os índices mais altos em relação aos de maior volume. Essa relação não foi constatada neste estudo, sendo que a diferença observada se deu em

função da produtividade. O modelo 2 apresentou lucro positivo (R\$ 8.536,72), índice de lucratividade de 1,85% e tempo de recuperação do capital investido de 5 ciclos de produção. O modelo 4 foi o modelo com menor investimento inicial (R\$ 616.129,81), no entanto o tempo de recuperação do capital investido é considerado longo (7 ciclos), sendo que o mesmo também apresentou lucro e índice de lucratividade negativo (Tabela 4).

Furlaneto et. al. (2010) observaram diferenças em relação a margem bruta, sendo que os tanques de menor volume apresentaram maiores valores em comparação com os de maior volume. Essa relação não foi observada no presente estudo, pois os modelos deterministas com as mesmas produções finais (1, 3 e 5) apresentaram os mesmos valores para margem bruta.

No entanto, nos cultivos experimentais com piavas no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, utilizando-se três tanques-rede para os mesmos modelos das situações deterministas, foi registrado que com 400 dias de experimento os peixes atingiram somente 200 g nos tanques-rede quadrados e 350 g nos tanques-rede circulares aos 460 dias de criação (Tabela 6), e nestas condições todos os modelos mostraram-se inviáveis economicamente (Tabela 7). Desse modo verifica-se que estudos complementares devem ser conduzidos para que a situação experimental de cultivo de piavas em tanques-rede se aproxime da condição de lucratividade mostrada pela análise determinista.

Tabela 3. Custos de produção por ciclo (variáveis e fixos) de piavas cultivadas em tanques-rede. Valores em reais.

Custos Variáveis					
Item	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Quantidade de Alevinos (unidade)	90.000	120.000	180.000	90.000	90.000
Custo total Alevinos	40.500,00	54.000,00	81.000,00	40.500,00	
Alimentação					
Ração 1 - 36% PB, 3,5% do peso vivo (R\$)	44.520,00	58.035,00	86.655,00	44.520,00	
Quantidade Ração 1 (kg)	28.000	36.500	54.500	28.000	
Ração 2 - 32% PB, 1,5% do peso vivo (R\$)	85.860,00	115.275,00	173.310,00	85.860,00	
Quantidade Ração 2 (kg)	54.000	72.500	109.000	54.000	
Mão de obra					
Permanente (salário + encargos)	36.960,00		73.920,00	36.960,00	
Número de funcionários	2		4	2	
Temporária (diárias)	1.200,00		2.000,00	1.200,00	
Número de diárias	30		50	30	
Manutenções	2.200,00				
Taxas e impostos	54.086,40	72.115,20	108.172,80	54.086,40	
Valor dos juros do empréstimo de custeio (10% a.a.)	12.604,17	15.225,83	22.015,28	13.007,50	13.679,72

## Continuação

Valor de arrendamento da área de apoio/ acesso	16.133,33				
Valor dos juros sobre o capital próprio (capital de giro)	-3.265,44	-3.384,46	-3.792,08	-2.862,11	-3.534,33
Outros custos (energia, combustível, acessoria técnica, etc)	12.520,00		14.920,00	12.520,00	
<i>Subtotal</i>	303.318,46	380.279,90	576.534,33	303.318,46	303.318,46

Custos Fixos					
Item	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Depreciação	35.927,04	36.549,24	41.428,67	26.911,53	41.863,86
Remuneração do empresário	24.000,00				
Remuneração do capital investido	10.575,25	10.761,91	12.216,62	7.881,59	12.356,30
Custo oportunidade da área de apoio/ acesso	672,22				
<i>Subtotal</i>	71.174,51	71.983,37	78.317,51	59.465,34	78.892,38

Custo Total de Produção (Fixos + variáveis)	374.492,97	452.263,27	654.851,84	362.783,80	382.210,84
--	------------	------------	------------	------------	------------

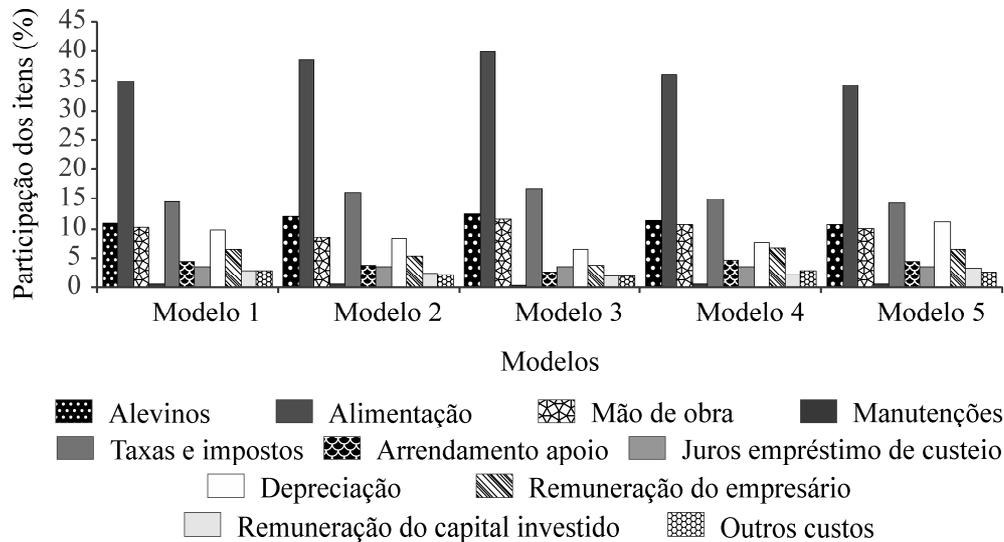


Figura 3. Porcentagem de participação dos itens do custo de produção.

Tabela 4. Indicadores econômicos dos diferentes modelos analisados em situação determinista, com preço de venda final de R\$ 8,00/kg.

Descrição	Unidade	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Receita Bruta	R\$	345.600,00	460.800,00	691.200,00	345.600,00	345.600,00
Preço de venda	R\$	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Custo Total (implantação+produção)	R\$	714.423,97	798.194,28	1.047.542,84	616.129,81	779.391,85
Lucro	R\$	-28.892,97	8.536,72	36.348,16	-17.183,81	-36.610,85
Retorno financeiro	R\$	39.016,10	77.135,63	110.873,59	39.419,43	38.747,21
Índice de lucratividade	%	-8,36	1,85	5,26	-4,97	-10,59
Ponto de nivelamento da produção	kg	46.812	56.533	81.856	45.348	47.776
Ponto de nivelamento do preço	R\$	8,67	7,85	7,58	8,40	8,85
Razão receita/custo	Unid.	0,92	1,02	1,06	0,95	0,9
Margem bruta	R\$	42.281,54	80.520,10	114.665,67	42.281,54	42.281,54
Período de recuperação do capital	Ciclos	9,03	4,65	3,67	6,66	10,63

Tabela 5. Indicadores econômicos dos diferentes modelos analisados em situação determinista, com preço de venda final de R\$ 6,40/Kg

Descrição	Unidade	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Receita Bruta	R\$	276.480,00	368.640,00	552.960,00	276.480,00	276.480,00
Preço de venda	R\$	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40
Custo Total (implantação+produção)	R\$	703.243,11	783.286,46	925.181,12	603.948,95	768.210,99
Lucro	R\$	-86.832,11	-68.715,46	-79.530,12	-75.122,95	-94.549,99
Retorno financeiro	R\$	-18.916,90	-97,16	-4.992,41	-18.513,56	-19.185,79
Índice de lucratividade	%	-31,41	-18,64	-14,38	-27,17	-34,2
Ponto de nivelamento da produção	kg	56.768	68.337	98.827	54.938	57.973
Ponto de nivelamento do preço	R\$	8,41	7,59	7,32	8,14	8,59
Razão receita/custo	Unid.	0,76	0,84	0,87	0,79	0,75
Margem bruta	R\$	-15.657,60	3.267,91	1.212,61	-15.657,60	-15.657,60
Período de recuperação do capital	Ciclos	-18,63	-3.692,16	-81,57	-14,19	-21,47

Tabela 6. Indicadores técnicos nos distintos modelos analisados em situação real.

Descrição	Unidade	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 5
Quantidade de tanques rede	Unitário	3	3	3	3
Volume dos tanques rede	m <sup>3</sup>	4	4	8	4
Tipo		Quadrado	Quadrado	Quadrado	Circular
Tamanho dos tanques rede	m	2 x 2 x 1,2	2 x 2 x 1,2	2 x 2 x 2	1,76 x 1,85
Densidades de estocagem	m <sup>3</sup>	90	120	90	90
Alevinos estocados	Unitário	1.080	1.440	2.160	1.080
Peso médio final	g	0,2	0,2	0,2	0,35
Produção total	kg	184	230	302	173
Taxa de mortalidade	%	15	20	30	20
Quantidade de ração	kg	434	627	1.030	1.747
Conversão alimentar	kg/ kg peixe	3,29	4,35	3,88	4,06
Produtividade dos tanques rede	kg/tanque- rede	46	57,5	75,5	43,25

Tabela 7. Indicadores econômicos dos diferentes modelos analisados com preço de venda final de R\$ 8,00/Kg, em situação real.

Descrição	Unidade	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 5
Receita Bruta	R\$	1.472,00	1.840,00	2.416,00	1.384,00
Preço de venda	R\$/kg	8,00	8,00	8,00	8,00
Custo Total (implantação+produção)	R\$	110.523,96	110.992,57	112.389,13	115.024,27
Lucro	R\$	-47.855,96	-47.956,57	-48.387,14	-51.769,27
Retorno financeiro	R\$	-41.028,94	-41.129,55	-41.519,67	-44.872,25
Índice de lucratividade	%	-3.251,08	-2.606,34	-2.002,78	-3.740,55
Ponto de nivelamento da produção	kg	6.166,00	6.225,00	6.350,00	6.644,00
Ponto de nivelamento do preço	R\$	268,09	216,51	168,22	307,24
Razão receita/custo	Unid.	0,03	0,04	0,05	0,03
Margem bruta	R\$	-41.028,94	-41.129,55	-41.519,67	-44.872,25
Período de recuperação do capital	Ciclos	-1,55	-1,54	-1,54	-1,43

## Conclusões

Nas condições experimentais de cultivo de *Leporinus obtusidens* em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, constatou-se que em todos os modelos utilizados o cultivo produziu resultados economicamente inviáveis. No entanto, caso o cultivo venha a atingir no futuro os níveis propostos na análise determinista, haveria atratividade econômica somente em dois dos modelos analisados (2 e 3), variando entre quatro e cinco ciclos o tempo para o retorno do investimento.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo concedida à primeira autora e à Tractebel Energia e CNPq (Processo 475393/2010-4) pelo financiamento.

## Referências Bibliográficas

- Ayroza, L.M.S.; Romagosa, E.; Ayroza, D.M.M.R.; Scorvo Filho, J.D.; Salles, F.A. Custos e rentabilidade da produção de juvenis de tilápia-do-nilo em tanques-rede utilizando diferentes densidade de estocagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.2, p. 231-239, 2011.
- Ayroza, L.M.S.; Casaca, J.M.; Martins, M.I.E.G. Planilha para cálculo do custo de produção de peixes em tanques-rede. *Fundag – Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola, Campinas (SP)*, 2009.
- Furlaneto, F.P.B.; Ayroza, D.M.M.R.; Ayroza, L.M.S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis* spp.) em tanque-rede no médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/05. *Informações Econômicas*. São Paulo, v.36, n.3, 2006.
- Hermes-Silva, S.; Guerreschi, R.M.; Craide, L.F.; Bez, M.F.; Sulis-Costa, R.; Zaniboni-Filho, E.; Nuñez, A.P.O. Comunidade zooplancônica e bentônica do Alto rio Uruguai: caracterização da área de influência da usina hidrelétrica de Itá. *In: Zaniboni-Filho, E.; Nuñez, A.P.O. Reservatório de Itá – Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna*. Florianópolis: Editora da UFSC, p. 109–126, 2008.

- Ono, E.; Kubitz, F. Cultivo de peixes em tanques-rede. 3. ed. Jundiá: ACQUA IMAGEM, 2003. 112 p.
- Scorvo Filho, J.D. Avaliação técnica e econômica das piscigranjas de 3 regiões do estado de São Paulo. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal, 120p., 1999.
- Scorvo Filho, J.D.; Martins, M.I.E.G.; Frasca-Scorvo, C.M.D. Instrumentos para análise da competitividade na piscicultura. p.517-533. In CYRINO, J. E. P., URBINATI, E.C., FRACALOSSO, D.M. e CASTAGNOLLI, N, editores. Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Jaboticabal, SP, 2004.
- Sanches, E.G.; Seckendorff, R.W.V.; Henriques, M.B.; Fagundes, L.; Sebastiani, E.F. Viabilidade econômica do cultivo de bijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistema offshore. Informações Econômicas, v.38, n.12, dez. 2008.
- Silva, J.R. Análise da viabilidade econômica da produção de peixes em tanques-rede no reservatório de Itaipu. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Santa Maria, RS, 147p. 2008.
- Sulis-Costa, R. Criação de piavas, *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1837), em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, rio Uruguai, Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Florianópolis, SC, 71 p. 2012
- Takahashi, L.S.; Gonçalves, F.D.; Abreu, J.S.; Martins, M.I.E.G.; Ferreira, A.C.M. Economic viability of the piaçu *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988) production. Scientia Agricola, Piracicaba, Brazil, v.61, n.2, p.228-233, 2004.
- Zaniboni-Filho, E.; Barbosa, N.D.C.; Torquato, V.C. Avaliação comparativa da eficiência do tanque-rede no cultivo de piaú (*Leporinus friderici*, Bloch, 1794) (Teleostei: Anostomidae). Revista Brasileira de Biologia, 53(3): 435-442. 1993.

## Considerações finais

Os resultados obtidos com as diferentes densidades testadas tanto nos tanques quadrados quanto nos circulares mostraram que, em relação ao crescimento de *Leporinus obtusidens*, mais estudos devem ser realizados, com densidades superiores a 120 peixes m<sup>-3</sup>.

Em relação ao volume dos tanques-rede, como os mesmos não produziram diferenças no crescimento das piavas pode-se sugerir que a criação dessa espécie seja realizada nos tanques-rede de maior volume, uma vez que neles obtém-se o dobro da produção por tanque com menor investimento de implantação, já que um menor número de tanques-rede de maior volume é necessário para se atingir a mesma produtividade obtida em tanques-rede de menor volume.

Nas condições experimentais de cultivo de *L. obtusidens* em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica de Itá, constatou-se que em todos os modelos utilizados o cultivo produziram resultados economicamente inviáveis.

Na região Sul do Brasil sugere-se que o cultivo de peixes em tanques-rede seja feito no período em que a temperatura da água está mais adequada para criação, que tem início em setembro e finaliza em abril. Com isso para que os peixes cheguem a um peso comercial ao final do cultivo sugere-se que os tanques-rede sejam povoados com peixes com peso próximo a 100 g. Para tanto, seria necessário criar os alevinos em tanques de terra no período de inverno, o que proporcionaria conforto térmico para o desenvolvimento dos peixes neste período e num segundo momento fazer a recria em tanques-rede.

Como observou-se na análise econômica os custos com a implantação e a produção dos cultivos de peixes em tanques-rede é oneroso para pequenos produtores, e desse modo, uma alternativa seria o associativismo ou cooperativismo, onde cada produtor teria uma parcela do empreendimento.

## Referências Bibliográficas da Introdução

- AYROZA, L.M.S. et al. Criação de tilápia-do-nylo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, na usina hidrelétrica de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR. 2009. Tese (Doutorado em Aquicultura). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal/SP, 2009.
- BEUX, L.F. et al. Tecnologia de Produção de Peixes Nativos em Tanques-rede nos Reservatórios de Machadinho e Itá, Rio Uruguai. In: Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura II. CYRINO, J.E.P. et al. (Eds). Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, p. 53-68, 2008.
- CONSÓRCIO ITÁ. Ficha técnica da usina hidrelétrica Itá. 2005. Disponível em: [http://www.consorcioita.com.br/a\\_usina.php](http://www.consorcioita.com.br/a_usina.php) - Acessado em fev de 2012.
- CONTE, L. Produtividade e economicidade da tilapicultura em gaiolas na região sudoeste do Estado de São Paulo: estudos de casos. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo, Piracicaba/SP, 2002.
- EPAGRI/CEPA. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina: 2009-2010. Florianópolis Epagri/Cepa. 315 p., 2010.
- FAO. Fisheries and Aquaculture Department. Producción de acuicultura por países y por divisiones de la CEIUAPA. Disponível em: [ftp://ftp.fao.org/FI/CDrom/CD\\_yearbook\\_2010/root/aquaculture/c0.pdf](ftp://ftp.fao.org/FI/CDrom/CD_yearbook_2010/root/aquaculture/c0.pdf) Acessado em 25 de julho de 2012.
- FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, D.M.M.R.; AYROZA, L.M.S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/05. Informações Econômicas. São Paulo, v.36, n.3, 2006.
- HARTZ, S.M. ; SILVEIRA, C.M. ; CARVALHO, S. ; VILLAMIL, C. Alimentação da piava, *Leporinus obtusidens* (Characiformes, Anostomidae), no Lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 6(1):145-150, 2000.

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico da pesca e aquicultura, 2009. Disponível em:

[http://www.sepaq.pa.gov.br/files/u1/anuario\\_da\\_pesca\\_completo.pdf](http://www.sepaq.pa.gov.br/files/u1/anuario_da_pesca_completo.pdf)

Acessado em abr de 2012.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes. Esalq-USP. Jundiaí. 97p., 1999.

LOVSHIN, L.L.; CYRINO, J.P. Status of commercial freshwater fish culture in Brazil. In: Simpósio sobre manejo e nutrição de peixes, 2. ESALQ, Piracicaba. Anais. p.1-17, 1998.

MEURER, S. Cultivo de Peixes – Os peixes de água doce. In: Fundamentos de Aquicultura. ARANA, L.V. Florianópolis: UFSC, p. 183-193, 2004.

POLI, C.R.; GRUMANN, A.; BORGHETTI, J.R. Situação atual da aquicultura na região Sul. In: Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável. VALENTI, W. C. et al. (Ed.). Brasília: CNPq, p. 323-351, 2000.

SANTOS, G.O. Aspectos importantes para a piscicultura do gênero *Leporinus* (Spix, 1829) – uma revisão. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 6 (1), p.151-156, 2000.

SILVA, J.R. Análise da viabilidade econômica da produção de peixes em tanques-rede no reservatório de Itaipu. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2008.

REYNALTE-TATAJE, D.A.; ZANIBONI FILHO, E. Cultivo do gênero *Leporinus*. In: Espécies nativas para piscicultura no Brasil. BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. Santa Maria: UFSM, p. 81-103, 2005.

ZANIBONI-FILHO, E.; BARBOSA, N.D.C.; TORQUATO, V.C. Avaliação comparativa da eficiência do tanque-rede no cultivo de piau (*Leporinus friderici* Bloch, 1794) (Teleostei: Anostomidae). Revista Brasileira de Biologia, 53(3): 435-442, 1993.

ZANIBONI-FILHO, E. Piscicultura das espécies nativas de água doce. In: POLI et al (org.). Aquicultura – Experiências brasileiras. Florianópolis/SC, Multitarefa, p. 337-368, 2004.

ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.P.O. (org.). Reservatório de Itá : estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna. In: ZANIBONI-FILHO, E NUÑER, A.P.O. (org.). Reservatório de Itá : estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna. Florianópolis: Ed. da UFSC/Tractebel Energia. 319 p., 2008.

ZAR, J.H. Biostatistical analysis. Third Edition. New Jersey: Prentice Hall, 662 p., 1996.