

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Dissertação

**SUBSTITUIÇÃO DA FARINHA DE PEIXE POR FONTES  
ALTERNATIVAS DE PROTEÍNA ANIMAL NO CULTIVO DE  
ALEVINOS DE PEIXE-REI (*Odontesthes bonariensis*)**

**Mauro Kaster Portelinha**

Pelotas, 2011

**SUBSTITUIÇÃO DA FARINHA DE PEIXE POR FONTES ALTERNATIVAS DE  
PROTEÍNA ANIMAL NO CULTIVO DE ALEVINOS DE PEIXE-REI (*Odontesthes  
bonariensis*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Produção Animal).

Orientador: Juvêncio Luis O. F. Pouey

Pelotas, 2011

Dados de catalogação na fonte:  
( Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744 )

P843s Portelinha, Mauro Kaster

Substituição da farinha de peixe por fontes alternativas de proteína animal no cultivo de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*). / Mauro Kaster Portelinha ; orientador Juvêncio Luis O.F.Pouey. - Pelotas,2011.-53f. ; il.- Dissertação ( Mestrado ) –Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel . Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.

1.Farinhas 2.Dieta 3.Peixe-rei 4.Fontes alternativas I  
Pouey, Juvêncio Luis O. F.(orientador) II .Título.

CDD 639.3084

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Juvêncio Luís Osório Fernandes Pouey (Presidente – UFPel)

Prof. Dr. Sérgio Renato Noguez Piedras (UFPel)

Prof. Dr. Paulo Rodinei Soares Lopes (UNIPAMPA)

Prof. Dr. Victor Fernando Büttow Roll (UFPel)

A Todas as Pessoas que de  
alguma forma contribuíram  
para que eu obtivesse êxito em  
minha jornada.

Dedico...

## **Agradecimentos**

À minha esposa, por estar presente em todos os momentos desta caminhada, por me dar força, energia e coragem para seguir em frente.

Aos meus filhos que são o fruto de um grande amor e foram o meu ponto de equilíbrio em toda jornada.

A minha mãe, meu pai e meus irmãos e todos os meus AMIGOS, pela confiança, incentivo, carinho.

Aos professores que dedicaram seu tempo e sua experiência a me passar seus conhecimentos contribuindo para o meu crescimento profissional, acadêmico e pessoal, demonstrados ao longo dos anos de convivência.

Aos colegas do laboratório de ictiologia, hoje presentes ou não no setor, agradeço pela disposição, amizade, responsabilidade, alegria e companheirismo. Sem a participação de vocês os obstáculos seriam mais difíceis de transpor.

Aos Professores e funcionário do Departamento de Zootecnia, por todo apoio moral, material e incentivo, para a realização deste trabalho.

À instituição UFPEL, pelo apoio através de seus laboratórios, equipamentos e disponibilidade de tempo tornou possível este momento.

A TODOS: MUITO OBRIGADO...

## Resumo

Portelinha, Mauro Kaster. **SUBSTITUIÇÃO DA FARINHA DE PEIXE POR FONTES ALTERNATIVAS DE PROTEÍNA ANIMAL NO CULTIVO DE ALEVINOS DE PEIXE-REI (*Odontesthes bonariensis*)**. 53 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O peixe-rei do gênero *Odontesthes* é nativo do sul do Brasil onde representam importante fonte de renda para pesca artesanal da região e têm sido objeto de estudos para aproveitamento em cultivo intensivo. Estudos viabilizam a produção de alevinos e recomendam dietas com teores entre 45 e 50% de proteína bruta, sendo que 30% do total da proteína devem ser originadas da farinha de peixe. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de alevinos de peixe-rei, alimentados com outras fontes de proteína animal, em substituição a farinha de peixe, viabilizando novas alternativas na formulação e desenvolvimento de dietas para peixes. O experimento foi realizado no laboratório de Ictiologia do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. As unidades experimentais foram constituídas de 39 aquários de 50 litros cada um. Cada aquário recebeu cinco alevinos de peixe-rei, medindo  $8,02 \pm 0,28$  cm de comprimento total e peso médio de  $3,30 \pm 0,58$  g. As dietas experimentais foram formuladas com auxílio do software Super Crac®, contendo no mínimo 30% de farinha de origem animal (peixe, minhoca, vísceras de aves ou sangue bovino). A taxa de alimentação foi de 5% da biomassa/dia. O delineamento experimental foi completamente ao acaso, com treze (13) tratamentos e três repetições por tratamento, onde a farinha de peixe foi substituída por farinha de sangue bovino, farinha de vísceras de aves e farinha de minhoca, em níveis de 25, 50, 75 e 100%, e comparadas a um controle, onde a única fonte de proteína animal foi a farinha de peixe. As variáveis ambientais temperatura, oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade e amônia total não apresentaram variações significativas. Os níveis ótimos de substituição da farinha de peixe por proteína alternativa foram de 56% para a farinha de vísceras, 50% para farinha de sangue e 19,7% para farinha de minhoca. Os resultados demonstram a viabilidade de substituição parcial da farinha de peixe, por fontes alternativas de proteína animal oriunda de resíduos de animais terrestres, na dieta de peixe-rei.

Palavras chaves: Farinhas, Dieta, Peixe-rei, Fontes alternativas.

## Abstract

Portelinha, Mauro Kaster. **SUBSTITUTION OF FISH MEAL BY ALTERNATIVE SOURCES OF ANIMAL PROTEIN IN THE GROWING OF PEIXE-REI (*Odontesthes bonariensis*) FINGERLINGS**. 53p. Master Thesis. Animal Science Graduation Program. Federal University of Pelotas, Pelotas.

Peixe-rei fish of the gender *Odontesthes* are native in southern Brazil, being an important income source for regional handicraft fishing and has been object of studies for utilization in intensive cultivation. Studies show that fingerlings production are feasible and recommend diets with crude protein levels between 45 and 50%, with 30% of total protein should be originated from fish meal. The objective of this study was to evaluate the performance of peixe-rei fingerlings, fed with other sources of animal protein, in substitution of fish meal, allowing new alternatives in the formulation and development of diets for regional fish species. The experiment was conducted in the Ictiology Laboratory, Animal Science Department, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel. Experimental units were consisted of 39 water tanks with capacity of 50 liters each. Each aquarium received five peixe-rei fingerlings, measuring 8.02 +/- 0.28 cm of total length and average weight of 3,30 +/- 0,58 g. Environment variables as temperature, dissolved oxygen, pH, alkalinity and total ammonia did not show significant variations. Experimental diets were formulated using the software Super Crac, containing a minimum of 30% of animal meal (fish, earth worms, chicken guts or bovine blood). The rate of feeding was of 5% of biomass/day. Experimental design was entirely randomized, with twelve (12) treatments and three replications, where fish meal was replaced by bovine blood meal, chicken guts meal and earth worm meal at levels of 25, 50, 75 and 100% and compared to a control treatment, where the only source of animal protein was fish meal. Results of weight gain show that chicken guts meal is a good substitute for fish meal in the diet of peixe-rei; the use 56% of gut meal and 44% of fish meal presented the highest weight gain. Blood meal substitutes satisfactorily the fish meal up to a level of 50%. Earth worm meal included as substitute of fish meal up to level of 19.7% favored the weight gain of animals. The results show the feasibility of partial replacement of fish meal by alternative sources of animal protein originating from animal residues, in the diet of peixe-rei.

Key Words: Meals, diet, peixe-rei, alternative sources

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Unidades experimentais.....	27
Figura 2 – Oxímetro digital que mede o oxigênio e a temperatura.....	31
Figura 3 – Kit de observação das variáveis pH, alcalinidade e amônia.....	31
Figura 4 – Ganho de peso de alevinos de peixe-rei ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ), quando a farinha de peixe é substituída (%) pela farinha de sangue.....	34
Figura 5 – Comprimento total e parcial de alevinos de peixe-rei ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ) alimentados com diferentes níveis de farinha de sangue em substituição a farinha de peixe .....	34
Figura 6 – Ganho de peso de alevinos de peixe-rei ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ), quando a farinha de peixe é substituída (%) pela farinha de vísceras de aves.....	37
Figura 7 – Comprimento total e parcial de alevinos de peixe-rei ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ) alimentados com diferentes níveis de farinha de vísceras de aves em substituição a farinha de peixe.....	37
Figura 8 – Extrato etéreo corporal de alevinos de peixe-rei ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ) alimentados com diferentes níveis de farinha de vísceras de aves em substituição a farinha de peixe.....	39
Figura 9 – Ganho de peso de alevinos de peixe-rei ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ), quando a farinha de peixe é substituída (%) pela farinha de minhoca.....	40
Figura 10 – Comprimento total e parcial de alevinos de peixe-rei ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ) alimentados com diferentes níveis de farinha de minhoca em substituição a farinha de minhoca.....	41
Figura 11 – Extrato etéreo corporal de alevinos de peixe-rei ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ) alimentados com diferentes níveis de farinha minhoca em substituição a farinha de peixe.....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Significado dos valores da Alcalinidade (mg CaCO <sub>3</sub> /L) no viveiro. ....	25
Tabela 2 – Dietas experimentais utilizadas na alimentação de alevinos de peixe-rei ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ) .....	29
Tabela 3 – Desempenho produtivo de alevinos de peixe-rei ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ) alimentados com diferentes níveis de farinha de sangue em substituição a farinha de peixe, médias seguidas do desvio padrão.....	33
Tabela 4 – Composição química corporal de alevinos de peixe-rei ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ) alimentados com diferentes níveis de farinha de sangue em substituição a farinha de peixe.....	36
Tabela 5 - Desempenho produtivo de alevinos de peixe-rei ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ) alimentados com diferentes níveis de farinha de vísceras de aves em substituição a farinha de peixe, médias seguidas do desvio padrão.....	36
Tabela 6 – Composição química corporal de alevinos de peixe-rei ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ) alimentados com diferentes níveis de farinha de vísceras de aves em substituição a farinha de peixe.....	38
Tabela 7 - Desempenho produtivo de alevinos de peixe-rei ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ) alimentados com diferentes níveis de farinha de minhoca em substituição a farinha de peixe, médias seguidas do desvio padrão.....	40
Tabela 8 – Composição química corporal de alevinos de peixe-rei ( <i>Odontesthes bonariensis</i> ) alimentados com diferentes níveis de farinha de minhoca em substituição a farinha de peixe. ....	41

## SUMÁRIO

1	Introdução .....	10
2	Revisão Bibliográfica.....	12
2.1	O peixe-rei .....	12
2.2	Demanda mundial de farinha de peixe.....	13
2.3	Fontes alternativas para substituição da farinha de peixe .....	14
2.3.1	Farinha de vísceras de aves .....	15
2.3.2	Farinha de sangue .....	16
2.3.3	Farinha de minhoca .....	20
2.4	Qualidade da água para piscicultura.....	22
2.4.1	Temperatura .....	23
2.4.2	Oxigênio (O <sub>2</sub> ) .....	23
2.4.3	pH .....	25
2.4.4	Alcalinidade.....	25
2.4.5	Amônia (NH <sub>3</sub> ).....	25
3	Material e Métodos.....	27
3.1	Variáveis de desempenho.....	30
3.2	Composição química corporal.....	30
3.3	Controle da qualidade da água .....	30
3.4	Análise estatística .....	32
4	Resultados e Discussão.....	33
4.1	Substituição da farinha de peixe pela farinha de sangue.....	33
4.2	Substituição da farinha de peixes pela farinha de vísceras de aves.....	36
4.3	Substituição da farinha de peixe pela farinha de minhoca.....	39
5	Conclusões .....	43
6	Referências Bibliográficas.....	44

## 1 Introdução

Por ser fonte de diversos aminoácidos essenciais e apresentar elevada digestibilidade por um grande número de espécies, a farinha de peixe é um dos principais ingredientes usados na produção de rações de peixes, suínos e aves, o que resulta numa crescente demanda e conseqüente aumento de seu valor econômico. O aumento da demanda por farinha de peixe pela aquicultura, cuja produção em 2003 foi de 19,5 milhões de toneladas, e para 2010 é estimada em 37 milhões de toneladas, começa a ser criticado, com a justificativa de que o uso de farinha de peixe oriunda da pesca extrativista, para alimentar peixes cultivados é ineficiente e ambientalmente insustentável, pois são necessários 6 quilos de peixe não cultivado para produzir um quilo de peixe cultivado (HARDY, 2006). Já os defensores do uso da farinha de peixe como principal fonte de proteína na dieta de organismos aquáticos (MILES e CHAPMAN, 2006), alegam que as altas produtividades dos cultivos aquáticos devem-se à qualidade da farinha de peixe, que proporciona todos os aminoácidos, lipídeos e minerais essenciais aos organismos aquáticos. Os mesmo autores recomendam o monitoramento das populações naturais como forma de evitar a excessiva exploração dos estoques destinados a produção de farinha de peixe.

Vários estudos mostram a viabilidade de redução parcial ou total da farinha de peixe na dieta de peixes cultivados, sendo as fontes de proteína animal mais estudadas, a farinha de vísceras de frango (SIGNOR *et al.*, 2007), a farinha de carne/ossos (PEZZATO, 1996), a farinha de minhoca (FERRUZI, 2001) e farinha de sangue (BARROS *et al.*, 2004), aliado a isto, o Rio Grande do Sul é um grande

produtor de diversos tipos de insumos (farinha de vísceras, sangue e osso), que por restrição dos mercados internacionais, não devem ser utilizados na composição de rações para animais terrestres criados para alimentação humana, mas que podem ser utilizados como fonte alternativa a farinha de peixe na dieta de peixes cultivados (PADILHA et al., 2005).

Os peixes-rei do gênero *Odontesthes* são nativos do sul do Brasil com ocorrência registrada para o Rio Grande do Sul, Uruguai e Argentina (BEMVENUTI, 1995), representam importante fonte de renda para pesca artesanal da região e têm sido objeto de estudos com vistas ao seu aproveitamento para cultivo intensivo (STRÜSSMANN et al., 1993). Vários estudos (GÓMEZ ALFARO et al., 2004; PIEDRAS e POUEY, 2004) viabilizam a produção de alevinos e recomendam dietas com teores entre 45 e 50% de proteína bruta, sendo que 30% do total da proteína devem ser originadas da farinha de peixe.

Portanto, o conhecimento da resposta de alevinos de peixe-rei, alimentados com outras fontes de proteína animal, em substituição a farinha de peixe, poderá viabilizar novas alternativas na formulação e desenvolvimento de dietas para espécies de peixes regionais.

## 2 Revisão Bibliográfica

### 2.1 O peixe-rei

O peixe-rei (*O. bonariensis*) pertence à família Atherinopsidae e sua primeira descrição deve-se a Cuvier e Valenciennes (1835), sendo a ocorrência da família citada para zonas tropical e temperada, em águas doces, marinhas e estuarinas dos cinco continentes (BUEN, 1953).

Os peixes desta espécie são de pequeno a médio porte, ágeis e nadadores velozes, apresentam uma larga banda lateral prateada característica e uma carne saborosa. Estas qualidades proporcionaram a criação de um capítulo especial dentro da piscicultura, a Atherinicultura, que se difundiu na América do Sul e para diversos países de outros continentes, como Japão, França, Itália e Israel, entre outros (BONETTO e CASTELLO, 1985).

A família Atherinopsidae, de origem marinha, tem a capacidade de invadir e colonizar ambientes estuarinos e límnicos. Provavelmente esta foi à origem das espécies de peixe-rei encontradas nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, desde a Lagoa de Itapeva, na região norte, até as Lagoas, Mirim e Mangueira no sul. Bemvenuti (1995), citando Evermann e Kendall (1906) sugere que as espécies do gênero *Odontesthes* são restritas ao extremo sul da América do Sul, em ambientes estuários, de mar e água doce.

Para a zona sul do Rio Grande do Sul, Lagoas Mangueira e Mirim, os registros da família Atherinopsidae, devem-se a Prodohl e Levy (1989), que catalogou para a Lagoa Mangueira três espécies: *O. humenis*, *O. bonariensis* e *Yaci retropinnis*. Registros na Estação Ecológica do Taim, que abrange áreas das Lagoas Mirim e Mangueira foram feitos para as espécies: *O. bonariensis*, *O.*

*humensis* e *O. retropinnis* (GROSSER et al., 1994). Bemvenuti (1995) registra uma nova espécie *O. mirinensis*, anteriormente considerada como *O. perugiae*.

Na Bacia da Lagoa Mirim, o peixe-rei mais comum é *O. bonariensis*, vulgarmente conhecido como “bicudo”, apresentando corpo alto, grosso e relativamente curto, com marcada curva ventral, cabeça comprida com extremidade proeminente e ligeiramente convexa para cima e boca excessivamente protactil (DE BUEN, 1953).

Esta espécie tem sido estudada em vários de seus aspectos e por diversos autores, dentre os quais se destacam: Mac Donagh (1928), Ringuet (1942), Kleerekoper (1945), De Buen (1953), Boschi e Fuster de Plaza (1959), Ringuet (1964), Calvo e Dadone (1972), Paiva e Scheffer (1978), Ringuet et al. (1980), Strussmann (1989), Sampaio e Phonlor (1996), Piedras e Pouey (2000), Miranda et al. (2006), Tzuzuki et al. (2000; 2001; 2007) e Piedras et al. (2009).

O interesse pelo cultivo de espécies de peixes nativos tem levado a um aumento nas pesquisas com relação ao manejo, à profilaxia e à nutrição adequada desses organismos. Entre estas pesquisas, à nutrição têm grande importância no cultivo de peixes nativos em cativeiro, em que se busca o maior desempenho dos animais em curto intervalo de tempo e baixo custo.

## **2.2 Demanda mundial de farinha de peixe**

Anualmente são produzidas de 5 a 7 milhões de toneladas de farinha de peixes em todo o mundo, sendo que deste total 60% são utilizadas na composição de rações para aquicultura, e o restante é consumido em rações de aves, suínos e pequenos animais. Para produção deste volume de farinha de peixe, são extraídos da natureza cerca de 28 milhões de toneladas de pescado *in natura*, o que equivale a 30% de toda a produção pesqueira mundial, que é de cerca de 92 milhões de toneladas (FAO, 2008).

O aumento da demanda por farinha de peixe pela aquicultura começa a ser criticado, com a justificativa de que o uso de farinha de peixe oriunda da pesca

extrativista, para alimentar peixes cultivados é ineficiente e ambientalmente insustentável. (HARDY, 2006).

Diante deste contexto de dependência da aquicultura em relação à farinha de peixe, e esta por sua vez ser dependente das capturas e como consequência o seu fornecimento e preço podem sofrer grandes variações sazonais, tem levado a busca por alternativas que possibilitem a substituição parcial ou total da farinha de peixe da dieta de organismos aquáticos cultivados (FARIA et al, 2001).

### **2.3 Fontes alternativas para substituição da farinha de peixe**

O conhecimento do coeficiente de digestibilidade dos alimentos permite a formulação de rações que melhor atendam as exigências nutricionais, evitando tanto a sobrecarga fisiológica quanto a ambiental. Destaca-se, ainda, a possibilidade da utilização de diversos alimentos alternativos os quais permitem cada vez mais a aproximação do ótimo biológico ao ótimo econômico.

Com a difusão da aquicultura, a demanda por rações, para peixes e por seu principal ingrediente protéico, a farinha de peixe, está em franca expansão. A limitação do suprimento da farinha de peixe, decorrente da crescente demanda, gera a necessidade de se pesquisar fontes de proteína alternativas de boa qualidade nutricional (EL-SAYED, 1999). O estudo de alimentos alternativos visa dar subsídios para a produção de rações, que, além de mais baratas e de mesma qualidade nutricional, proporcionem desempenho produtivo semelhante ao daquelas formuladas com alimentos convencionais (BOSCOLO et al.,2002; MEURER et al., 2003).

Os alimentos protéicos representam a maior proporção dos custos das rações utilizadas em sistemas de cultivo intensivo e semi-intensivo, pois são exigidas em grande quantidade na formulação das rações para peixes, por isso a necessidade de avaliar os resíduos industriais como fonte de proteína (MEURER, 2002).

Dentro do aspecto geral de produção animal, um dos itens importantes a ser considerado, para a fabricação de rações é a qualidade das matérias-primas. A

premissa máxima na fabricação de rações certamente é que, não podem ser fabricadas rações com ingredientes de má qualidade, ou seja, um ingrediente ruim gera uma ração de má qualidade na relação direta de sua participação na fórmula, independentemente de quaisquer outros fatores da produção. Portanto, a qualidade dos ingredientes é o primeiro e mais importante item para obedecer na produção de rações e para alcançá-lo, é preciso conhecer os ingredientes. Evidentemente que há necessidade de manter também um controle durante e após a fabricação de rações.

Em relação à qualidade da farinha de peixe produzida no Brasil, Teixeira et al. (2006) afirmam que, por ser elaborada a partir de resíduos da indústria de processamento pesqueiro, resulta em um produto de baixa qualidade e com características nutricionais diferentes a cada partida. Neste sentido, Millamena (2002) sugere o desenvolvimento de pesquisas que busquem a substituição da farinha de peixe por fontes alternativas de proteína animal oriunda de animais terrestres.

### **2.3.1 Farinha de vísceras de aves**

Farinha de vísceras aves (FV): é o produto resultante da cocção, prensagem e moagem de vísceras de aves, sendo permitida a inclusão de cabeças e pés. Não deve conter penas, exceto aquelas que podem ocorrer não intencionalmente, e nem resíduos de incubatórios e de outras matérias estranhas à sua composição. Não deve apresentar contaminação com casca de ovo (BELLAYER, 2005). De acordo com a Farmland (2001), na FV permite-se a inclusão de todas as partes resultantes do abate, inclusive ovos não desenvolvidos. A proteína varia de 55 a 65% e sua cor é dourada a marrom, com densidade de 545 a 593 kg/m<sup>3</sup>.

As fontes protéicas de origem animal são muito utilizadas em rações para animais, sejam elas resíduos de abatedouros ou produzidas a partir de organismos inteiros. A farinha de vísceras de aves (FV) é um subproduto da indústria abatedoura de aves que vem sendo muito utilizada na fabricação de rações. A FV é um alimento deficiente em metionina, lisina e triptofano (EL SAYED, 1999; FARIA et al., 2002) e o teor protéico da FV pode ser comparado ao teor protéico da farinha de peixe (FP). De acordo com Meurer et al. (2003), a FV e a FP apresentam 58,1 e 58,5% de proteína bruta (PB) e para Pezzato et al. (2002) a FV apresentou 59,7% e a FP

57,6% de PB. No entanto, Gonçalves & Carneiro (2003) relatam que esta diferença no teor protéico é ainda maior e relatam que a FV apresenta 58,6% e a FP 53,9% de PB. Faria et al. (2002) observaram resultados significativos para o ganho de peso de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com FV na ração, ocorrendo melhora linear em relação ao nível de inclusão de FV, obtendo melhores resultados para o tratamento com 20%.

Signor et al. (2007), avaliando a FV sobre o desempenho dos alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), observaram aumento linear no ganho de peso dos animais com a inclusão de FV de 0 a 20%.

Para a tilápia do Nilo, a farinha de vísceras possui coeficiente de digestibilidade aparente de 82,03 e 72,09%, respectivamente para a proteína e energia bruta, com valores de 47,65% de proteína digestível e 3.651 kcalED/kg, apresentando bom potencial para ser utilizada na formulação de rações para tilápias (MEURER et al., 2003). A proteína da farinha de vísceras é deficiente nos aminoácidos treonina, fenilalanina e lisina e não deve ser incluída em rações, em níveis acima de 20% (KUBITZA, 1997).

### **2.3.2 Farinha de sangue**

Farinha de sangue (*FS*): é o produto resultante do processo de cozimento e secagem do sangue fresco. A farinha de sangue convencional é produzida de sangue fresco, sem cerdas, urina e conteúdo digestivo, exceto em quantidades que podem ser admitidas nas boas práticas de processamento. A umidade é removida no cozimento convencional e a secagem em secadores rotatórios. O produto obtido é vermelho escuro tendendo a preto, insolúvel em água. O método de secagem do sangue é provavelmente o fator que mais contribui para a qualidade. Temperaturas mantidas altas no processamento do sangue produzem complexos com a lisina que é indisponível aos animais. É um produto que apresenta problemas de palatabilidade se usado em grandes quantidades. Sua densidade é de 609 kg/m<sup>3</sup> (BELLAVAR 2005).

Farinha de sangue "*flash dried*" (*FSFD*): é o produto resultante do sangue fresco e limpo, sem contaminantes a não ser aqueles involuntários obtidos dentro

das boas praticas de abate. A água será removida por processo mecânico ou condensada por cocção até um estado semi-sólido. A massa semi-sólida será transferida para um secador rápido para remover a umidade restante (BELLAYER, 2005). Já a Farinha de sangue “*spray dried*” (FSSD) a umidade será removida por evaporação em baixa temperatura sob vácuo até que tenha aproximadamente 30% de sólidos. Essa massa será então passada na forma de *spray* em um equipamento com corrente de ar quente para reduzir a umidade até no máximo de 8 % e com a FSSD com 85 % de proteína bruta (BELLAYER, 2005).

No Brasil o abate de animais até o terceiro trimestre de 2010 foi de 5.287.120 toneladas de bovinos, 2.283.943 toneladas de suínos e 7.985.437 toneladas de frangos (IBGE/DPE/COAGRO, 2010). Considerando-se a volemia média do bovino adulto, do suíno (KANTEK & PACHALY, 1994) e do frango (MACARI & LUQUETI, 2002), a produção de sangue no mesmo ano foi de, aproximadamente, 1.001.577 toneladas, o que torna o sangue relevante fonte de proteínas para o abastecimento da crescente demanda por parte das fábricas de alimentos. O sangue é um subproduto considerado de baixo custo e com baixa demanda para alimentação humana e, se processado adequadamente, apresenta elevado nível de aminoácidos e não tem problemas de palatibilidade (BUTOLO, 2002).

O sangue é um tecido com 83% de umidade e 14% de nitrogênio na sua matéria seca. As proteínas hemoglobina, albumina e globulinas representam, respectivamente, 59, 16 e 13% do nitrogênio total, dando origem a um produto com mais de 800g de proteína e 90g de lisina por quilograma de matéria seca (FELDMAN et al., 2000). O alto conteúdo de umidade, e a elevada quantidade da maioria dos aminoácidos essenciais, fazem o sangue ser altamente susceptível à deterioração por enzimas endógenas e putrefação microbiana, razão pela qual tem que ser processado antes de ser incorporado na dieta animal (CLARK et al., 1987). O produto resultante do processamento é denominado farinha de sangue, a qual é categorizada de acordo com o método de processamento, podendo-se destacar a farinha de sangue convencional ou *vat-drier* (FSC), a farinha de sangue por tambor ou *drum-drier* ou *roller-drier* (FST), e a farinha de sangue atomizada ou *spray-drier* (FSA).

A farinha de sangue é considerada de baixa qualidade devido ao desequilíbrio dos aminoácidos que apresenta (HEGEDUS et al., 1990); mesmo que esse problema possa ser superado pelo enriquecimento com aminoácidos sintéticos, não se pode corrigir o excesso relativo de outros aminoácidos essenciais.

A composição em aminoácidos das farinhas de sangue obtidas pelos diferentes métodos de processamento é muito similar entre elas e igual à do produto original, sendo uma excelente fonte de lisina (DOTY, 1972). No entanto, a digestibilidade da lisina e outros aminoácidos essenciais, quando determinada por bioensaios, diferem amplamente entre as farinhas obtidas nos diferentes processamentos (OCKERMAN & HANSEN, 1988). Mesmo com essas variações, este subproduto tem sido utilizado durante décadas (GRAU & ALQUIMIST, 1944; WILDER et al., 1955), na alimentação de suínos e aves, nos quais a lisina é o primeiro e segundo aminoácido limitante, respectivamente, em rações a base de milho e farelo de soja (SEERLEY, 1991).

A melhoria nos processos de fabricação tem ajudado a aumentar o seu uso, por apresentar melhor uniformidade do produto e alta digestibilidade, principalmente das farinhas de sangue atomizadas (FSA) e de tambor (FST).

A exposição de uma matéria-prima rica em proteínas a temperaturas moderadas pode ser benéfica para o valor nutricional da proteína, uma vez que cadeias de aminoácidos mais expostos são, com freqüência, rapidamente digeridas, comparadas com as proteínas nativas (CAMIRE, 1991). No entanto, muitas variáveis afetam química e fisicamente as interações entre os nutrientes nos alimentos, como as variações na temperatura e duração do processamento, a concentração e as características dos nutrientes, a atividade de água, o tempo e a temperatura de estocagem, assim como o pH (SWAISGOOD & CATIGNANI, 1991); conseqüentemente, é complexo estimar a qualidade nutricional dos alimentos submetidos a todos esses efeitos.

Dependendo da fonte de proteína, a desnaturação pelo calor ocorre a temperaturas de 25 a 100°C (HULTIN, 1986). A desnaturação ocorre pela perda das estruturas quaternária, terciária e secundária da proteína, enquanto a estrutura primária permanece intacta (PAPADOPOULOS, 1989).

As diferenças no processo industrial de obtenção da farinha, portanto, influenciam a qualidade do produto e explicam as contradições no desempenho animal quando as farinhas de sangue são incluídas na dieta (WALTZ et al., 1989).

Sampaio et al. (2001), avaliando a digestibilidade em tilápias do Nilo, determinaram, na FSA e na FST, respectivamente, os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca em 82,47% e 53,36%, proteína bruta em 97,33% e 50,69%, extrato etéreo em 52,22% e 89,36% e energia bruta em 74,97% e 57,97%. Os autores concluíram que a farinha de sangue atomizada apresenta-se como ótima fonte protéica para esta espécie, enquanto que a farinha de sangue de tambor, por apresentar baixo coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, não deve ser utilizada como fonte protéica de origem animal em rações para essa espécie.

Fisher (1968) considerou o aminoácido isoleucina como o principal limitante da farinha de sangue para frango de corte, além das deficiências em metionina, arginina e isoleucina. Igualmente, a digestibilidade da isoleucina foi relativamente baixa ao ser avaliada no peixe silvestre Australiano *Bidyanus bidyanus*, por Allan et al. (2000).

Otubusin (1987) observou que a tilápia do Nilo, consumindo rações com 10% de farinha de sangue, apresenta maior ganho de peso que o obtido com níveis de 25 e 50%. Cullison (1979) afirma que o excesso de proteína na dieta é prejudicial e não contribui para o crescimento do animal.

Barros et al. (2004), ao substituir até 60% da proteína do farelo de soja pela proteína da FST na dieta da tilápia do Nilo, não observaram efeitos adversos nas variáveis hematológicas e analisaram que as concentrações de ferro do fígado e filé são responsivas à concentração de ferro da ração. Segundo esses pesquisadores, níveis de 10% de farinha de sangue de tambor podem ser incluídos em rações para tilápia do Nilo, dependendo de fatores, como o custo de outras fontes protéicas.

Asgard & Austreg (1986) concluíram que 50% da proteína da farinha de peixe pode ser substituída pela farinha de sangue na dieta da truta (*Oncorhynchus mykiss*) e do salmão (*Salmo salar*). Otubusin (1987) verificou que níveis de substituição acima de 50% do farelo de soja pela farinha de sangue resultaram na

diminuição significativa no crescimento da tilápia, enquanto que o nível de 10% foi o mais eficiente.

Martins & Guzmán (1994) recomendam a inclusão de 5% de FSC, em substituição à farinha de peixe na dieta do tambaqui (*Colossoma macropomum*); entretanto, os autores observam que níveis de 10,3 e 17,8% de FSC reduzem drasticamente a taxa de crescimento, piorando a conversão alimentar e a taxa de eficiência protéica.

Tacon et al. (1983) relataram que o uso da farinha de carne e ossos e da farinha de sangue, na proporção de 4:1, respectivamente, com suplementação de metionina, substituiu com sucesso mais de 50% da farinha de peixe, em dietas para alevinos de tilápia do Nilo, resultado divergente do observado por Barros et al. (2004) com a mesma espécie durante a fase de crescimento.

Yousif et al. (1996) verificaram resultados negativos sobre a taxa de crescimento e eficiência alimentar com substituição total da farinha de peixe pela farinha de sangue desidratada ao sol, na dieta para alevinos de tilápia azul (*Oreochromis aureus*).

### **2.3.3 Farinha de minhoca**

A vermicultura vem crescendo a cada dia, alavancada pela necessidade da nossa atual cultura de preservação da natureza e das nossas fontes naturais de energia e nutrientes, diminuindo, assim, o descarte desses materiais (HILTON, 1983; NANDEESHA et al., 1988). Esse novo pensamento promoveu, de alguns anos para cá, a possibilidade de utilização de uma grande variedade de produtos originários da vermicultura. Entre esses produtos estão o húmus, utilizado para adubação orgânica, e a farinha de minhoca, que possui alto teor protéico e um perfil balanceado de aminoácidos (HILTON, 1983; TACON et al., 1983) e de ácidos graxos (HANSEN & CZOCHANSKA, 1975), características que tornam essa fonte protéica uma boa alternativa para a substituição da farinha de peixes em rações comerciais utilizadas na aquacultura. Considerando que as minhocas são excelentes iscas para pesca, acredita-se que elas possam ter propriedades organolépticas ou quimiorreceptoras que atraiam os peixes (HANSEN & CZOCHANSKA, 1975;

TACON et al., 1983). Existem inúmeras espécies de minhocas que são utilizadas na compostagem, porém entre elas, a *Eisenia foetida* destaca-se por apresentar alta taxa reprodutiva e grande habilidade de se alimentar de uma ampla variedade de resíduos orgânicos (HANSEN & CZOCHANSKA, 1975, TACON et al., 1983).

Várias características da farinha de minhoca justificam a sua utilização como matéria-prima na formulação de rações para peixes e outros animais. Dentre as principais, está o seu elevado conteúdo protéico (HILTON, 1983; TACON et al., 1983) e a qualidade dos seus ácidos graxos, semelhantes aos dos peixes e dos animais marinhos, pois contêm grande quantidade de ácidos graxos insaturados, tanto o ácido linoléico quanto o linolênico (HANSEN & CZOCHANSKA, 1975). Hilton (1983) demonstrou que a digestibilidade aparente da farinha de minhoca (*Eudrilus eugeniæ*) na matéria seca foi de aproximadamente 70%, e a digestibilidade aparente da proteína foi de aproximadamente 95%. Contudo, existem alguns fatores negativos na farinha de minhoca que podem limitar a sua utilização na alimentação animal. A hemolisina, substância capaz de promover a destruição dos glóbulos vermelhos e a liberação da hemoglobina no sangue, é uma das cinco principais proteínas encontradas no líquido celomático da minhoca *Eisenia foetida* (ROCH et al., 1981) e parece ser um fator antinutricional (Nandeeshia et al., 1988), podendo ser destruído pelo calor (ROCH et al., 1981; NANDEESHA et al., 1988). Tem-se sugerido que esse mesmo componente possui uma capacidade antibacteriana, sendo utilizado pelas minhocas na defesa contra patógenos existentes no solo (ROCH et al., 1981).

Estudos realizados com mamíferos, aves e peixes não revelaram efeitos prejudiciais à saúde desses animais quando os mesmos foram alimentados com minhocas, tanto vivas quanto na forma de farinha (HILTON, 1983; TACON et al., 1983; NANDEESHA et al., 1988). Todavia, os estudos realizados até o momento não permitem uma conclusão precisa a respeito dos fatores antinutricionais que parecem estar presentes na farinha de minhoca.

Cardenete et al. (1993) demonstraram, em um experimento com truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), que a retirada do líquido celomático aumentou a palatabilidade da farinha de minhoca. Por outro lado, os autores observaram uma diminuição na atividade proteolítica dos peixes que se alimentaram com rações em

que 50% da proteína oriunda da farinha de peixe foi substituída pela proteína da farinha de minhoca (*Eisenia foetida*) e sugeriram que algum componente nela presente, possivelmente a hemolisina, estaria inibindo a atividade enzimática no aparelho digestivo.

Quanto à utilização da farinha de minhoca em rações para peixes, os trabalhos demonstraram que não há uma concordância nos resultados. A comparação do fornecimento de minhocas congeladas de diferentes espécies (*Eisenia foetida*, *Allolobophora longa* e *Lumbricus terrestris*), para alevinos de truta arco-íris, demonstrou que o crescimento foi significativamente inferior nos animais que receberam *Eisenia foetida* (TACON et al., 1983). Da mesma forma, o crescimento dos peixes nesse tratamento foi significativamente inferior ao obtido no tratamento-controle, que receberam uma ração comercial para truta.

Por outro lado, trutas arco-íris alimentadas com dietas semi-purificadas apresentaram melhor crescimento quando os níveis de substituição da farinha de peixe pela farinha de minhoca foram de 0 e 50% (TACON et al., 1983). Hilton (1983), embora trabalhando com outra espécie de minhoca (*Eudrilus eugeni*), obteve resultados semelhantes para truta arco-íris, onde a substituição de 75 e 100% promoveram um desenvolvimento significativamente inferior ao obtido com os níveis de 0 e 50%, os quais não diferiram entre si. Outros trabalhos indicaram que níveis inferiores a 50% de substituição da farinha de peixe pela farinha de minhoca promoveram melhores resultados no crescimento de peixes. Também, em alevinos de truta arco-íris, o crescimento foi mais elevado quando o nível de substituição ficou entre 10 e 25%, ao passo que, quando acima de 50% as taxas de crescimento diminuiriam (VELASQUEZ et al., 1991).

#### **2.4 Qualidade da água para piscicultura**

A água na natureza deriva da precipitação atmosférica e contém vários compostos nitrogenados, sulfatos, cloretos, etc., cuja quantidade varia não somente com o local, mas também, com as estações do ano. No seu trajeto, a água dissolve numerosas substâncias do solo, que a tornam uma solução mais ou menos diluída de compostos orgânicos e sais minerais.

A água é o ambiente natural dos organismos aquáticos e apresenta características químicas, físicas e biológicas que influenciam o crescimento, a sobrevivência, a reprodução e o desenvolvimento desses organismos. A resposta dos peixes a dietas com diferentes níveis de proteína e energia é normalmente avaliada por parâmetros de crescimento e de desenvolvimento, porém é de fundamental importância às condições ambientais em termos de qualidade de água.

#### **2.4.1 Temperatura**

Os peixes são animais ectotermos, ou seja, sua temperatura corporal varia com a do ambiente. Por isso, as atividades metabólicas alteram-se com a mudança de temperatura, e a cada aumento de 10<sup>0</sup>C, dobra-se a taxa metabólica (BOYD, 1990; NEILL & BRYAN, 1991). A faixa de conforto térmico para as espécies de peixes de clima tropical situa-se entre 24 e 32<sup>0</sup>C (MESKE, 1985; RANA, 1986; BOYD, 1990; NEILL & BRYAN, 1991).

A temperatura interfere diretamente na velocidade de reações químicas, na solubilidade de gases, na circulação de água e no metabolismo dos peixes. A faixa ideal das espécies está entre 20 a 30<sup>0</sup>C, sendo que o nível ótimo para a maioria dos peixes está entre 25 e 28<sup>0</sup>C. Temperaturas inferiores à 20<sup>0</sup>C normalmente afetam o metabolismo dos peixes tropicais, acarretando diminuição de apetite e das taxas de crescimento. A temperatura letal é muito variável entre espécies, sendo de 5<sup>0</sup>C para as carpas, 10<sup>0</sup>C para a tilápia e 15<sup>0</sup>C para tambaqui e pacu, o peixe-rei tem faixa ideal de 16 a 20<sup>0</sup>C e o jundiá outra espécie de água temperada fica entorno de 20 a 24<sup>0</sup>C, seu conforto térmico.

O controle de temperatura pode ser feito por meios artificiais com o uso de aquecedores ou resistências, mas é inviável economicamente em nível de cultivo em viveiros de terra, esse recurso é utilizado em laboratórios no sistema de criação experimental.

#### **2.4.2 Oxigênio (O<sub>2</sub>)**

A concentração de oxigênio dissolvido na água varia com a temperatura, salinidade e com a pressão atmosférica, sendo inversamente proporcional à temperatura e à salinidade e diretamente proporcional à pressão atmosférica

(BOYD, 1990; STICKNEY, 1991). O nível adequado de oxigênio dissolvido na água varia com a espécie de peixe, mas, de uma maneira geral, a maioria das espécies desenvolvem-se bem quando a concentração é igual ou superior a 5 mg/l de oxigênio dissolvido (BOYD, 1990; NEILL & BRYAN, 1991)

Para a correta respiração dos peixes é importante que se mantenham níveis ótimos de oxigênio dissolvido superiores a 5mg/L para a maioria das espécies. Concentrações entre 2,0 e 4,0 mg/L podem causar certo grau de estresse em exposições prolongadas. Níveis de 0,3 a 1,9mg/L já podem ser letais conforme o tempo de exposição, e concentrações baixas. Sem o oxigênio dissolvido na água, os peixes de cultivo e todos os outros organismos aquáticos não podem sobreviver. Existem duas fontes naturais de obtenção de oxigênio:

#### **a) Difusão direta**

Ocorre através do contato e penetração direta do ar atmosférico na água. O  $O_2$  da atmosfera entra na água principalmente por mistura mecânica, provocada pela ação dos ventos ou correntes naturais. A concentração do oxigênio na água varia com a sua temperatura (relação concentração/temperatura está intimamente ligada), bem como a solubilidade desse gás depende ainda da pressão atmosférica. No laboratório o processo de difusão direta é muito utilizado através da bomba que leva água do biofiltro até a caixa de abastecimento, o fato da entrada d'água ser sob pressão já promove uma determinada aeração.

#### **b) Processo de fotossíntese**

A liberação de oxigênio na água, mediante processo fotossintético pelo fitoplâncton (algas, em especial), é a principal fonte de obtenção do  $O_2$  dissolvido em um sistema de cultivo de peixes. O limite de  $O_2D$  para os peixes deve oscilar próximo de 5mg/L, abaixo de 3mg/L pode ocorrer mortalidade por hipoxia. Quando ocorre um excesso de fitoplâncton nos viveiros se abre a entrada de água e diminuí a alimentação, fazendo assim uma renovação.

No caso de sistema fechado dos experimentos, onde não há troca da água constante, é fundamental que ocorram medições das concentrações de  $O_2$ , para que, ao constatar uma queda nos níveis de oxigênio, seja possível tomar medidas

imediatas para o restabelecimento dos níveis normais. Estas medidas consistem em renovar água do sistema e/ou fazer aeração mecânica através de aeradores. Esta variável pode ser medida através de aparelho digital.

### 2.4.3 pH

O pH reflete o grau de acidez ou de alcalinidade da água. Os valores de pH variam de 1,0 a 14,0 sendo que abaixo de 4,0 é fatal à maioria dos peixes, entre 5,0 e 6,0 causa queda no desenvolvimento, entre 6,5 a 9,5 permite um desenvolvimento satisfatório, entre 7,0 a 8,5 é a faixa ideal ao desenvolvimento dos peixes e, acima de 11,0 é letal (Kubitza 1997).

### 2.4.4 Alcalinidade

A alcalinidade total refere-se à concentração de bases na água e à capacidade do meio em resistir às mudanças de pH para valores mais ácidos. Na maioria das águas, os carbonatos e os bicarbonatos são as bases predominantes. A tabela abaixo mostra a alcalinidade (mg CaCO<sub>3</sub> /L) e seu significado no viveiro.

Tabela 1 – Significado dos valores da Alcalinidade (mg CaCO<sub>3</sub> /L) no viveiro.

---

Zero	Água extremamente ácida, deve-se corrigir com compostos calcários;
5-20	Alcalinidade muito baixa, pH varia muito e a água não é muito produtiva;
25-100	pH varia bastante e a produtividade é pequena;
100-250	pH varia entre pequenos limites e a produtividade é ótima.

---

(Kutibza, 1997)

### 2.4.5 Amônia (NH<sub>3</sub>)

A amônia é um metabólito proveniente da excreção nitrogenada dos peixes e outros organismos aquáticos e da decomposição microbiana de resíduos orgânicos (restos de alimento, fezes e adubos orgânicos). A aplicação de fertilizantes nitrogenados amoniacais - sulfatos de amônia, nitrato de amônia, os fosfatos monoamônicos e diamônicos (MAP e DAP) e uréia também contribui para o aumento da concentração de amônia na água (Kubitza, 1997)

Os principais efeitos da amônia nos peixes são:

- Elevação do pH do sangue;
- Afeta a permeabilidade do peixe, e reduz a concentração interna de íons;
- Aumenta o consumo de oxigênio nos tecidos, prejudica as brânquias e reduz a habilidade do sangue em transportar oxigênio;
- Mudanças histológicas, principalmente nos rins e baço;
- Aumenta a suscetibilidade do peixe a doenças.

Os peixes apresentam tolerância aos diferentes compostos nitrogenados até uma determinada faixa, a partir da qual pode tornar-se letal. Para nitrito, até 0,5 mg/L; para amônia, entre 0,6 e 2,0 mg/L e para nitrato, 0,5 mg/L. A toxidez da amônia ocorre quando a concentração do oxigênio é baixa e a do CO<sub>2</sub> é alta. Quanto ao nitrato, sua toxidez pode ser reduzida pela ação de cálcio e cloretos.

O nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) é um metabólito intermediário do processo de nitrificação, durante o qual a amônia é oxidada a nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) através da ação de bactérias do gênero *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*. Condições de baixo oxigênio dissolvido prejudicam o desempenho da bactéria do gênero *Nitrobacter*, favorecendo o acúmulo de nitrito na água.

### 3 Material e Métodos

O experimento, com duração de 48 dias, foi realizado no laboratório de Ictiologia do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, no período de agosto a setembro de 2010. As unidades experimentais foram constituídas de 39 aquários de volume útil de 50 litros cada um, com sistema de filtragem biológica, aeração por difusão e sala climatizada com temperatura mantida em 21°C, conforme figura 3.



Figura 1 – Unidades experimentais

Cada aquário recebeu 5 alevinos de peixe-rei, medindo  $8,02 \pm 0,28$ cm de comprimento total e peso médio de  $3,30 \pm 0,58$ g. Vinte peixes do mesmo lote foram eutanasiados com 200mg/L de Cloridrato de Benzocaína e congelados a -18°C para análise da composição corporal. As variáveis ambientais como temperatura, oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade e amônia total foram monitoradas a cada dois dias (APHA, 1998). As dietas experimentais foram formuladas com auxílio do software Super Crac®, contendo no mínimo 30% de farinha de origem animal (peixe,

minhoca, vísceras de aves ou sangue bovino). Os demais componentes da ração foram: farelo de soja, farelo de arroz, farelo de trigo e óleo de soja, contendo  $44 \pm 0,5\%$  de proteína bruta e  $3150 \pm 100$  Kcal/kg de energia digestível e suplementação vitamínica e mineral (PIEDRAS et al., 2004). A taxa de alimentação diária de 5% da biomassa. O delineamento experimental foi completamente casualizado, com treze (13) tratamentos e três repetições, onde a farinha de peixe foi substituída por farinha de sangue bovino, farinha de vísceras de aves e farinha de minhoca, em níveis de 25, 50, 75 e 100%, e comparadas a um controle, onde a única fonte de proteína animal foi a farinha de peixe (Tabela 2).

Tabela 2 – Dietas experimentais utilizadas na alimentação de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*)

Ingrediente (%)	Tratamentos/níveis												
	Controle	Farinha de sangue				Farinha de vísceras de aves				Farinha de minhoca			
		25	50	75	100	25	50	75	100	25	50	75	100
Farinha de peixe	30,00	24,00	15,8	8,00	-	22,50	15	7,50	-	23,80	16,00	8,00	-
Farinha de sangue	-	5,60	11,20	16,80	22,40	-	-	-	-	-	-	-	-
Farinha de vísceras	-	-	-	-	-	7,5	15,00	22,50	30,00	-	-	-	-
Farinha de minhoca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,80	13,70	20,40	27,30
Farelo de soja	61,12	60,20	55,00	55,00	54,00	61,20	61,20	61,20	61,20	56,00	56,00	56,00	56,00
Farelo de trigo	4,62	6,00	11,50	14,70	17,10	4,60	3,62	3,62	2,61	8,90	9,80	11,00	11,70
Óleo de soja	2,20	2,20	3,50	3,50	4,50	2,20	3,20	3,20	4,20	2,50	2,50	2,50	3,00
Premix vitamínico e mineral <sup>1</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Composição química<sup>2</sup></b>													
Proteína bruta (%)	37,37	39,79	41,93	42,66	41,31	40,95	42,41	43,57	42,84	38,19	40,07	40,08	37,65
Extrato etéreo (%)	8,95	3,80	4,75	4,25	6,35	5,85	6,85	6,30	6,45	4,70	5,40	5,05	5,27
Cinzas (%)	6,32	6,25	5,9	6,8	5,85	6,31	6,20	7,00	6,56	5,87	6,75	5,96	6,00
Matéria seca (%)	88,81	85,58	90,64	87,85	85,82	88,92	95,78	90,37	90,57	88,89	93,02	93,87	85,97
Energia (Kcal/Kg)	3.200	3.178	3.211	3.170	3.194	3.162	3.188	3.150	3.176	3.198	3.183	3.165	3.180

<sup>1</sup>Composição suplemento vitamínico e mineral para peixes: Manganês 15.000mg, Cobre 3.000mg, Ferro 25.000mg, Ác. Fólico 1.500mcg, Zinco 30.000mg, Vit. B12 10.000mcg, Ác. Nicotínico 37.500mg, Vit. A 2.500UI/g, Vit. C 25.000mg, Ac. Pantoténico 20.000mg, Vit. D3 500UI/g, Vit. E 20.000mg, Biotina 50.00mcg, Vit. K3 3.500mg, Vit. B1 7.000mg, Vit. B2 7.425mg, Vit. B6 7.250mg, Iodo 660mg, Selênio 110 mg;

<sup>2</sup>baseado nos valores de energia por NRC 1993 para truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). <sup>2</sup>Composição química analisada.

### 3.1 Variáveis de desempenho

Ao término do período experimental realizou-se uma biometria dos animais. Para isso os peixes foram anestesiados com uma solução de Cloridrato de Benzocaína 100mg/L, pesados com balança digital com precisão de 0,001g e medidos individualmente. Após este procedimento realizou-se a eutanásia dos animais, através do aprofundamento anestésico, identificação e congelamento em freezer (-18°C) para posterior análise da composição química corporal.

As variáveis estudadas foram: Comprimento total (CT): medida da porção anterior da cabeça até o final da nadadeira caudal, em cm; Peso (P): peso final obtido ao final do período, em gramas; Ganho de peso (GP): peso final menos peso inicial, em gramas; Sobrevivência (SOB): percentagem de sobreviventes em relação ao número inicial de peixes em cada tratamento; Taxa de crescimento específico (TCE): expresso em %/dia, calculado segundo a fórmula:  $\{[\log(\text{Peso final}) - \log(\text{Peso inicial})] / \text{período (expresso em dias)}\} \times 100$ .

### 3.2 Composição química corporal

Para determinação da composição corporal, foram utilizados os peixes das três repetições, sendo executada da seguinte forma: a umidade através da secagem em estufa a 105°C até peso constante. Após este processo, alíquotas dessas amostras destinaram-se às análises de extrato etéreo (extrator de Soxhlet), proteína bruta (N x 6,25), pelo método Microkjeldahl, e cinzas (mufla a 550°C por 6 horas), de acordo com a AOAC (1990). Todas as análises foram realizadas em triplicata, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

### 3.3 Controle da qualidade da água

As características físicas e químicas da água das unidades experimentais foram monitoradas a cada dois dias, sendo avaliados a temperatura e oxigênio dissolvido com oxímêtro (YSI) (Figura 2), pH com pHmetro (Alfakit) (Figura 3), alcalinidade por volumetria e amônia total conforme recomendado por APHA (1998).

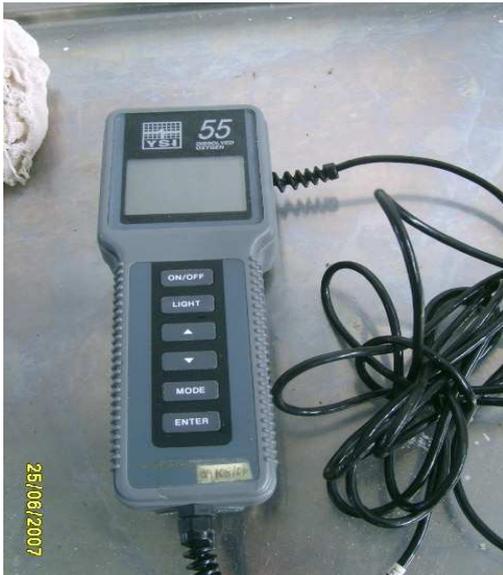


Figura 2 – Oxímetro digital que mede o oxigênio e a temperatura.



Figura 3 – Kit de observação das variáveis pH, alcalinidade e amônia.

### **3.4 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Os melhores níveis de substituição da farinha de peixe por fontes protéicas alternativas foram determinados por análise de regressão em cada um dos produtos testados através do software SAS® (2000).

## 4 Resultados e Discussão

As condições ambientais entre os tratamentos não apresentaram variações significativas, sendo que as medidas para temperatura foi de  $19,5 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$ , o oxigênio dissolvido de  $5,9 \pm 1,1 \text{ mg/L}$ , o pH de  $7,8 \pm 0,8$ , a alcalinidade de  $45 \pm 8 \text{ mg/L}$  e amônia total de  $0,4 \pm 0,2 \text{ mg/L}$ , parâmetros estes adequados para criação de alevinos de peixe-rei (Piedras et al., 2004).

### 4.1 Substituição da farinha de peixe pela farinha de sangue.

A farinha de sangue substitui de forma satisfatória, a farinha de peixe até um nível de 50% para o ganho de peso (Tabela 3 e Figura 4).

Tabela 3. Desempenho produtivo de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) alimentados com diferentes níveis de farinha de sangue em substituição a farinha de peixe, médias seguidas do desvio padrão.

Tratamentos	Variáveis						
	PI (g)	PF (g)	GP (g)	CP (cm)	CT (cm)	TCE (%)	SOB (%)
CONTROLE	3,17±0,03	3,52±0,08	0,35±0,05	7,01±0,26	8,14±0,14	0,22±0,03	86,6±23,09
FS 25	3,22±0,03	4,17±0,78	0,95±0,79	7,35±0,40	8,58±0,39	0,51±0,38	73,3±30,55
FS 50	3,27±0,04	4,18±0,31	0,90±0,34	7,34±0,12	8,61±0,07	0,50±0,17	73,3±11,54
FS 75	3,26±0,09	3,81±0,25	0,55±0,19	7,08±0,12	8,30±0,14	0,32±0,10	86,6±11,54
FS 100	3,24±0,05	3,72±0,25	0,48±0,21	7,15±0,12	8,41±0,16	0,28±0,11	93,3±11,54
P	-	0,01	0,0042	0,01	0,01	0,01	0,4455

PI = Peso inicial, PF = Peso final, GP = Ganho de peso, CP = Comprimento padrão CT = Comprimento total TCE = Taxa de crescimento específico, SOB = Sobrevivência

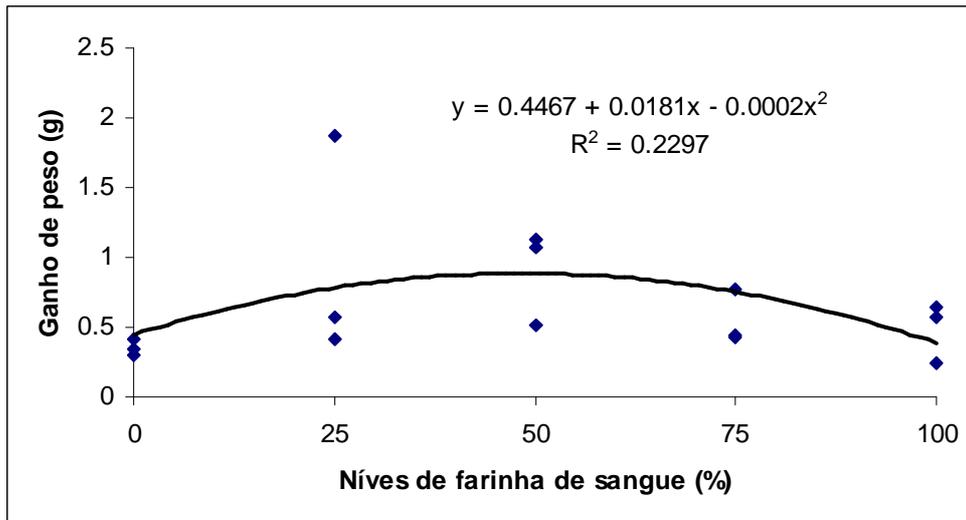


Figura 4 – Ganho de peso de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*), quando a farinha de peixe é substituída (%) pela farinha de sangue.

O mesmo ocorreu para o comprimento total e padrão conforme figura 5.

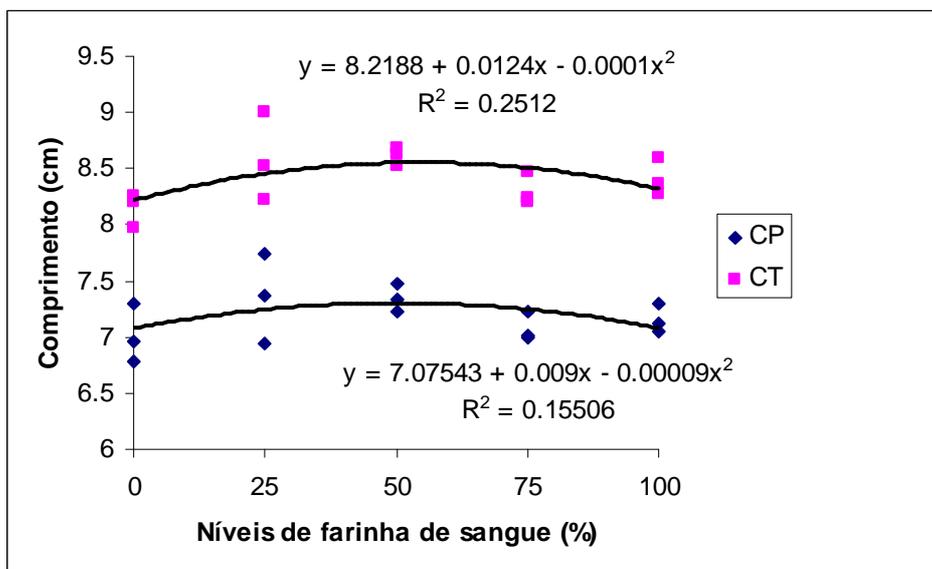


Figura 5 - Comprimento total e parcial de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) alimentados com diferentes níveis de farinha de sangue em substituição a farinha de peixe.

Na composição corporal de peixes alimentados com farinha de sangue em substituição a farinha de peixe, observou-se que a relação proteína bruta não apresentou diferença significativa na análise de variância ( $P > 0,05$ ).

Nas dietas com 25% e 100% de farinha de sangue observou-se redução dos níveis de extrato etéreo em relação ao controle, (tab.4) quando comparadas pelo teste de tukey ( $p \leq 0,05$ ), sendo que, no nível de 25% teve melhor desempenho produtivo, já

Asgard & Austreg (1986) concluíram que 50% da proteína da farinha de peixe pode ser substituída pela farinha de sangue na dieta da truta e do salmão. Porém Otubusin (1987) observou que a tilápia do Nilo, consumindo rações com 10% de farinha de sangue, apresenta maior ganho de peso que o obtido com níveis de 25 e 50%. Cullison (1979) afirma que o excesso de proteína na dieta é prejudicial e não contribui para o crescimento do animal. Barros et al. (2004) recomendam que a farinha de sangue não deve superar 10% da formulação da ração para tilápias, pois níveis de inclusão muito elevados, podem causar distúrbios hematológicos elevando a concentração de ferro no sangue.

Em relação a cinzas observou-se que nos níveis de 25% e 100% de farinha de sangue o percentual foi superior aos peixes no início do experimento.

Tabela 4 – Composição química corporal de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) alimentados com diferentes níveis de farinha de sangue em substituição a farinha de peixe.

Tratamentos	Variáveis			
	Proteína bruta (%)	Extrato etéreo (%)	Matéria seca (%)	Cinzas (%)
INICIAL	66,99±6,20	27,97±1,20a	37,28±0,82	7,94±0,05b
CONTROLE	73,94±4,88	20,62±0,33b	32,93±1,14	9,75±0,11ab
25	76,51±2,40	13,18±0,74c	35,30±0,64	10,29±1,65a
50	74,87±3,33	17,84±0,16d	33,70±1,14	9,76±0,03ab
75	70,71±5,19	19,54±0,87bd	39,10±5,80	8,96±0,62b
100	73,22±5,44	14,55±0,98c	35,66±2,32	11,38±0,05a
P <sub>1</sub>	0,253	0,001	0,124	0,001
P <sub>2</sub>	0,367	0,309	0,128	0,338

P1 = P da análise de variância entre todas variáveis incluindo peixes do início do experimento e teste de tukey ( $p \leq 0,05$ )

P2 = P da análise de regressão dos níveis de farinha de sangue em substituição a farinha de peixe

#### 4.2 Substituição da farinha de peixes pela farinha de vísceras de aves.

Os resultados de ganho de peso mostram que a farinha de vísceras de aves é um bom substituto para a farinha de peixe na dieta do peixe-rei (Tabela 5), sendo que o uso de 56% de farinha de vísceras e 44% de farinha de peixe proporcionou maior ganho de peso (Figura 6) e comprimento total e padrão (Figura 7).

Tabela 5 - Desempenho produtivo de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) alimentados com diferentes níveis de farinha de vísceras de aves em substituição a farinha de peixe, médias seguidas do desvio padrão.

Tratamentos	Variáveis						
	PI (g)	PF (g)	GP (g)	CP (cm)	CT (cm)	TCE (%)	SOB (%)
CONTROLE	3,17±0,03	3,52±0,08	0,35±0,05	7,01±0,26	8,14±0,14	0,22±0,03	86,6±23,09
FV 25	3,20±0,05	3,93±0,38	0,72±0,34	7,17±0,27	8,44±0,32	0,42±0,17	86,6±11,54
FV50	3,25±0,04	4,23±0,25	0,97±0,22	7,24±0,07	8,53±0,09	0,54±0,10	93,3±11,54
FV 75	3,20±0,12	4,05±0,33	0,85±0,36	7,30±0,06	8,49±0,16	0,48±0,19	66,6±23,09
FV 100	3,24±0,05	4,10±0,44	0,86±0,44	7,33±0,17	8,62±0,22	0,48±0,21	73,3±23,09
P	-	0,01	0,0025	0,01	0,01	0,01	0,193

PI = Peso inicial, PF = Peso final, GP = Ganho de peso, CP = Comprimento padrão CT = Comprimento total TCE = Taxa de crescimento específico, SOB = Sobrevivência.

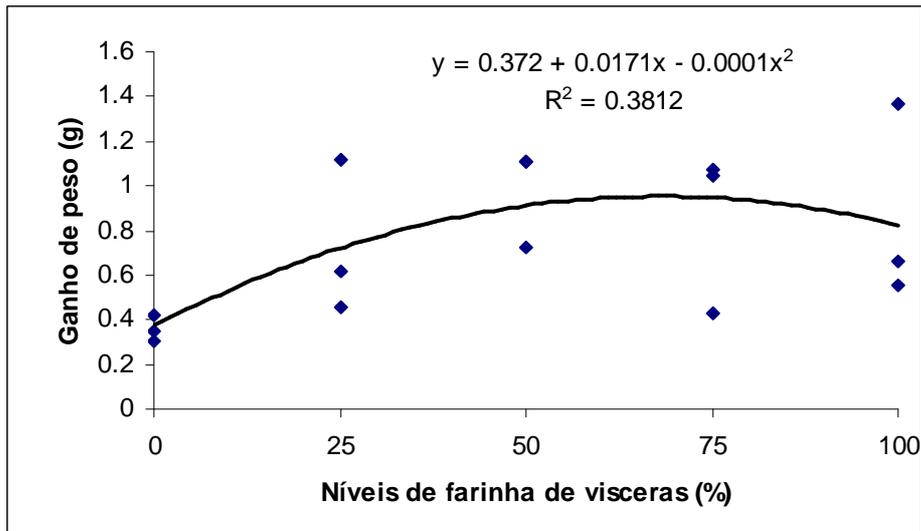


Figura 6 – Ganho de peso de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*), quando a farinha de peixe é substituída (%) pela farinha de vísceras de aves.

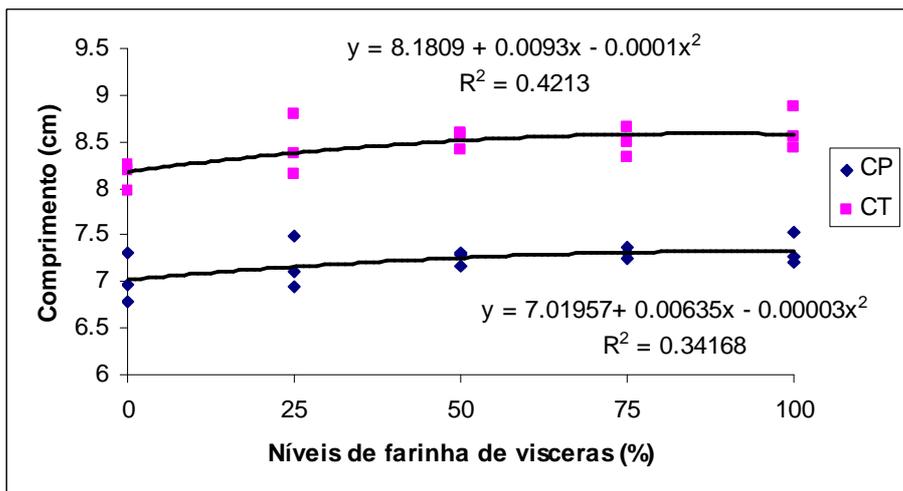


Figura 7 - Comprimento total e parcial de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) alimentados com diferentes níveis de farinha de vísceras de aves em substituição a farinha de peixe

Na composição corporal de peixes alimentados com farinha de vísceras em substituição a farinha de peixe, observou que a relação proteína bruta não apresentou diferença significativa na análise de variância ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 6).

Tabela 6 – Composição química corporal de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) alimentados com diferentes níveis de farinha de vísceras de aves em substituição a farinha de peixe.

Tratamentos	Variáveis			
	Proteína bruta (%)	Extrato etéreo (%)	Matéria seca (%)	Cinzas (%)
INICIAL	66,99±6,20	27,97±1,20a	37,28±0,82 <sup>a</sup>	7,94±0,05a
CONTROLE	73,94±4,88	20,62±0,33b	32,93±1,14b	9,75±0,11bd
25	70,14±3,14	24,14±0,22c	32,50±1,61b	9,48±0,22b
50	75,65±4,23	19,38±0,53db	36,09±0,00a	10,85±0,34c
75	75,74±1,17	17,03±1,13e	30,73±0,30b	9,60±0,70bd
100	73,09±5,33	18,04±0,77ed	32,19±1,68b	10,52±0,09dc
P <sub>1</sub>	0,195	0,01	0,01	0,01
P <sub>2</sub>	0,613	0,004*	0,409	0,161

P<sub>1</sub> = P da análise de variância entre todas variáveis incluindo peixes do início do experimento e teste de tukey (p≤0,05)

P<sub>2</sub> = P da análise de regressão dos níveis de farinha de vísceras em substituição a farinha de peixe

Já no extrato etéreo corporal e cinzas observa-se diferença significativa, sendo que nos níveis de 75% e 100% de substituição da farinha de vísceras pela farinha de peixe observou-se redução na gordura corporal apesar do nível de 56 % ter melhor desempenho produtivo (Figura 8).

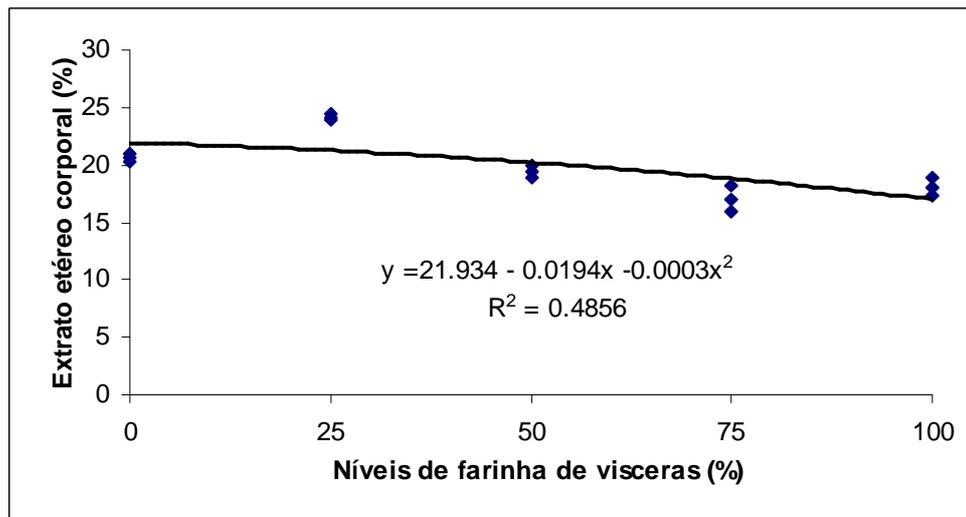


Figura 8. Extrato etéreo corporal de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) alimentados com diferentes níveis de farinha de vísceras de aves em substituição a farinha de peixe

Porém a proteína da farinha de vísceras é deficiente nos aminoácidos: treonina, fenilalanina e lisina, portanto não deve ser incluída em rações, com níveis acima de 20% (KUBITZA, 1997).

A matéria seca corporal teve um melhor resultado no nível de 50%, não diferenciando dos peixes no início do experimento.

Signor et al. (2007) recomendam a inclusão de até 20% de farinha de vísceras de aves em substituição a farinha de peixe em rações para piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), pois níveis superiores a 20% resultaram no aumento do teor de extrato etéreo e redução de proteína bruta na carcaça da tilápia (FARIA et al., 2002).

#### 4.3 Substituição da farinha de peixe pela farinha de minhoca.

Os resultados de desempenho de alevinos de peixe-rei alimentados com diferentes níveis de farinha de minhoca encontram-se na tabela 7. A farinha de minhoca incluída como substituta da farinha de peixe até o nível de 19,7% (Figura 9) favoreceu o ganho de peso e dos animais. O comprimento total e padrão demonstraram efeito semelhante (Figura 10). Resultado este semelhante ao registrado por Rotta et al. (2003) que recomendam a substituição da farinha de peixe em até 20% pela farinha de minhoca, no cultivo de tilápia.

Tabela 7 – Desempenho produtivo de alevinos de peixe-rei (*Odonthestes bonariensis*) alimentados com diferentes níveis de farinha de minhoca em substituição a farinha de peixe, médias seguidas do desvio padrão

Tratamentos	Variáveis						
	PI (g)	PF (g)	GP (g)	CP (cm)	CT (cm)	TCE (%)	SOB (%)
CONTROLE	3,17±0,03	3,52±0,08	0,35±0,05	7,01±0,26	8,14±0,14	0,22±0,03	86,6±23,09
FV 25	3,20±0,05	3,93±0,38	0,72±0,34	7,17±0,27	8,44±0,32	0,42±0,17	86,6±11,54
FV50	3,25±0,04	4,23±0,25	0,97±0,22	7,24±0,07	8,53±0,09	0,54±0,10	93,3±11,54
FV 75	3,20±0,12	4,05±0,33	0,85±0,36	7,30±0,06	8,49±0,16	0,48±0,19	66,6±23,09
FV 100	3,24±0,05	4,10±0,44	0,86±0,44	7,33±0,17	8,62±0,22	0,48±0,21	73,3±23,09
P	-	0,01	0,0025	0,01	0,01	0,01	0,193

PI = Peso inicial, PF = Peso final, GP = Ganho de peso, CP = Comprimento padrão CT = Comprimento total TCE = Taxa de crescimento específico, SOB = Sobrevivência.

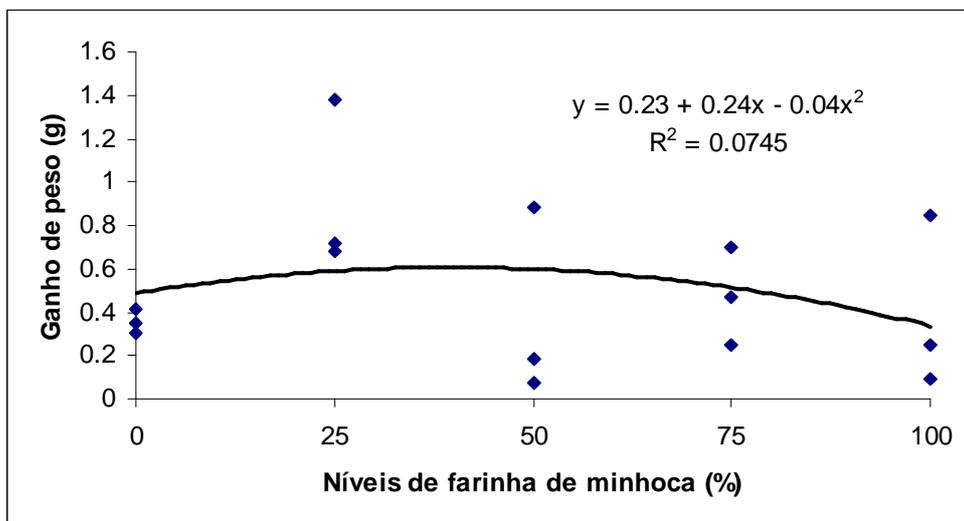


Figura 9 – Ganho de peso de alevinos de peixe-rei (*Odonthestes bonariensis*), quando a farinha de peixe é substituída (%) pela farinha de minhoca.

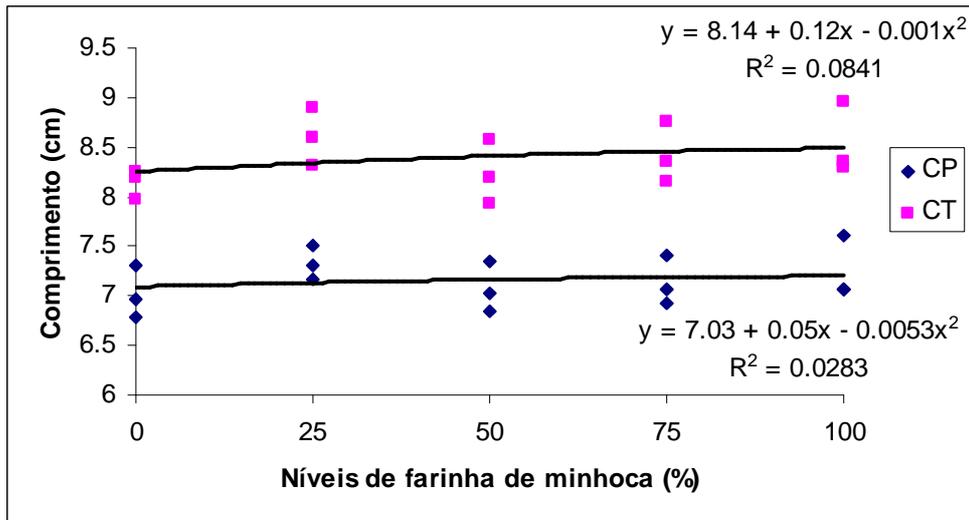


Figura 10 - Comprimento total e parcial de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) alimentados com diferentes níveis de farinha de minhoca em substituição a farinha de peixe

Observou-se que em relação proteína bruta não houve diferença significativa na análise de variância ( $P > 0,05$ ) semelhante aos tratamentos anteriores (Tabela 8).

Tabela 8 – Composição química corporal de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) alimentados com diferentes níveis de farinha de minhoca em substituição a farinha de peixe.

Tratamentos	Variáveis			
	Proteína bruta (%)	Extrato etéreo (%)	Matéria seca (%)	Cinzas (%)
INICIAL	66,99±6,20	27,97±1,20a	37,28±0,82 <sup>a</sup>	7,94±0,05a
CONTROLE	73,94±4,88	20,62±0,33b	32,93±1,14bc	9,75±0,11b
25	73,26±4,70	15,86±2,26b	35,42±0,00bc	8,77±0,03c
50	73,22±5,40	16,17±0,01b	35,33±0,93c	12,95±0,06d
75	73,96±0,19	16,18±0,39b	35,33±0,26c	13,20±0,05e
100	77,71±0,44	15,61±0,24b	32,23±1,42b	12,20±0,05d
P <sub>1</sub>	0,168	0,01	0,01	0,01
P <sub>2</sub>	0,237	0,003*	0,636	0,895

P<sub>1</sub> = P da análise de variância entre todas variáveis incluindo peixes do início do experimento e teste de tukey ( $p \leq 0,05$ )

P<sub>2</sub> = P da análise de regressão dos níveis de farinha de minhoca em substituição a farinha de peixe.

Já no extrato etéreo (Figura 11), matéria seca e cinzas houve diferença significativa, sendo que no nível de 25% teve melhor desempenho produtivo (GP=0,92) de acordo Hilton (1983), que obteve resultados semelhantes para truta arco-íris, Outros trabalhos indicaram que níveis inferiores a 50% de substituição da farinha de peixe pela farinha de minhoca promoveram melhores resultados no crescimento de peixes. Também, em alevinos de truta arco-íris, o crescimento foi mais elevado quando o nível de substituição ficou entre 10 e 25%, ao passo que, quando acima de 50% as taxas de crescimento diminuíram (VELASQUEZ et al., 1991).

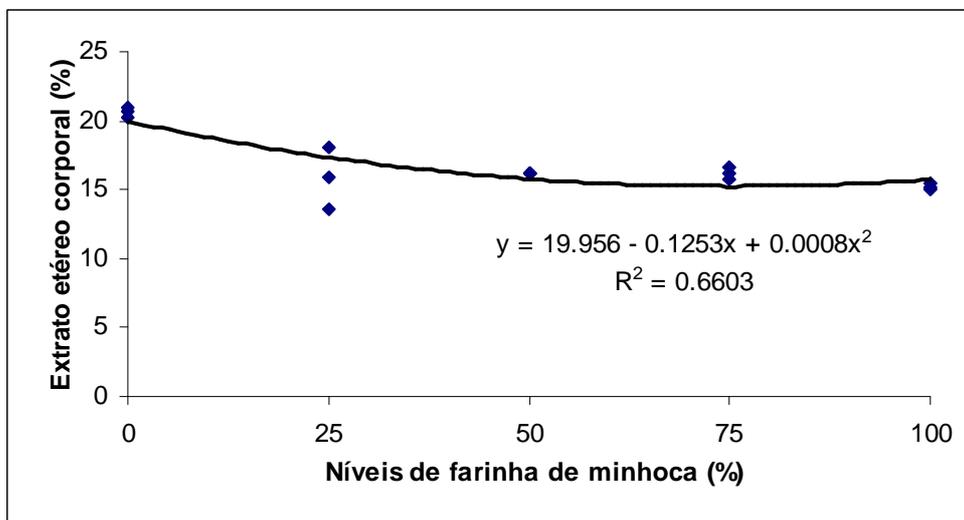


Figura 11. Extrato etéreo corporal de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) alimentados com diferentes níveis de farinha de minhoca em substituição a farinha de peixe.

## **5 Conclusões**

Os resultados demonstram a viabilidade de substituição parcial da farinha de peixe, por fontes alternativas de proteína animal oriunda de resíduos de animais terrestres, na dieta de alevinos de peixe-rei.

A maior inclusão positiva dos resíduos testados foi à farinha de vísceras de aves (56%), farinha de sangue (50%) e farinha de minhoca (19.7%). Entretanto estudos do uso concomitante das diversas alternativas de proteína animal devem ser desenvolvidos, avaliando seus aspectos qualitativos e econômicos.

## 6 Referências Bibliográficas

ALLAN, G.L.; PARKINSON, S.; BOOTH, M.A.; STONE, D.A.J.; ROWLAND, S.J.; FRANCES J.; WARNER-SMITH, R. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidianus*: I. Digestibility of alternative ingredients. **Aquaculture**, v.186, p.293-310, 2000.

APHA. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 1998.

ASGARD, T.; AUSTRENG, E. Blood, ensiled or frozen, as feed for salmonids. **Aquaculture**, v.55, p.263-284, 1986.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS AOAC. Official methods of analysis. 15.ed. WashingtonDC., 1990. 1141p.

BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E.; HISANO, H.; FALCON, D. R.; SÁ, M. V. C. Farinha se sangue tostada em dietas práticas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 26, p.5-13, 2004.

BELLAVER, C. Limitações e vantagem do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e aves. **II Simpósio Brasileiro Alltech da indústria de alimentação animal**. Curitiba. Paraná, 2005.

BEMVENUTI M.A. *Odontesthes mirinensis*, um novo peixe (Pisces, Atherinidae, Atherinopsinae), para o extremo sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, p. 881-903. 1995.

BONETTO A.A. e CASTELLO H.P. Pesca y piscicultura em aguas continentales de America Latina. Secretaria de La Organizacion de los Estados Americanos, Washington DC, 118pp (in Spanish). 1985.

BOSCHI, E. E. e FUSTER DE PLAZA, M. L. Estudio biológico pesquero del pejerrey del embalse del Rio III (*Basilichthys bonariensis*), con una contribución al conocimiento limnológico del ambiente. Buenos Aires, **Departamento de Investigaciones Pesqueras**, Secretaria de Agricultura y Ganadería. p.3-16. (Publicación n°8). 1959.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.13, p.539-545, 2002.

BOYD, C.E. Water quality in ponds for aquaculture. Auburn: **Auburn University**, 482p. 1990.

BUTOLO, J.E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. 1 ed. Campinas: **Colégio Brasileiro de Nutrição Animal**, 430p. 2002.

CALVO, J. e DADONE, L.A. Fenómenos reproductivos en el pejerrey *Basilichthys bonariensis* I Escala y tabla de madurez. **Revista Museum La Plata** (Nueva Ser.) (Secc.Zool.), 11(102): 153–63, 1972.

CAMIRE, M.E., Protein functionality modification by extrusion cooking. **JAOCs**, v.68, n°5, p. 200-205, 1991.

CARDENETE, G.; GARZON, A.; MOYANO, F.; DE LA HIGUERA, M. Nutritive utilization of earthworm protein by fingerling rainbow trout (*Onchyrhynchus mykiss*).In: KANSHIK, S. J.; LUQUET, P. (Eds.) **Fish Nutrition in Practice**. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, p.923-926, 1993.

CLARK, J.H.; MURPHY, M.R.; CROOKER, B.A. Symposium: alternate feed sources for dairy cattle. Supplying the protein needs of dairy cattle from by-product feeds. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304-2323, 1987.

CULLISON, A.E.. Feeds and Feeding. 2° ed., Reston, VA: **Reston Publishing Co.** 595p. 1979.

CURVIER e VALENCIENNES. Histoire naturelle des poissons. X, p. 1-358. 1835 apud De Buen (1953). Los pejerreyes (Fam. *Atherinidae*) em la fauna Uruguay, com descripción de nuevas especies. **Boletín Institute Oceanográfico IV** (1-2), Montevideo, p.30-80, 1953.

DE BUEN F Los pejerreyes (familia *Atherinidae*) en la fauna Uruguay, con descripción de nuevas especies. **Boletín Institute Oceanográfico**, v.4, p.3-80, 1953.

DOTY, D.M. Developments in processing meat and blood by-products. In: ENHANCEMENT OF PROTEIN SUPPLIES FROM KNOWN FEEDS. **Proceedings Symposium Alternative Sources of Protein for Animal Production**. PISO, p.61-72. 1972.

EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis ssp.* **Aquaculture**, Amsterdam, v.179, p.146-168, 1999.

EVERMANN, B .W. e KENDALL, W.C. Notes on a collections of fishes from Argentina, South America, with descriptions of three new species **Proc. U.S. Nat. Mus.** v.31 p.67-108, 1906.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Yearbook of fishery statistics: summary tables. **FAO**, Roma (obtained by internet, <http://www.fao.org>) 2008.

FARIA, A.C.E.A.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. Farinha de vísceras de aves em rações para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p. 812-822, 2002.

FARIA, A.C.E.A.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. Substituição parcial e total da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, p.835-840, 2001.

FARIA, A.C.E.A.; HAYASHI, C.; GALDIOLI, E.M.; SOARES, C.M. Farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), linhagem tailandesa. **Acta Scientiarum**, v.23, p.903-908, 2001.

FARMLAND. [http://www.farmland.com/feed\\_ingredients/index.html](http://www.farmland.com/feed_ingredients/index.html). 2001

FELDMAN, B.F.; ZINKL, J.G.; JAIN, N.C. **Schalm's Veterinary Hematology**. 5.ed. Philadelphia: Lippincott:Williams & Wilkins, 1344p. 2000.

FERRUZZI, C. **Manual de Lombricultura**. Madrid: Mundi-Prensa, 121p, 2001.

FISHER, H. The amino acid deficiencies of blood meal for the chick. **Poultry Science**, v.47, p.1478-1481, 1968.

GOMEZ-ALFARO. C.; PEREA DE LA MATTA, A.; CASTRO, M.W. Aspectos reproductivos del pejerrey *Odontesthes regia regia* (Humboldt, 1821) em la zona de pisco (Peru) durante el período 1996-97 y mayo-julio Del 2002. In: **Jornadas de biología del pejerrey. Aspectos básicos y acuicultura**. Chascomus, 2 y 3 diciembre, 2004.

GONÇALVES, E.G. e CARNEIRO, J.C. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.779-786, 2003.

GRAU.C.R e ALQUIMIST, E.H.J. Beeg blood proteins in chick diets. **Poultry Science**, v. 23, p 486-490, 1944.

GROSSER, K. M., KOCH, W. R. , DRUGG-HAHN, S. Ocorrência e distribuição de peixes na estação ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil (Pisces, Teleostomi). **Iheringia, Série Zoologia**, v.77, p.89-98, 1994.

HANSEN, R.P.; CZOCHANSKA, Z. The fatty acid composition of the lipids of earthworms. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.26, p.961-971, 1975.

HARDY, R.W. Worldwide fish meal production outlook and use of alternative protein meals for aquaculture. In: Simposium Internacional de Nutricion Acuicola VIII. **Universidade Autonoma de Nuevo Leon**, Monterrey, Nuevo Leon, Mexico. p. 410-419. 2006. Disponível em: <http://w3.dsi.uanl.mx/publicaciones/maricultura/viii/pdf/25Hardy.pdf>

HEGEDUS, M.; BOKORI, J.; ANDRÁSOF SZKY, E. Optimizing protein quality of mixtures of blood meal, feather meal and bone meal. **Acta Veterinaria Hungarica**, v.38, p.143-152, 1990.

HILTON, J. W. Potential of freeze-dried worm meal as a replacement for fishmeal in trout diets formulations. **Aquaculture**, Amsterdam, v.32, p.277-283, 1983.

HULTIN, H. O. Textural attributes of proteinaceous animal foods as influenced by reactions during food processing. In: FENNEMA, O.R.; CHANG, W.H.; LII, C.Y. (Eds.) **Role of Chemistry in the Quality of Processed Food**. 1.ed. Westport, CT, USA: Food and Nutrition Press, p.202-224. 1986.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE/DPE/COAGRO, Pesquisa trimestral do abate de animais, 3º Trimestre de 2010. [www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/tea.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/tea.pdf) (5 janeiro de 2011).

KANTEK G.C.E.; PACHALY, J.R. **Manual de hematologia veterinária**. 1.ed. São Paulo, Brasil: Livraria Varela Ltda, 169p. 1994.

KLEEREKOPER H. O peixe-rei. Serv Infor Min Agric Rio de Janeiro, 98p. Cuvier G, Valenciennes A (1835). **Histoire naturelle de poissons**. Livre douzième, v.10, p.1-482. FG Levrault, Paris. 1945.

KUBITZA, F. Nutrição e alimentação dos peixes. Piracicaba: **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, 74p. 1997.

MAC DONAGH, E.J. Estudio preliminar de la ecologia del pejerrey en las lagunas del Monte y Cochico (Guamini). **Anales de la Oficina Química**, v. 1, p.1-40, 1928.

MAC DONAGH, E.J. La ecologia del pez Dientudo (*Acestrorhamphus jenynsis*) en la Laguna Cochico y estudio lepidologico de La HISTORY OF LIMNOLOGY IN ARGENTINA 177 especie. Nor. *Prelim. Mus. La Plata*, v.1, p.255-289, 1928.

MACARI, M.; LUQUETTI, B.C. Fisiologia cardiovascular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES. E. (Eds) **Fisiologia aviária aplicada a frango de corte**. Jaboticabal, Brasil: FUNEP/UNESP, 375p. 2002.

MARINI, T.L. Trabajos de piscicultura en el Embalse Rio III. **Physis**, v.18, p.497-510, 1939.

MARTINS, S.N.; GUZMÁN, E.C. Effect of drying method of bovine blood on the performance of growing diets for tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) in experimental culture tanks. **Aquaculture**, v.124, p.335-341, 1994.

MESKE, C. **Fish aquaculture: technology and experiments**. Oxford: Pergamon Press, 237p. 1985.

MEURER, F.; HAYASHI, C; BOSCOLO, W.R. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1801-1809, (Supl. 2), 2003.

MEURER, F. HAYASHI, C; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.566-573, 2002.

MILES, R.D. and Chapman, F.A. The Benefits of fish Meal in Aquaculture Diets. **IFAS**, Florida. 2006.

MILLAMENA, O.M. Replacement of fish meal by animal by-product meals in a practical diet for grow-out culture of grouper *Epinephelus coiodes*. **Aquaculture**, v.204, p.75-84, 2002.

MIRANDA, L.A.; BERSAIN, G. E.; VELASCO, C. A. M.; SHIROJO, Y.; SOMOZA, G. M. Natural spawning and intensive culture of pejerrey *Odontesthes bonariensis* juveniles. **Biocell**, v.30, p.157-162, 2006.

NANDEESHA, M.C.; SRIKANTH, G.K.; BASAVARAJA, N.; KESHAVANATH, P.; VARGHESE, T.J. ; BANO, K.; ; RAY, A.K; KALE, R.D. Influence of earthworm meal on the growth and flesh quality of common carp. **Biological Wastes**, v.26, p.189-198, 1988.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requeriments of Fish. Washington: **National Academy**, 114p. 1993.

NEILL, W.H.; BRYAN, J.D. Responses of fish to temperature and oxygen, and response integration through metabolic scope. In: BRUNE, D.E. & TOMASSO, J.R.(Eds.) **Aquaculture and water quality**. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, p.30-57. 1991.

OCKERMAN, H.W.; HANSEN, C.L. Blood utilization In: OCKERMAN, H.W., HANSEN, C.L. (Eds). **Animal By Product Processing**, 1.ed. New York: VCH Publishing Company, Inc. NY. 1988.

OTUBUSIN, S.O. Effects of different levels of blood meal in pelleted feeds on tilapia, *Oreochromis niloticus*, production in floating bamboo net-cages. **Aquaculture**, v.65, p.263-266, 1987.

PADILHA, A. C. M.; LEAVY S.; SAMPAIO, A.; JERÔNIMO, F. B. Gestão ambiental de resíduos na Perdigão Agroindustrial S/A – Unidade Industrial de Serafina Corrêa – RS. In: XLIII **Congresso da Soc. Bras. de Econ. e Sociologia Rural**. Ribeirão Preto/ Julho, 2005. Disponível em: [http://ich.ufpel.edu.br/economia/professores/xavier/gestao\\_de\\_residuos\\_pela\\_perdigao.pdf](http://ich.ufpel.edu.br/economia/professores/xavier/gestao_de_residuos_pela_perdigao.pdf).

PAIVA M.P.; SCHEFFER, A.C. Incubação artificial e aproveitamento de desovas do peixe-rei *Odonthestes bonariensis* (Valenciennes) (Pisces: Atherinidae). **Ciência e Cultura**, v.30, p.208– 211, 1978.

PAPADOPOULOS, M.C. Effect of processing on high-protein feedstuffs: a review. **Biological Wastes**, v.29, p.123-138, 1989.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1595-1604, 2002.

PEZZATO, L.E.; MENEZES, A.; BARROS, M.M.; GUIMARÃES, I.G.; SCHICH, D. Levedura em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. **Veterinária e Zootecnia**, v.13, p.84-94, 2006. Disponível em: <[http://www.fmvz.unesp.br/revista/volumes/vol13/VZ13%282006%29\\_84-94.pdf](http://www.fmvz.unesp.br/revista/volumes/vol13/VZ13%282006%29_84-94.pdf)>.

PEZZATO, L.E. Tecnologia de processamento de dietas, alimentos e alimentação de organismos aquáticos. **Caderno didático. UNESP**, Jaboticabal, SP. 63 p. 1996.

PIEDRAS, S. R. N.; POUHEY, J. L. F. Avaliação de quatro dietas balanceadas no crescimento e sobrevivência de larvas de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 11, 2000, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: ABRAq, 2000. CD-Rom.

PIEDRAS, S. R. N.; POUHEY, J. L. O. F.; MAOTOYAMA, I. S.; MARTINS, G. B. Efeito de diferentes concentrações de salinas (NaCl) na sobrevivência de embriões de peixe – rei *Odontesthes bonariensis* e *Odontesthes humensis*. **Biotemas**, v. 22, p.235-238, 2009.

PIEDRAS, S.R.N.; POUHEY, J.L.F.; RUTZ, F. Efeitos de diferentes níveis de proteína bruta e de energia digestível na dieta sobre o desempenho de alevinos de peixe-rei. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, p.97-101, 2004.

PRODOHL, P.A. & J . S . LEVY. Genetic study of Atherinidae fishes of Mangueira Lagoon (RS-Brazil). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.94, p.423-426, 1989.

RANA, K. J. Parental influences on egg quality, fry production and fry performance in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) and *O. mossambicus*. Stirling: Institute of Aquaculture, Thesis (Doctor of Philosophy) **Institute of Aquaculture**, University of Stirling, Stirling, Scotland. 295 p. 1986.

RINGUELET, R. A. Un ejemplo de criterio normativo para La explotación de un recurso íctico de aguas continentales. La pesca comercial del pejerrey en la laguna de Chascomús (1958). **Agro**, v.6, p. 61-78, 1964.

RINGUELET, R. A., R. Iriart & A. H. Escalante. Alimentación Del pejerrey (*Basilichthys bonariensis bonariensis*, Atherinidae) em laguna de Chascomús (Buenos Aires, Argentina). Relaciones ecológicas de complementación y eficiencia trófica del plancton. **Limnobiós**, v.1, p.447-600. 1980.

RINGUELET, R. Ecología alimentícia del pejerrey (*Odontestes bonariensis*) con notas limnológicas de la laguna Chascomús. **Revista del Museo de la Plata**, v.2, p.427-461. 1942.

- ROCH, P.; VALEMBOIS, P.; DAVANT, N.; LASSEGUES, M. Protein analysis of earthworm coelomic fluid: II. isolation and biochemical characterization of the *Eisenia foetida* Andrei Factor (EFAF). **Compendium of Biochemistry and Physiology**, v.69B, p.829-836, 1981.
- ROTTA, M. A.; AFONSO, L. O. B.; JUNIOR, A. M. P.; WASSERMANN, G. J. Uso da farinha de minhoca como alimento para pós-larva de tilápia. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Embrapa Pantanal. 35p. 2003.
- SAMPAIO, F.G.; HISANO, H.; YAMAKI, R.A.; KLEEMANN, G.K.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. Digestibilidade aparente das farinhas de peixe nacional e importada e das farinhas de sangue tostada e *spray-dried*, pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.). **Acta Scientiarum**, v.23, p.891-896, 2001.
- SAMPAIO, L.A e PHONLOR, G. Effects of stocking density on growth and survival of the marine silverside *O. argentinensis* (Pisces: Atherinidae) larvae. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 39, p 443-449. 1996.
- SAS - INSTITUTE. **User's guide: statistics**. Cary. NC. 2000.
- SCHIPP, S.; Is the Use of Fishmeal and Fish Oil in Aquaculture Diets Sustainable? Manager Aquaculture, Fisheries, **Darwin Aquaculture Centre**, n. 124, 15p. 2008.
- SEERLEY, R.W. Major feedstuffs used in swine diets. In: MILLER, E.R.; ULLREY, D.E.; LEWIS, A.J.J. (Eds) **Swine nutrition**, 4.ed., Boston: Butterworth-Heinemann, 1991.
- SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; REIDEL, A.; SIGNOR, A.; GROSSO I. R. Farinha de vísceras de aves na alimentação de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). **Ciência Rural**, v.37, p. 828-834, 2007.
- STICKNEY, R.R. Effects of salinity on aquaculture production. In: BRUNE, D.E.; TOMASSO, J.R.(Eds.) **Aquaculture and water quality**, Baton Rouge: The World Aquaculture Society, p.105-132, 1991.
- STRÜSSMANN C.A. Basic studies on seed production of pejerrey *Odontesthes bonariensis*. Doctoral dissertation thesis. **Tokyo University of Fisheries**, Tokyo, Japan, 351p. 1989.
- STRÜSSMANN C.A., NG B.C., TAKASHIMA F. & OSHIRO T. Triploidy induction in an atherinid fish, the pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). **The Progressive Fish-Culturist**, v.55, p.83-89, 1993.
- SWAISGOOD, H.E., CATIGNANI, G.L. Protein digestibility: in vitro methods of assessment. **Advances in Food and Nutrition Research**, v.35, p.185-236, 1991.
- TACON, A. G. J.; STAFFORD, E. A.; EDWARDS, C. A. A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbric worms for rainbow trout. **Aquaculture**, v.35, p.187-199, 1983.

- TEIXEIRA, E.D.; CREPALDI, D.V.; FARIA, P.M.C.; RIBEIRO, L.P. ; MELOANA, D.C.; EULER, C.C.; SALIBA, E.O.S. Substituição de farinha de peixes em rações para peixes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.30, p.118-125, 2006.
- TSUZUKI, M. Y.; OGAWA, I. K.; STRUSSMANN, C. A.; MAITA, M.; TAKASHIMA, F. Physiological responses during stress and subsequent recovery at different salinities in adult pejerrey *Odontesthes bonariensis*. **Aquaculture**, v.200, p 349-362, 2001.
- TSUZUKI, M.Y.; AIKAWA, H.; STRÜSSMANN, C.A.; TAKASHIMA, F. Comparative survival and growth of embryos, larvae, and juveniles of pejerrey *Odontesthes bonariensis* and *O. hatcheri* at different salinities. **Journal of Applied Ichthyology**, v.16, p.126-130, 2000.
- TSUZUKI, M. Y.; OGAWA, k; STRÜSSMANN, C. A., MAITA, M.; TAKASHIMA, F.; MELO, C. M. R. The significance of cortisol on acclimation to salinity in pejerrey *Odontesthes bonariensis*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.1301-1307, 2007.
- VELASQUEZ, L.; IBAÑEZ, I.; HERRERA, C.; OYARZUN, M. A note on the nutritional evaluation of worm meal (*Eisenia foetida*) in diets for rainbow trout. **Animal Production**, v.53, p.119-122, 1991.
- WALTZ, D.M.; STERN, M.D.; ILLG, D.J. Effects of ruminal protein degradation of blood meal and feather meal on the intestinal amino acid supply to lactating cows. **Journal Dairy Science**, v.72, p.1509-1518, 1989.
- WILDER, O.H.M.; OSTBY, P.C.; GREGORY, B.R. The use of chicken feather meal in feeds. **Poultry Science**, v.34, p.518-524, 1955.
- YOUSIF. O. M.; OSMAN, M. F.; ANAWHI, A. A. Optimum protein to energy ratio for to size groups of rabbitfish, *Siganus canalicatus* (Park). **Aquaculture Nutrition**, v.2, p.229-233, 1996.