

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Farinha de vísceras de aves como fonte proteica alternativa na
nutrição do dourado, *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816)**

Renan Antunes Donadelli

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

**Piracicaba
2014**

Renan Antunes Donadelli
Engenheiro Agrônomo

**Farinha de vísceras de aves como fonte proteica alternativa na
nutrição do dourado, *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816)**

Versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011.

Orientador:
Prof. Dr. **JOSÉ EURICO POSSEBON CYRINO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

Piracicaba
2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Donadelli, Renan Antunes

Farinha de vísceras de aves como fonte proteica alternativa na nutrição do dourado, *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816) / Renan Antunes Donadelli. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2014.

51 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

1. Nutrição de peixes 2. Ingredientes alternativos 3. Avaliação econômica I. Título

CDD 639.375
D674f

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Marina e José, e minha irmã, Isis, que sempre me incentivarem e apoiarem nas minhas decisões, e à minha namorada, Fernanda, pelo apoio e ajuda.

Agradeço à Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e Programa de Pós-graduação em Ciências Animal e Pastagens do Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Agradeço também a CAPES e ao CNPq pelo financiamento da bolsa de pesquisa, em especial ao CNPq, pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. José Eurico, Zico, pela oportunidade, apoio, orientação, ensinamentos e paciência durante todo o curso de mestrado e os tempos de estagiário, e a todos os professores de Departamento de Zootecnia pela busca da excelência de seus alunos.

Ao pós doutorando Daniel Y. Sonoda e ao doutorando Fredy A. A. Aguilar, pelo auxílio nas análises econômicas e estatísticas.

Aos meus amigos do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens pela convivência durante o curso: Fernando Yamamoto, Eduardo, Fredy, Roselany, Rafael Barone, Evandro, Thaline, Ricardo, Tarcila, Ligia, Thiago, João Fernando, Rafael Sabione, Fernando Cornélio, João Pedro, Liliane, Mayara, Cristiano, pela convivência e ensinamentos.

Aos estagiários do Setor de Piscicultura: Núbio, Michel, Leonardo, Daniel, Leticia, Sean, Marcelo, Murilo e Lucas, pelo auxílio durante todo o período experimental e análises laboratoriais.

Aos meus amigos da República Taverna, pela paciência, apoio e compreensão.

Aos funcionários do Setor de Piscicultura, Sérgio Pena e Ismael Baldessin Jr., pelo auxílio no preparo das rações experimentais e adequação das instalações para desenvolver o experimento e à Guarda Universitária da ESALQ-USP, sempre atenta aos episódios de falta de energia elétrica e preocupada em comunicar rapidamente e acompanhar até o restabelecimento do sistema.

“Quem nunca cometeu um erro, nunca tentou algo novo.”

Albert Einstein

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 O dourado	19
2.2 Farinha de peixe e farinha de vísceras de aves	21
2.3 Avaliação econômica da substituição de ingredientes proteicos em rações para peixes	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 Análises de desempenho e composição corporal	31
3.2 Avaliação econômica da substituição de ingredientes proteicos.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS.....	45

RESUMO

Farinha de vísceras de aves como fonte proteica alternativa na nutrição do dourado, *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816)

Alguns peixes carnívoros, como o salmão e a truta, são produzidos mundialmente com rações nutricionalmente completas contendo elevados níveis de farinha e óleo de peixe em função da excelente qualidade nutricional destes ingredientes. A estagnação dos estoques pesqueiros e a demanda crescente por estes ingredientes fazem com que o custo com alimentação de peixes carnívoros seja cada vez mais elevado. Nutricionistas vêm então buscando substituir a farinha e o óleo de peixe nas dietas comerciais, sem prejudicar o desempenho dos peixes confinados. O dourado, *Salminus brasiliensis*, é um Characiforme ictiófago neotropical de grande porte que apresenta um grande potencial para a aquicultura: excelente qualidade de carne e boa aceitação do mercado consumidor, refletidos em elevado valor comercial, sendo ainda procurado para a pesca esportiva. Entretanto, os estudos sobre o uso da espécie em piscicultura comercial são ainda rudimentares. Os objetivos deste estudo foram avaliar o desempenho do dourado alimentado com dietas contendo a farinha de vísceras em substituição à farinha de peixe e determinar o nível máximo de substituição da farinha de peixes que permitisse a maximização do lucro. O experimento foi realizado em um sistema de recirculação de água com controle de temperatura ($26,78 \pm 2,21$ °C), oxigênio dissolvido ($6,44 \pm 1,03$ mg L⁻¹), pH ($7,40 \pm 0,28$) e amônia total ($\leq 0,25$ mg L⁻¹). Juvenis de dourado ($12,00 \pm 0,58$ g) foram distribuídos em 24 caixas de polietileno de 300 L (12 peixes por caixa) em um delineamento inteiramente casualizado (n=4), aclimatados às condições de criação e dietas por 10 dias, submetidos a jejum de 24 horas, pesados, medidos e então alimentados em duas refeições diárias por 66 dias com rações extrudadas, nutricionalmente completas (40% de proteína digestível e 4020 kcal kg⁻¹ de energia digestível), com níveis crescentes de farinha de vísceras de aves (0, 20, 40, 60, 80, 100%) em substituição à fonte dietética de proteína, a farinha de peixe. Ao final do período experimental foi feita a biometria para cálculo das seguintes variáveis de desempenho: peso médio final, ganho de peso médio, taxa de crescimento específico, consumo de ração, taxa alimentar, sobrevivência, índice de conversão alimentar, taxa de eficiência proteica, valor produtivo da proteína, eficiência de retenção de energia e maximização do lucro. Embora as variáveis estudadas não apresentassem diferenças significativas (P>0,05), foi observada a presença de dados influentes ou atípicos, que viciaram os resultados da regressão. Para diminuir a influência destes dados na curva da regressão, foi adotado o método da regressão robusta. A análise de maximização do lucro determinou que o nível ótimo de substituição de farinha de peixe por farinha de vísceras de aves foi de 33,29 %.

Palavras-chave: Nutrição de peixes; Ingredientes alternativos; Avaliação econômica

ABSTRACT

Poultry byproduct meal as surrogate protein source in diets for dourado, *Salminus brasiliensis* (CUVIER, 1816)

Carnivorous fish such as trout and salmon are raised on complete feeds, containing large quantities of fish oil and fishmeal, the best quality feed ingredient there is. The stagnation of natural fish stocks and the increasing demand for such feedstuffs makes the cost of carnivorous fish diets increasingly high. Nutritionists are thus in search of alternative ingredients to replace fishmeal in commercial diets without hampering fish performance. The dourado, *Salminus brasiliensis*, is a Neotropical, large ichthyophagous Characin, highly regarded for fish farming and sport fishing alike because of its prized flesh, high acceptance and market value. However, studies on the farming and husbandry of dourado are still rudimentary. This study evaluates the performance of dourado fed diets formulated to contain increasing levels of poultry byproduct meal in replacement of fish meal and determining the maximum level of replacement of fishmeal that maximizes profit. Trial was set up in a closed loop system, controlled temperature (26.78 ± 2.21 °C), dissolved oxygen (6.44 ± 1.03 mg L⁻¹), pH (7.40 ± 0.28), and total ammonia (≤ 0.25 mg L⁻¹). Juvenile fish were stocked in 24 tanks (300 L, 12 fish per tank) in a completely randomized design (n=4), acclimatized to system conditions and experimental diets for 10 days, fasted for 24 hours, weighted, measured and then fed twice a day for 66 days with extruded, nutritionally complete diets (40% digestible protein and 4020 kcal kg⁻¹ digestible energy), formulated to contain increasing levels of poultry byproduct meal (0, 20, 40, 60, 80, 100) as surrogate protein source to fish meal. At the end of feeding period, fish were measured and weighted (final average weight) to allow determining average weight gain, specific growth rate, feed consumption, feed conversion rate, protein efficiency rate, productive value of protein, energy retention rate, survival rate and profit maximization. Performance parameters did not differ ($P>0.05$), so to decrease the effects of influent data, the robust regression method was used and the profit maximization analysis revealed that replacing 33.29% of dietary fishmeal by poultry byproduct meal maximizes profit in the farming of dourado.

Keywords: Fish nutrition; Surrogate feedstuff; Economic feasibility

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação simplificada de uma planta processadora para produção de farinha de peixe (adaptado de HERTRAMPF; PIEDAD-PASCUAL, 2000).....	22
Figura 2 - Fluxograma de uma fábrica produtora de farinha de vísceras de aves (adaptado de FERNANDES, 2011).....	25
Figura 3 - Regressão do peso final médio nos diferentes níveis de substituição de farinha de vísceras de aves por farinha de peixe	37
Figura 4 - Regressão do ganho de peso médio nos diferentes níveis de substituição de farinha de vísceras de aves por farinha de peixe	37
Figura 5 - Regressão do índice de conversão alimentar nos diferentes níveis de substituição de farinha de vísceras de aves por farinha de peixe	38
Figura 6 - Regressão da taxa de eficiência proteica nos diferentes níveis de substituição de farinha de vísceras de aves por farinha de peixe	38
Figura 7 - Representação da curva de lucro (L) em função do percentual de substituição de farinha de vísceras de aves por farinha de peixe	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Porcentagem de inclusão dos ingredientes e composição das dietas experimentais	30
Tabela 2 - Valores das variáveis de desempenho e composição corporal avaliados ($\mu \pm SE$).....	36
Tabela 3 - Composição dos aminoácidos essenciais da farinha de peixe (FP) e da farinha de vísceras de aves (FVA), valores em porcentagem da proteína bruta e exigência de aminoácidos essenciais do dourado	39
Tabela 4 - Dados utilizados para análise de regressão.....	41

1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de pescado está estabilizada em aproximadamente 90×10^6 t, principalmente devido à sobrepesca. De maneira oposta, a aquicultura cresce consistentemente, passando de $47,3 \times 10^6$ t em 2006 para $63,6 \times 10^6$ t em 2011 (FAO, 2012). O Brasil acompanha esta tendência mundial: nos últimos 10 anos a produção da aquicultura cresceu de 170×10^3 para 480×10^3 t, enquanto a produção da pesca manteve-se em aproximadamente 800×10^3 t (MPA, 2012).

A expansão da piscicultura no Brasil foi baseada em espécies exóticas como a tilápia e a carpa (ZANIBONI-FILHO, 2000). Porém, mais recentemente, os produtores redirecionaram seu interesse para a produção de espécies endêmicas, por exemplo o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), o tambaqui (*Colossoma macropomum*), o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), a cachara (*P. fasciatum*) e o dourado (*Salminus brasiliensis*), estimulados pelo melhor preço de venda e aceitação do mercado consumidor, assim como pela melhor qualidade de carne (CAMPOS, 2010; DELLA FLORA et al., 2010; GOMES; SIMÕES; ARAÚJO-LIMA, 2010; URBINATI; GONÇALVES; TAKAHASHI, 2010; WEINGARTNER; ZANIBONI-FILHO, 2010).

O dourado, *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816), é um Characiforme originário na bacia do Prata, espécie de desova total e hábito alimentar carnívoro, estudada principalmente com vistas à conservação dos estoques naturais, em alguns locais já ameaçado de extinção devido ao barramento dos corpos d'água e sobrepesca (MAKRAKIS; MAKRAKIS, 2012; POMPEU, 2012; WEINGARTNER; ZANIBONI-FILHO, 2010). O dourado é não só a espécie mais estudada do gênero *Salminus*, como também aquela considerada a de maior potencial para criação dado seu rápido desenvolvimento inicial e elevado valor comercial (WEINGARTNER; ZANIBONI-FILHO, 2010). Sendo uma espécie carnívora, necessita de maiores quantidades de proteína na dieta, elevando os custos com alimentação (BORGHETTI et al., 1990; CYRINO; ROUBACH; FRACALLOSSI, 2012), em especial porque nos últimos anos o preço da farinha de peixe [FP], principal fonte proteica na dieta de peixes carnívoros, aumentou cerca de 55% (US\$ 1.143,00 em julho de 2009 para US\$ 1.775,00 a tonelada no terceiro trimestre de 2012) (FAO, 2014).

A farinha de peixe é produzida a partir dos peixes sem valor comercial para consumo humano ou de resíduos de processamento (BUTOLO, 2010), ou seja, a produção de FP dependente dos estoques naturais, uma vez que os maiores

produtores capturam peixes marinhos para sua fabricação. Em função da estagnação pesqueira, a produção de farinha de peixe não acompanha o crescimento da aquicultura, o que resulta em aumento dos custos de produção. Neste cenário, uma das principais linhas de pesquisa em nutrição de peixes é a busca por ingredientes que possam substituir a farinha de peixe nas dietas, com os objetivos de diminuição dos custos de produção e alívio da pressão de pesca, ou seja, redução da sobrepesca.

O Brasil é o terceiro maior produtor de frangos de corte do mundo (INDEXMUNDI, 2014) e os resíduos dos abatedouros podem gerar subprodutos – farinha de penas, farinha de penas e vísceras, farinha de vísceras, entre outros – que podem ser utilizados na nutrição animal (BUTOLO, 2010). O uso da farinha de vísceras de aves na dieta de peixes, por exemplo, foi testado em um experimento com piavuçu e a substituição total de farinha de peixe por farinha de vísceras de aves não comprometeu o desempenho zootécnico dos animais (SCHWERTNER et al., 2013).

A fauna brasileira é muito rica em espécies com potencial para a produção aquícola, porém há uma grande deficiência nos estudos relacionados a estas espécies. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o desempenho do dourado alimentado com dietas contendo farinha de vísceras em substituição à farinha de peixe e determinar o nível máximo de inclusão de farinha de vísceras que maximiza o lucro na produção.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O dourado

O território brasileiro compreende diversas bacias hidrográficas, com uma diversidade muito grande de espécies, muitas das quais com potencial para a aquicultura. Algumas destas as espécies endêmicas já são produzidas com sucesso, dentre elas o tambaqui, o pacu e os surubins (*Pseudopatystoma* sp.) (MPA, 2012). O dourado é uma espécie que recentemente despertou a atenção dos criadores e pesquisadores, pelo seu rápido desenvolvimento inicial, elevado valor de mercado, aceitação pelos consumidores e preocupação com a conservação da espécie; é a espécie do gênero *Salminus* merecedora do maior número de trabalhos científicos, mais um dos motivos pelos quais também é considerada a espécie de maior potencial aquícola do gênero (WEINGARTNER; ZANIBONI FILHO, 2010).

O dourado é um peixe reofílico e ictiófago nativo das Bacias do Prata, Chaparé e Mamoré, uma espécie de grande porte muito procurada pelos praticantes da pesca esportiva, sendo muito utilizado em estabelecimentos de pesque-pague. Atualmente as pesquisas com a espécie contemplam, principalmente, a sua conservação, uma vez que em alguns locais a espécie já se encontra ameaçada de extinção, sobretudo devido ao barramento dos corpos d'água e sobrepesca (MAKRAKIS; MAKRAKIS, 2012; POMPEU, 2012; WEINGARTNER; ZANIBONI FILHO, 2010).

O dourado responde positivamente à técnica de desova induzida e propagação artificial (WEINGARTNER; ZANIBONI FILHO, 2010). A larvicultura é o principal entrave na produção de alevinos da espécie que pratica intenso canibalismo no início da alimentação exógena, tendo marcada preferência por larvas de peixes como primeiro alimento (LUZ et al., 2000; ZANIBONI FILHO, 2003; WEINGARTNER; REYNALTE-TATAJE; ZANIBONI-FILHO, 2003). Por exemplo, o fornecimento de larvas de *Prochilodus lineatus* como primeiro alimento para larvas de dourado foi testado em um experimento e os autores concluíram que o fornecimento de 32 larvas de *P. lineatus* para cada larva de dourado em um período de seis dias garantiu uma sobrevivência de 72,4% (MEURER et al., 2002). A transição de alimento vivo para dietas inertes se inicia no quinto dia após a eclosão, pois nesta idade os animais já possuem enzimas digestivas em concentrações suficientes para a digestão deste tipo de dieta (VEGA-ORELLANA; FRACALLOSSI; SUGAI, 2006).

Segundo Vega-Orellana, Fracalossi e Sugai (2006) a substituição gradual de alimento vivo por dieta inerte do sétimo ao nono dia não provocou redução na sobrevivência das larvas, sendo que do nono dia em diante só foi oferecido alimento inerte.

A produção de alevinos, mesmo com grandes dificuldades, é a fase de produção mais praticada pelos produtores, pois as etapas seguintes na criação ainda não são interessantes economicamente (WEINGARTNER; ZANIBONI FILHO, 2010). Fracalossi et al. (2004) demonstraram que juvenis de dourados mantidos por 20 meses em viveiros escavados chegaram a um peso final de 324 g, sendo alimentados somente com rações comerciais. Contudo, em situação de abundância de espécies forrageiras, alguns produtores demonstraram que o dourado pode atingir 2 kg ao final do primeiro ano de vida (WEINGARTNER; ZANIBONI FILHO, 2010).

Na natureza, o dourado é um peixe que se alimenta de outros peixes, principalmente da família *Pimelodidae* (ESTEVES; PINTO LÔBO, 2001; ZANIBONI FILHO et al., 2000). A expansão da sua criação está limitada por duas dificuldades: produção de juvenis em grandes quantidades e custo elevado com a alimentação (FURUYA, 2001; ZANIBONI FILHO, 2000). Mundialmente, diversas espécies carnívoras são criadas com sucesso, a exemplo do salmão e truta. Porém, como não existe no mercado brasileiro de rações para peixes dietas espécie-específicas, no caso específico do dourado é necessário dispor de espécies forrageiras (lambari, acará e tilápia) para completar as exigências nutricionais da espécie (WEINGARTNER; ZANIBONI FILHO, 2010).

Alguns autores testaram diferentes dietas em diferentes estádios de desenvolvimento da espécie. Borghetti, Canzi e Fernandez (1990) testaram dietas práticas (30, 35 e 40% de proteína bruta) para juvenis de dourado com peso médio inicial de 167,4 g, mantidos em tanques rede de 3,6 m³. O maior nível de inclusão de proteína na dieta promoveu o maior ganho de peso, portanto, não foi possível determinar a exigência em proteína para esta fase de criação. Teixeira, Machado e Fracalossi (2010) realizaram dois experimentos com o objetivo de determinar a exigência em proteína para o dourado. Inicialmente, juvenis com peso médio inicial de 0,75 g foram alimentados por 29 dias com dietas isoenergéticas com níveis crescentes de proteína (32,29, 36,96, 40,32, 47,27, 51,85 e 57,63 %). Não foi possível determinar o nível ótimo de proteína dietética, uma vez que o melhor ganho

de peso foi registrado para os peixes alimentados com o maior nível de proteína bruta. No segundo experimento, juvenis com peso médio inicial de 5,68 g foram alimentados por 94 dias com rações isoenergéticas com níveis crescentes de proteína bruta (33,93, 38,11, 41,18, 45,33, 49,65 e 53,61 %) e registrou-se que o nível de 45,4 % de proteína bruta na dieta ensejou o máximo ganho de peso dos peixes.

O dourado é um peixe exigente quanto à qualidade de água nos sistemas de produção, reflexo das condições do habitat natural. A concentração letal para metade dos peixes em 96 horas de ensaio [CL₅₀ - 96h] para o oxigênio dissolvido é de 0,66 a 0,75 mg L⁻¹, e concentrações inferiores a 0,60 mg L⁻¹ promovem mortandade total do estoque em 12 horas (GAZZOLA, 2003). Para o conforto da espécie é recomendado um nível de oxigênio dissolvido de pelo menos 4,0 mg L⁻¹ (CARNEIRO; URBINATI, 1999). Quanto aos níveis de amônia, o dourado é considerado uma espécie resistente quando comparada a outras, sendo que a CL₅₀ - 96h é de 1,84 mg L⁻¹ (GAZZOLA, 2003).

2.2 Farinha de peixe e farinha de vísceras de aves

O processamento de espécies pelágicas capturadas, em esforço de pesca direto ou marginal, e resíduos de frigorífico de peixes tem como resultado o óleo de peixe e um material finamente moído e seco, a farinha de peixe (HARDY; TACON, 2002; HERTRAMPF; PIEDAD-PASCUAL, 2000). Os primeiros registros do uso de subprodutos do pescado na alimentação animal vêm da Noruega, em 800 D.C., tempo em que os peixes eram prensados para extração do óleo para o consumo humano e o resíduo fornecido para os animais na forma de “ração”. Relatos das viagens de Marco Polo no século XIV dão conta do uso de uma ração primitiva, similar à farinha de peixe, na criação de animais (gado, ovelhas, cavalos e camelos), que se alimentavam sem sinais de rejeição ao alimento (HARDY; TACON, 2002).

A farinha de peixe também pode ser definida como um produto sólido originado pela remoção da maior parte da água e de parte do óleo dos resíduos do pescado. A produção de farinha de peixe é realizada em fábricas especializadas e pode ser classificada de diversas formas: país de origem, tipo de processamento, espécies utilizadas e coloração. O esquema simplificado da produção desta farinha animal está representado na Figura 1.

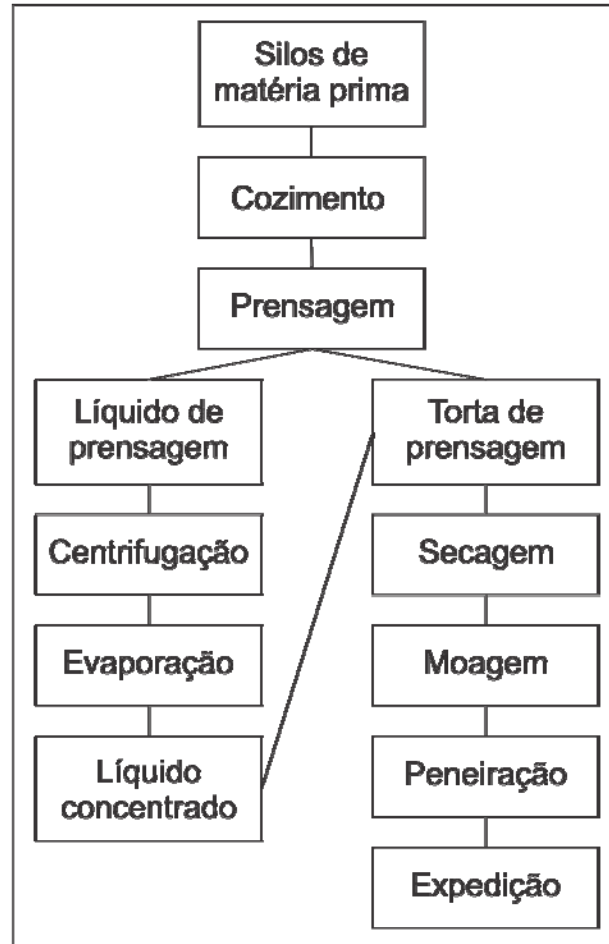


Figura 1 - Representação simplificada de uma planta processadora para produção de farinha de peixe (adaptado de HERTRAMPF; PIEDAD-PASCUAL, 2000)

Para se obter farinha de peixe de boa qualidade é necessário evitar deteriorações e contaminações do pescado, sendo necessário que o processamento já seja iniciado nos barcos pesqueiros. Quando o pescado chega ao local de processamento, deve ser imediatamente lavado e levado a cozimento, após o que o material é prensado para a retirada de água e óleo, originando a torta de prensagem. O líquido retirado nesta etapa passa por uma centrifugação, separando o óleo da água. A água, que ainda contém matéria orgânica, é levada ao evaporador para concentração e posterior mistura à torta de prensagem. Esta mistura é, então, levada ao secador e, por fim, aos moinhos e peneiras, originando a farinha de peixe (HERTRAMPF; PIEDAD-PASCUAL, 2000). O rendimento do processo é dependente da matéria prima utilizada, sendo de aproximadamente 22 a 24 % o rendimento em farinha e 5 a 7 % o rendimento em óleo (INFANTE, 2006; TACON; METIAN, 2008).

A farinha de peixe é um ingrediente de altíssima qualidade. A fração proteica é uma excelente fonte de aminoácidos essenciais, porém com grande variação no conteúdo e proporções, principalmente em função da variação da qualidade da matéria prima utilizada: espécies, estação do ano e latitude em que os peixes foram capturados. A fração lipídica, assim como a fração proteica, é de excelente qualidade, principalmente se os peixes utilizados para produção possuem ácidos graxos poli insaturados de cadeia longa – PUFA –, especialmente da família n-3. Para evitar a perda destes ácidos graxos pela oxidação é fundamental a adição de antioxidantes assim que o óleo de peixe é separado. O conteúdo de cinzas da farinha de peixe é rico em cálcio, fósforo e magnésio; além do selênio estar presente e ter boa disponibilidade. A farinha de peixe é rica em vitaminas hidrossolúveis e pobre em vitaminas lipossolúveis; tem elevado conteúdo de ácido glutâmico, que contribui com a alta palatabilidade. A principal desvantagem da farinha de peixe é a presença de histamina, excepcionalmente quando os peixes são manejados inadequadamente antes do processamento. A histamina é termo resistente, porém a enzima histaminase, presente no trato digestório de peixes, é capaz de inativá-la (HERTRAMPF; PIEDAD-PASCUAL, 2000).

A digestibilidade da proteína e da energia da FP pelo dourado foi testada em dois experimentos. Os valores registrados pelos autores foram 94,67 e 94,3% para a proteína e 93,68 e 91,0% para a energia (respectivamente BRAGA; BORGHESI; CYRINO, 2008; BORGHESI; DAIRIKI; CYRINO, 2009). Estes estudos demonstraram que o dourado pode utilizar eficientemente a proteína e a energia proveniente da farinha de peixe.

Devido à estagnação pesqueira e ao aumento da produção de peixes em confinamento, há um aumento da demanda por FP, porém a produção não supre este aumento de consumo. Como consequência deste cenário, os preços das dietas têm aumentado muito e uma das principais linhas de pesquisa em nutrição de peixes é o teste de ingredientes alternativos à farinha de peixe. Para ser considerado substituto da FP, o ingrediente deve ter preço competitivo, garantir elevado desempenho dos animais por unidade de proteína consumida, não afetar a qualidade do produto final (*off flavor*), possuir baixo potencial poluente e ser de fácil aquisição, transporte e manejo durante a fabricação das rações (HARDY; TACON, 2002; HARDY, 2010).

Várias fontes proteicas de origem vegetal, resíduos de várias agroindústrias, têm sido utilizadas em estudos como alternativas à FP, principalmente pelo custo relativamente menor e grande disponibilidade (HARDY, 2010). No entanto, estas fontes apresentam perfil de aminoácidos essenciais não balanceados e fatores antinutricionais em quantidades consideráveis. Os fatores antinutricionais, em muitos dos casos, são destruídos durante o processamento. Contudo, a persistência de níveis médios a elevados pode prejudicar o desempenho dos animais. Para diminuir a quantidade destes fatores é possível o emprego de técnicas de processamento térmico extrações por solventes e até a remoção do amido, processamentos que encarecem significativamente o produto final (HARDY, 2010; ROMARHEIM et al., 2008).

O farelo de soja [FS] é o ingrediente proteico vegetal mais comumente utilizado na formulação e processamento de rações para peixes. Seu perfil em aminoácidos essenciais, principalmente os sulfurados, não é balanceado. No entanto o FS, junto a outros ingredientes vegetais, é considerado um bom substituto da farinha de peixe uma vez que seu custo é relativamente baixo e possui um bom valor nutricional (ESPE et al., 2007; FOURNIER; HUELVAN; DESBRUYERES, 2004; GODA; EL-HAROON; CHOWDHURY, 2007; MARTÍNEZ-LLORENS et al., 2007). A digestibilidade da proteína e da energia do FS também foi testada para o dourado, sendo que os valores encontrados pelos autores – 94,51 e 93,1% para a proteína e 85,00 e 80,6% para a energia (respectivamente BRAGA; BORGHESI; CYRINO, 2008; BORGHESI; DAIRIKI; CYRINO, 2009) – fizeram com que o FS fosse considerado um substituto parcial da FP.

Outros ingredientes que podem substituir a FP são as farinhas animais obtidas na forma de subprodutos dos abatedouros e frigoríficos. Segundo o UBABEF (2014), a produção de carne de frangos no Brasil em 2012 foi de $12,6 \times 10^6$ t, atrás dos EUA e da China (respectivamente $16,5$ e $13,7 \times 10^6$ t). A farinha de vísceras de aves [FVA] resulta do processamento de vísceras, cabeças e pés, resíduos de abatedouros, não sendo permitida a presença de penas, resíduos de incubatório, casca de ovo ou outras matérias estranhas no produto (SINDIRAÇÕES, 2009). Considerando um rendimento de carcaça de aproximadamente 70% (FERNANDES et al., 2013) e que cabeça, pés, vísceras e ovos mal desenvolvidos correspondem a 16,5% do peso vivo do animal (HERTRAMPF; PIEDAD-PASCUAL, 2000), a quantidade de matéria

prima para a produção de FVA no ano de 2012, considerando somente a produção de frangos de corte do Brasil, foi de aproximadamente 2×10^6 t.

O processamento destes resíduos que originam a FVA é feito em três etapas: cozimento sob pressão úmida (110 à 130 °C) por 3 a 6 horas para remoção da gordura, secagem e moagem (FERNANDES, 2011; HERTRAMPF; PIEDAD-PASCUAL, 2000) (Figura 2). Neste processamento, a temperatura que o material atinge destrói os patógenos nocivos à saúde dos animais, em especial a *Salmonella* sp. (SILVA, 2009). A FVA apresenta dois dos principais problemas: a persistência da contaminação com *Salmonella* sp. e a falta de padronização quanto à composição (FERNANDES, 2011). Por exemplo, em ensaios de digestibilidade com híbridos 'sunshine bass', *Morone chrysops* x *M. saxatilis*, a digestibilidade da fração proteica variou de 55% (GAYLORD; RAWLES; GATLIN III, 2004) a 97% (RAWLES et al., 2006).

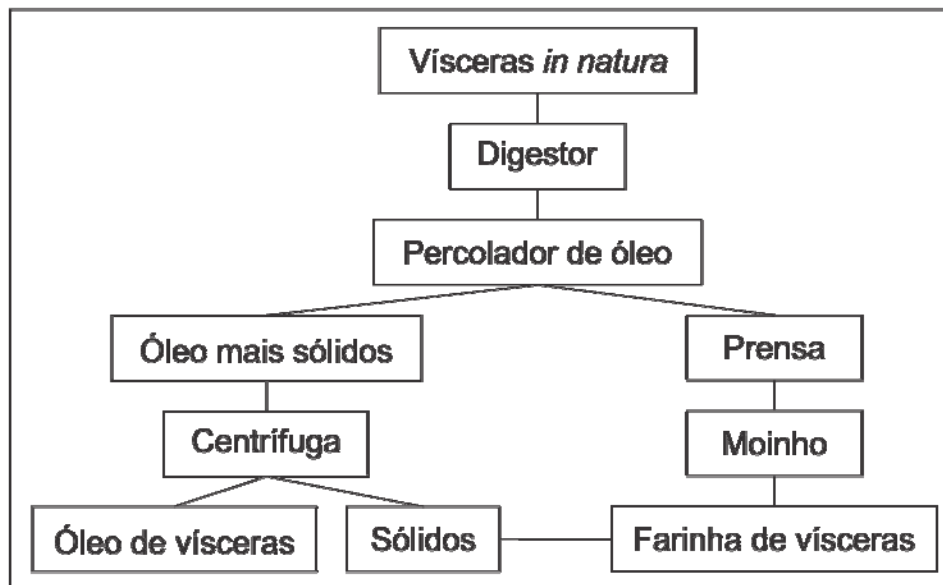


Figura 2 - Fluxograma de uma fábrica produtora de farinha de vísceras de aves (adaptado de FERNANDES, 2011)

O nível médio de proteína da FVA é 61%, podendo variar entre 56 e 84%. A presença de até 0,5% de ureia, presente no trato digestório dos animais, é aceitável; contudo níveis superiores podem ser um indicativo de adulteração do produto. A adição de penas é outra forma de adulteração; apesar de aumentar o conteúdo proteico, i.e., a quantidade de nitrogênio na matéria seca, a qualidade da proteína presente nas penas é muito baixa. As farinhas de boa qualidade são uma

boa fonte de aminoácidos essenciais. O conteúdo de lipídios é muito variável, sendo dependente da matéria prima, uma vez que os animais possuem muita gordura visceral. Mesmo com uma variação muito grande no conteúdo de gordura, a fração lipídica é rica em ácidos graxos insaturados (HERTRAMPF; PIEDAD-PASCUAL, 2000). A digestibilidade deste ingrediente também foi testada para o dourado, sendo que foram encontrados valores de 98,08 e 91,3% para a proteína e 95,33 e 90,3% para a energia (respectivamente BRAGA; BORGHESI; CYRINO, 2008; BORGHESI; DAIRIKI; CYRINO, 2009).

2.3 Avaliação econômica da substituição de ingredientes proteicos em rações para peixes

Muitos peixes carnívoros são criados no mundo todo com sucesso, adaptando-se muito bem às dietas comerciais (CYRINO; ROUBACH; FRACALOSSO, 2012). Os gastos com rações em aquicultura representam 50 a 60% dos custos de produção (LOVELL, 1998), sendo importante o fornecimento de rações de qualidade para reduzir os gastos e diminuir a excreção de nutrientes na água do sistema de criação, evitando o excesso de nutrientes que são utilizados pelos microrganismos presentes no sistema de criação (CYRINO et al., 2010).

Por se tratar de uma espécie ictiófaga, o dourado exige maiores teores de proteína em sua dieta. A produção de rações com elevados teores de proteína para peixes carnívoros é dependente de óleo e farinha de peixes, pois a qualidade destes ingredientes melhora a aceitação das rações pelos animais e garante um perfil de aminoácidos e ácidos graxos essenciais adequado nas dietas (ANDERSON et al., 1995; CHENG; HARDY; USRY, 2003; HARDY; TACON, 2002). Entretanto, a produção destes ingredientes tem sido limitada pela redução na quantidade de pescado oriunda de captura (TACON; FORSTER, 2003), fazendo com que a busca por ingredientes alternativos ao óleo e à farinha de peixes seja uma das principais linhas de pesquisa em nutrição de peixes (CHO; BUREAU, 2001; GATLIN III et al., 2007; TUDOR et al., 1996; WATANABE, 2002).

As fontes proteicas de origem animal têm melhor qualidade que as de origem vegetal, pois possuem quantidades e perfil adequado de aminoácidos essenciais, energia digestível, minerais, vitaminas, ácidos graxos, funcionam como palatilizantes e possuem menos fatores antinutricionais. Por estas razões a FVA vem sendo utilizada como um subproduto substituto da FP em dietas para peixes

carnívoros (ALEXIS; PAPAPARASKEVA-PAPOUTSOGLU; THEOCHARI, 1985; KURESHY; DAVIS; ARNOLD, 2000; SUBHADRA et al., 2006). Em estudos realizados com bagre africano *Clarias gariepinus*, carpa dourada *Carassius auratus gibelio*, garoupa corcunda *Cromilepis altivelis*, e camarão cinza *Litopenus vannamei*, não foi registrada alteração de desempenho quando a FVA substituiu respectivamente 40, 50, 75 e 80% da FP da dieta (ABDEL-WARITH; RUSSEL; DAVIES, 2001; YANG et al., 2004; SHAPAWI; NG; MUSTAFA, 2007; CRUZ-SUAREZ et al., 2007; respectivamente). Para a truta arco-íris, *Onchorhynchus mykiss*, o percentual de substituição que não prejudicou o desempenho dos animais variou de 40% (ERTURK; SEVGILI, 2003) a 100% (STEFFENS, 1987). Assim como o FS, a FVA tem sido considerada uma boa fonte proteica alternativa à FP, com um coeficiente de digestibilidade aparente da proteína de 91,3% (BORGHESI; DAIRIKI; CYRINO, 2009). Entretanto, não foram localizadas em toda a literatura consultada, referências à realização de análises do nível econômico máximo ótimo de substituição, comprovando a carência de trabalhos nesta área do conhecimento, objetivo precípuo deste estudo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Juvenis de dourado ($12,00 \pm 0,58$ g) foram alojados em 24 caixas de polipropileno (300 L; 12 peixes por caixa) em sistema fechado de recirculação de água e temperatura controlada, em um delineamento inteiramente casualizado ($n=4$). Os parâmetros de qualidade de água foram medidos três vezes por semana com sonda eletrônica (Horiba U50) e semanalmente por testes colorimétricos (LabconTest®), nos períodos da manhã e da tarde.

Após aclimação por dez dias às condições de manejo e dietas experimentais, os peixes foram submetidos a jejum de 24 horas, pesados, medidos e então alimentados em duas refeições diárias por 66 dias com rações extrudadas, nutricionalmente completas, contendo níveis crescentes de farinha de vísceras de aves (0, 20, 40, 60, 80, 100%) em substituição à fonte dietética de proteína, a farinha de peixe (0%FP100%FVA, 20%FP80%FVA, 40%FP60%FVA, 60%FP40%FVA, 80%FP20%FVA e 100%FP0%FVA). A substituição da fonte proteica foi feita com base em porcentagem da quantidade de proteína digestível da dieta.

As duas farinhas animais testadas foram trituradas, peneiradas ($\varnothing = 0,5$ mm) e analisadas para determinação da composição bromatológica (AOAC, 1999) e em aminoácidos (WHITE; HART; FRY, 1986), antes da mistura com os demais ingredientes. As misturas foram processadas em extrusora experimental Inbramaq PQ-30m (Inbramaq, Ribeirão Preto, SP), secas em estufas de ventilação forçada (50 °C; 24 horas), resfriadas à temperatura ambiente, armazenadas em sacos plásticos vedados e mantidos em câmara frigorífica (-17 °C) até o uso. As rações foram formuladas para conter 40% de proteína digestível, 4020 kcal kg^{-1} de energia digestível e atender às exigências em lisina para a espécie - 2,25% do total da dieta (BRAGA et al., 2008; BORGHESI et al., 2009; DAIRIKI, 2009) (Tabela 1).

Tabela 1 – Porcentagem de inclusão dos ingredientes e composição das dietas experimentais

Ingredientes	Dietas/tratamentos					
	0%FP100%FVA	20%FP80%FVA	40%FP60%FVA	60%FP40%FVA	80%FP20%FVA	100%FP0%FVA
FP	0,00	13,08	26,16	39,24	52,32	65,40
FVA	63,09	50,47	37,86	25,24	12,62	0,00
Amido	23,52	23,52	21,98	21,21	21,13	19,84
Celulose	2,94	2,94	3,13	3,31	2,94	3,11
Óleo de Soja	7,58	7,58	8,73	9,31	9,67	10,40
Lisina	0,93	0,75	0,35	0,00	0,00	0,00
BHT ¹	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
PREMIX ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Composição						
Umidade (%)	2,23	2,13	1,96	2,28	2,28	2,19
ED (kcal kg ⁻¹) ³	4020	4020	4020	4020	4020	4020
PD (%) ⁴	37,77	38,32	38,88	39,43	39,98	40,53
EE (%) ⁵	17,00	17,00	17,00	17,00	16,79	16,95
FB (%) ⁶	3,64	3,47	3,50	3,50	3,00	3,00
MM (%) ⁷	10,13	10,21	10,28	10,36	10,43	10,51
Lisina (%PB)	3,36	3,23	2,94	2,68	2,70	2,72
EB (kcal kg ⁻¹) ⁸	4635	4614	4582	4553	4547	4532
PB (%) ⁹	42,73	42,85	42,79	42,76	42,85	43,13

¹ Hidroxitolueno butilado; ² Pré-mistura vitamínica e mineral; ³ Energia digestível; ⁴ Proteína digestível; ⁵ Extrato etéreo; ⁶ Fibra bruta; ⁷ Matéria mineral; ⁸ Energia bruta; ⁹ Proteína bruta

3.1 Análises de desempenho e composição corporal

Para o cálculo das variáveis de desempenho foram registrados o peso e número dos peixes no início e final do experimento e feito o controle do consumo de ração por parcela experimental. As variáveis de desempenho analisadas foram:

- Ganho de peso médio (g): $GPm = (P_{\text{médio final}} - P_{\text{médio inicial}})$
- Taxa de crescimento específico (% dia⁻¹): $TCE = [100 * (\ln P_{\text{corporal final}} - \ln P_{\text{corporal inicial}}) / \text{período experimental (dias)}]$
- Índice de conversão alimentar (kg de ração kg de peso⁻¹): $ICA = \text{consumo (g)} / GP \text{ (g)}$
- Taxa alimentar (% do peso médio): $TA = (\text{consumo} / 12 / 66) \text{ (g)} / [(\text{peso final médio (g)} + \text{peso inicial médio (g)}) / 2] \times 100$
- Sobrevivência (%): $[(N_{\text{peixes inicial}} - N_{\text{peixes mortos}}) / (N_{\text{peixes inicial}}) \times 100]$

As análises de composição corporal e das dietas foram feitas por meio da metodologia definidas pela AOAC (1999). Um grupo de 20 peixes foi amostrado para a composição da amostra inicial do lote de peixes. A composição final de cada unidade experimental foi realizada com uma amostra composta de três peixes ao final do período experimental. A eficiência de utilização da proteína e da energia foi calculada seguindo as fórmulas abaixo:

- Taxa de eficiência proteica (g PB_{consumida} g PB_{corporal}⁻¹): $TEP = GP \text{ (g)} / PB_{\text{consumida}} \text{ (g)}$
- Valor produtivo da proteína (%): $VPP = [P_{\text{corporal final}} \text{ (g)} \times PB_{\text{corporal final}} \text{ (\%)}] - [P_{\text{corporal inicial}} \text{ (g)} \times PB_{\text{corporal inicial}} \text{ (\%)}] / PB_{\text{consumida}} \text{ (g)} \times 100$
- Eficiência de retenção de energia (%): $ERE = [P_{\text{corporal final}} \text{ (g)} \times EB_{\text{corporal final}} \text{ (kcal kg}^{-1}\text{)}] - [P_{\text{corporal inicial}} \text{ (g)} \times EB_{\text{corporal inicial}} \text{ (kcal kg}^{-1}\text{)}] / EB_{\text{consumida}} \text{ (kcal kg}^{-1}\text{)} \times 100$

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) segundo modelo inteiramente ao acaso, após testadas homogeneidade de variâncias (Teste de Levene) e a normalidade dos resíduos (Teste de Shapiro-Wilk), com ajuda da ferramenta estatística SAS 9.2 (SAS Institute, Cary, NC, USA). Variáveis com valores de probabilidade próximos ao nível de significância ($\alpha = 0,05$) para os testes

de hipótese e de homogeneidade de variâncias, foram submetidas à análise de regressão, com ajuste dos dados a um polinômio de segundo grau. No modelo obtido foram testadas a significância dos parâmetros do modelo ($\alpha = 0,05$), a falta de ajuste ($\alpha = 0,05$), a presença de dados atípicos e dados influentes (DFFITS). A regressão robusta (Estimativa M) foi utilizada para obter estimativas dos parâmetros dos modelos mais estáveis e menos viciados pelos dados influentes ou atípicos (HUBER, 1973). Os dados de sobrevivência [S%] foram submetidos à transformação arco seno da raiz quadrada.

3.2 Avaliação econômica da substituição de ingredientes proteicos

Para a análise econômica foi utilizado o método da maximização de lucro, adaptado de Griliches e Intriligator (1990) e Varian (1990). A função lucro (L_{ij}) foi definida como a diferença entre a receita obtida com a venda do produto (R_{ij}) e os custos de produção do sistema (C_{ij}) para cada respectivo tratamento (i – substituição de 0%, 20%, 40%, 60%, 80% e 100% de FP dietética por FVA) e repetição (j – 1 a 4):

- $L_{ij} = R_{ij} - C_{ij}$

A receita (R_{ij}) foi igual ao preço de venda do peixe (P)¹ multiplicado por sua respectiva quantidade produzida (Y_{ij}):

- $R_{ij} = P * Y_{ij}$

Foi adotado o valor R\$ 20,00 kg⁻¹ como uma estimativa do preço do dourado no varejo. O custo (C_{ij}) considerado foi igual a soma dos preços de cada componente da ração (W_1, W_2, \dots, W_n)² multiplicado por suas respectivas quantidades consumidas ($X_{ij1}, X_{ij2}, \dots, X_{ijn}$)³:

- $C_{ij} = (W_{ij1} * X_{ij1} + W_{ij2} * X_{ij2} + \dots + W_{ijn} * X_{ijn})$

Pode-se reescrever a função lucro (L_{ij}) da seguinte forma:

- $L_{ij} = P * Y_{ij} - [(W_{ij1} * X_{ij1} + W_{ij2} * X_{ij2} + \dots + W_{ijn} * X_{ijn})]$

Foi estimada uma função lucro (L_{ij}) em função do percentual de FP da ração (i):

- $L_{ij} = f(i)$

¹ $P \in R_+ \rightarrow P$ é uma variável exógena

² $W_i \in R_{++}^n \rightarrow W_i$ é uma variável exógena

³ X_{ij} é obtido através da multiplicação do percentual do componente da ração utilizado na ração pela quantidade total de ração consumida

A forma funcional utilizada para o modelo foi a quadrática, estimada utilizando a mesma metodologia descrita para as variáveis GPm, TCE, ICA, TA, S%, TEP, VPP e ERE (HUBER, 1973). Para estimar a maximização do lucro, derivou-se a função (lucro) em relação ao percentual de FP da ração. Derivando e igualando a zero a função (lucro), obteve-se o percentual de farinha de peixe que maximiza o lucro ($S_{\text{máx L}}$) na produção de juvenis de dourado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade da água monitorados e seus respectivos intervalos de medições foram: temperatura $26,78 \pm 2,21$ °C; oxigênio dissolvido $6,44 \pm 1,03$ mg L⁻¹; pH $7,40 \pm 0,28$; e amônia total $\leq 0,25$ mg L⁻¹, considerados dentro do intervalo de conforto para a espécie. Os resultados das análises de teste de hipóteses, análises de homogeneidade de variâncias e teste de normalidade do erro padrão são apresentadas na Tabela 2. Todas as variáveis estudadas apresentaram $P > 0,05$ para o teste de hipóteses e análise de homogeneidade de variâncias, porém peso final médio (PFm), ganho de peso médio (GPm), índice de conversão alimentar (ICA), taxa de eficiência proteica (TEP) e taxa de crescimento específico (TCE) apresentaram valores próximos, que foram influenciados por uma ou mais observações. As curvas de cada uma das variáveis listadas são apresentadas nas Figuras 3 a 6.

Tabela 2 - Valores das variáveis de desempenho e composição corporal avaliados ($\mu \pm SE$)

Desempenho	0%FP100%FVA	20%FP80%FVA	40%FP60%FVA	60%FP40%FVA	80%FP20%FVA	100%FP0%FVA
	Média \pm Erro padrão					
Consumo (g)	65,65 \pm 9,99	62,64 \pm 6,66	73,38 \pm 4,05	73,82 \pm 3,09	82,45 \pm 7,04	67,95 \pm 3,41
Peso médio final (g)	75,11 \pm 9,15	80,89 \pm 5,94	93,30 \pm 5,82	101,64 \pm 4,98	106,77 \pm 12,44	90,59 \pm 3,67
Ganho de peso (g)	63,16 \pm 9,09	68,83 \pm 5,78	81,15 \pm 5,81	89,93 \pm 4,98	94,60 \pm 12,53	78,65 \pm 3,83
ICA (kg ração kg peso ⁻¹)	1,04 \pm 0,07	0,91 \pm 0,03	0,91 \pm 0,02	0,82 \pm 0,03	0,89 \pm 0,06	0,86 \pm 0,01
TEP (g PB _{cons} g PB _{corp})	2,26 \pm 0,15	2,55 \pm 0,08	2,52 \pm 0,04	5,78 \pm 0,08	2,55 \pm 0,17	2,55 \pm 0,03
TCE (% dia ⁻¹)	2,75 \pm 0,18	2,86 \pm 0,09	3,08 \pm 0,09	3,27 \pm 0,08	3,26 \pm 0,19	3,07 \pm 0,09
VPP (%) ¹	40,67 \pm 3,46	43,50 \pm 1,44	43,63 \pm 1,28	45,52 \pm 1,86	46,02 \pm 3,74	44,59 \pm 1,92
ERE (%) ²	38,61 \pm 2,61	41,56 \pm 1,49	42,50 \pm 2,26	44,30 \pm 1,75	42,63 \pm 4,20	43,44 \pm 1,96
Taxa alimentar (g)	2,26 \pm 0,17	2,02 \pm 0,18	2,11 \pm 0,01	1,98 \pm 0,05	2,12 \pm 0,09	2,00 \pm 0,04
Sobrevivência (%)	89,58 \pm 3,99	87,50 \pm 5,38	100,00 \pm 0,00	97,92 \pm 2,08	93,75 \pm 3,99	97,92 \pm 2,08
Composição corporal						
MS ³ (%)	32,83 \pm 1,31	31,61 \pm 0,83	32,21 \pm 0,97	31,58 \pm 0,19	32,66 \pm 0,32	31,22 \pm 0,58
PB ⁴ (%MS)	18,31 \pm 0,73	17,38 \pm 0,26	17,39 \pm 0,22	17,09 \pm 0,08	18,10 \pm 0,18	17,01 \pm 0,74
EE ⁵ (%MS)	9,41 \pm 1,08	8,80 \pm 0,54	9,85 \pm 0,91	8,85 \pm 0,08	8,28 \pm 0,23	8,36 \pm 1,29
MM ⁶ (%MS)	4,05 \pm 0,23	4,01 \pm 0,19	3,94 \pm 0,08	3,64 \pm 0,16	3,76 \pm 0,12	3,54 \pm 0,09
EB ⁷ (kcal kg ⁻¹)	1889 \pm 91,43	1804 \pm 55,08	1862 \pm 96,43	1838 \pm 4,74	1853 \pm 37,44	1815 \pm 72,24

¹ Valor produtivo da proteína; ² Eficiência de retenção de energia; ³ Matéria seca; ⁴ Proteína bruta; ⁵ Extrato etéreo; ⁶ Matéria mineral; ⁷ Energia bruta

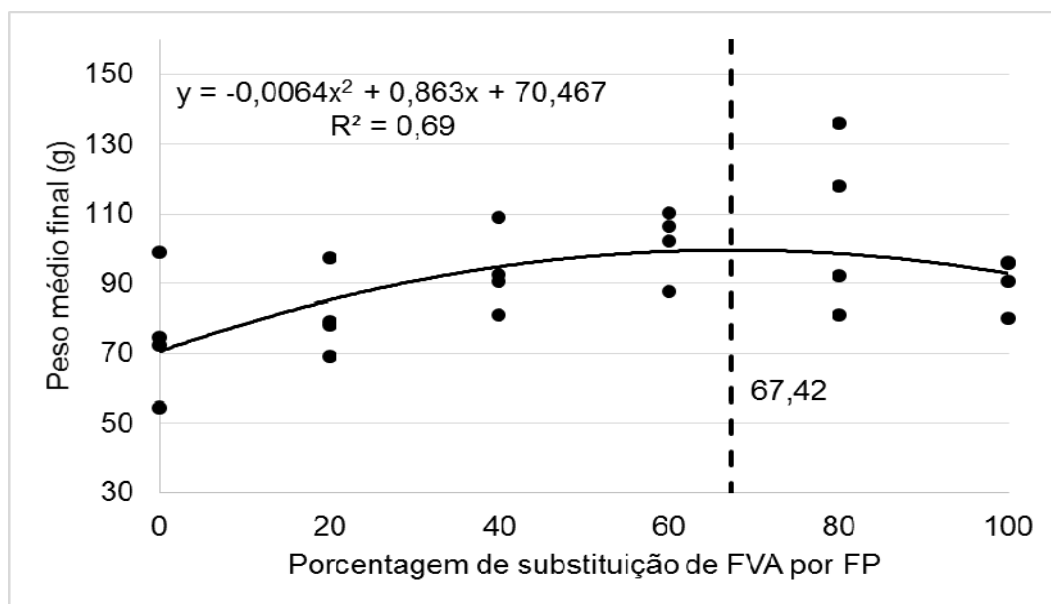


Figura 3 - Regressão do peso final médio nos diferentes níveis de substituição de farinha de vísceras de aves por farinha de peixe

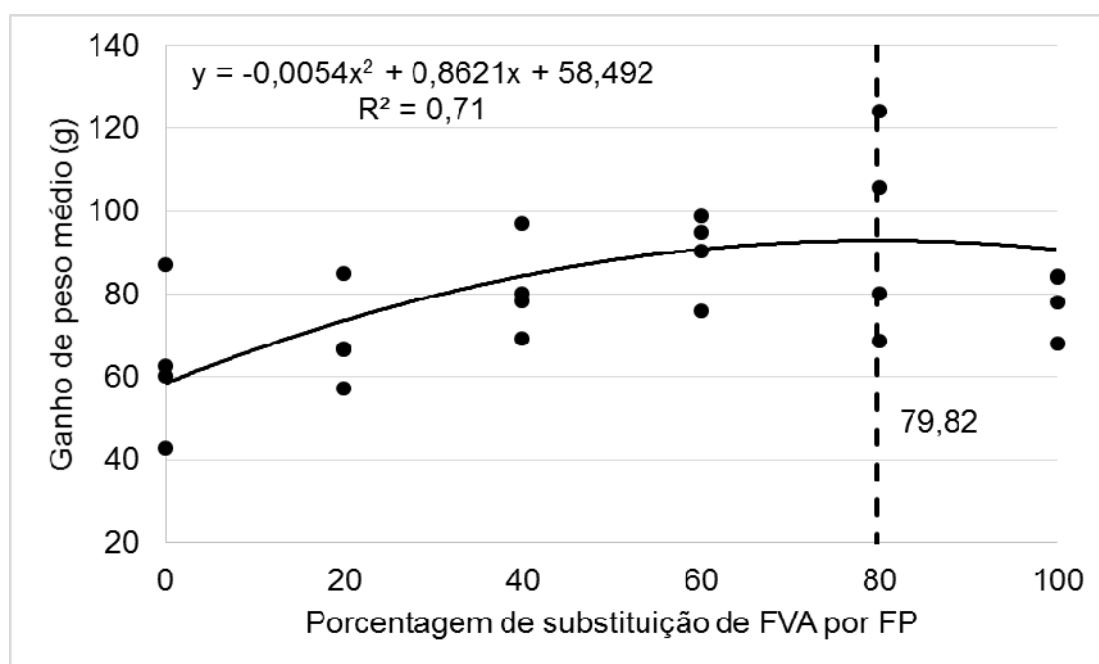


Figura 4 - Regressão do ganho de peso médio nos diferentes níveis de substituição de farinha de vísceras de aves por farinha de peixe

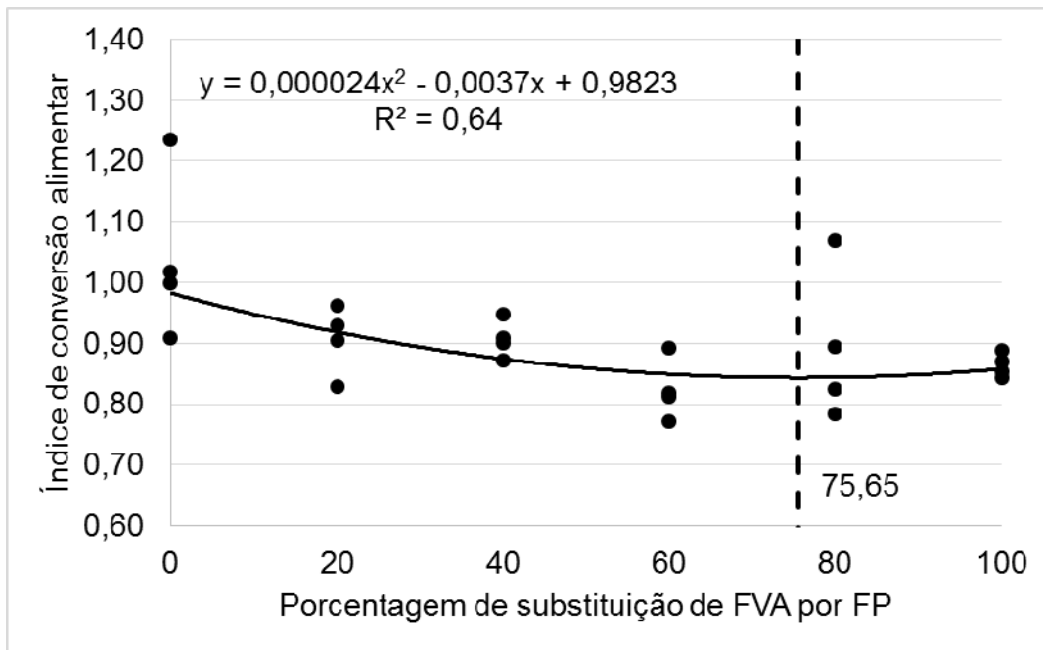


Figura 5 - Regressão do índice de conversão alimentar nos diferentes níveis de substituição de farinha de vísceras de aves por farinha de peixe

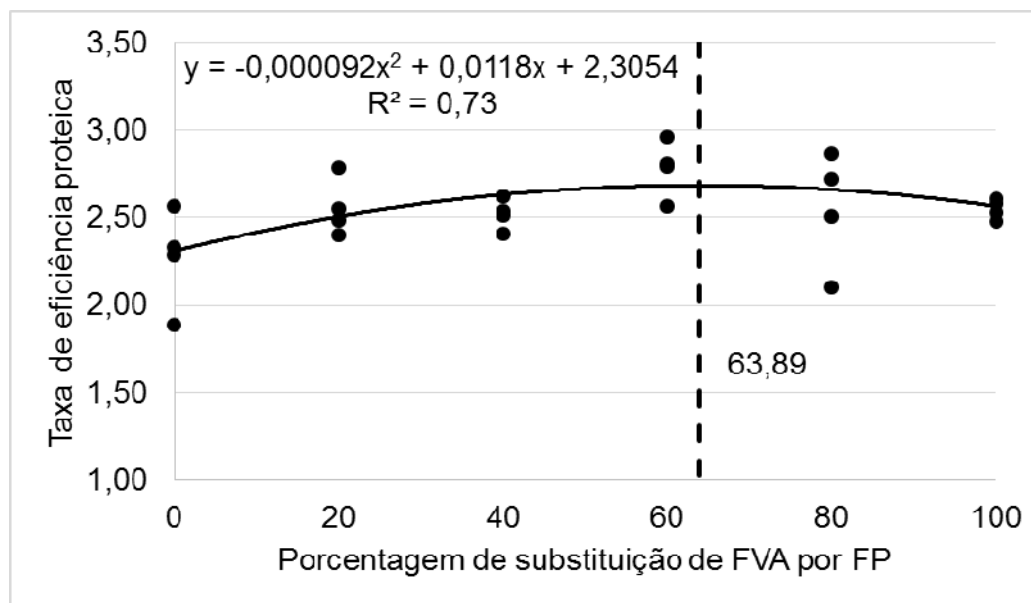


Figura 6 - Regressão da taxa de eficiência proteica nos diferentes níveis de substituição de farinha de vísceras de aves por farinha de peixe

Os valores ótimos encontrados para as variáveis das figuras anteriormente listadas variam de 63,98 a 79,82% de inclusão de FP. O fato de a dieta isenta de FVA não ter apresentado os melhores resultados para as variáveis testadas, pode ser um indicativo de que a mistura dos dois ingredientes tenha um perfil de aminoácidos mais adequado para o máximo desenvolvimento do dourado (Tabela 3) (ROSTAGNO, 2011; DAIRIKI, 2009).

Tabela 3 - Composição dos aminoácidos essenciais da farinha de peixe (FP) e da farinha de vísceras de aves (FVA), valores em porcentagem da proteína bruta e exigência de aminoácidos essenciais do dourado

Aminoácidos Essenciais	FP	FVA	Dourado
Lisina	4,33	3,33	2,17
Metionina	1,61	1,10	ND
Metionina + Cistina	2,25	1,95	0,90
Treonina	2,55	2,36	1,08
Triptofano	0,59	0,54	0,19
Arginina	3,81	1,09	1,48
Glicina + Serina	8,31	8,41	ND
Valina	3,04	2,93	1,19
Isoleucina	2,49	2,31	1,07
Leucina	5,50	4,10	1,91
Histidina	1,32	1,10	0,62
Fenilalanina	2,38	2,39	ND
Fenilalanina + Tirosina	4,34	3,99	1,71

De modo contrário, a substituição da FP por FVA para o híbrido 'sunshine bass' promoveu menor ganho de peso e taxa de eficiência proteica em comparação às demais dietas experimentais (GAYLORD; RAWLES, 2005). Por outro lado, as variáveis testadas em um experimento de substituição de FP por FVA em dietas práticas para híbridos 'sunshine bass' não apresentaram diferenças significativas, com exceção do índice viscerossomático, que aumentou nos tratamentos com 70 e 100% de substituição (RAWLES et al., 2009), aumento que, segundo os autores, pode ser devido a um desbalanço entre os nutrientes da dieta. Outro trabalho que corrobora os resultados aqui relatados foi realizado com 'largemouth bass', *Micropterus salmoides*, alimentado com dietas contendo diferentes níveis de substituição (0, 75 e 100 %) de FP por FVA e

uma mistura (1:1) de farinha de sangue e farinha de glúten de milho. O peso final médio, taxa de crescimento específico, sobrevivência, taxa de conversão alimentar, taxa de eficiência proteica e índice hepatossomático dos peixes alimentados com a dieta contendo a FVA não foram significativamente diferentes para os níveis testados (TIDWELL et al., 2005).

Como o trabalho trata de dietas experimentais com foco nos efeitos da FP e da FVA no desempenho dos peixes e lucratividade da criação, o preço/custo dos demais ingredientes, que não representam os ingredientes normalmente utilizados para a fabricação de rações comerciais e, portanto, distorciam os resultados da análise de maximização do lucro, foi desprezado. Portanto, os preços considerados para a análise para a FP e FVA e dourado, foram, respectivamente, R\$ 5,90; R\$ 3,90 e R\$ 20,00. Os valores considerados para a análise de maximização do lucro foram do ano de 2013, ano em que foram adquiridos os ingredientes para a produção das dietas experimentais. A partir dos preços e dos parâmetros de ganho de peso do lote e consumo de ração, foi calculada a receita, os custos com ração e o lucro (L)⁴ do experimento (Tabela 4).

Assim como nas demais análises de desempenho, o lucro foi influenciado por alguns dados e foi avaliado segundo a mesma metodologia. Após o cálculo de derivação da função gerada pela regressão robusta, foi determinado o nível ótimo da curva como sendo de 66,71% de substituição de farinha de vísceras de aves por farinha de peixe (Figura 7).

⁴ Apesar de Margem Bruta (MB) ser a definição mais adequada para esta situação, optou-se por manter o termo lucro (L) para manter a coerência com a metodologia adotada.

Tabela 4 - Dados utilizados para análise de regressão

FVA (%)	FP (%)	OC (%)	Peso do lote (kg)	Consumo (kg)	Receita (R\$)	Custo (R\$)	Lucro (R\$)
0,00	63,09	36,91	1,0441	1,0440	20,88	2,57	18,31
0,00	63,09	36,91	0,6019	0,6894	12,04	1,70	10,34
0,00	63,09	36,91	0,6504	0,6299	13,01	1,55	11,46
0,00	63,09	36,91	0,4049	0,4357	8,10	1,07	7,03
13,08	50,47	36,45	0,7981	0,6623	15,96	1,81	14,15
13,08	50,47	36,45	0,6171	0,5692	12,34	1,56	10,78
13,08	50,47	36,45	0,7256	0,7341	14,51	2,01	12,50
13,08	50,47	36,45	0,6433	0,6208	12,87	1,70	11,17
26,16	37,86	35,98	0,8296	0,7867	16,59	2,38	14,22
26,16	37,86	35,98	0,9611	0,8737	19,22	2,64	16,58
26,16	37,86	35,98	0,9401	0,8461	18,80	2,56	16,25
26,16	37,86	35,98	1,1644	1,0159	23,29	3,07	20,22
39,24	25,24	35,52	1,1385	0,9262	22,77	3,06	19,71
39,24	25,24	35,52	1,0828	0,8354	21,66	2,76	18,90
39,24	25,24	35,52	0,8233	0,7449	16,47	2,46	14,01
39,24	25,24	35,52	1,1843	0,9690	23,69	3,20	20,49
52,32	12,62	35,06	0,6609	0,7324	13,22	2,62	10,60
52,32	12,62	35,06	1,2680	0,9929	25,36	3,55	21,81
52,32	12,62	35,06	1,3533	1,1248	27,07	4,03	23,04
52,32	12,62	35,06	0,9607	0,8588	19,21	3,07	16,14
65,4	0,00	34,60	0,9378	0,8336	18,76	3,22	15,54
65,4	0,00	34,60	0,8159	0,6960	16,32	2,69	13,63
65,4	0,00	34,60	1,0093	0,8515	20,19	3,29	16,90
65,4	0,00	34,60	0,9162	0,8072	18,32	3,11	15,21

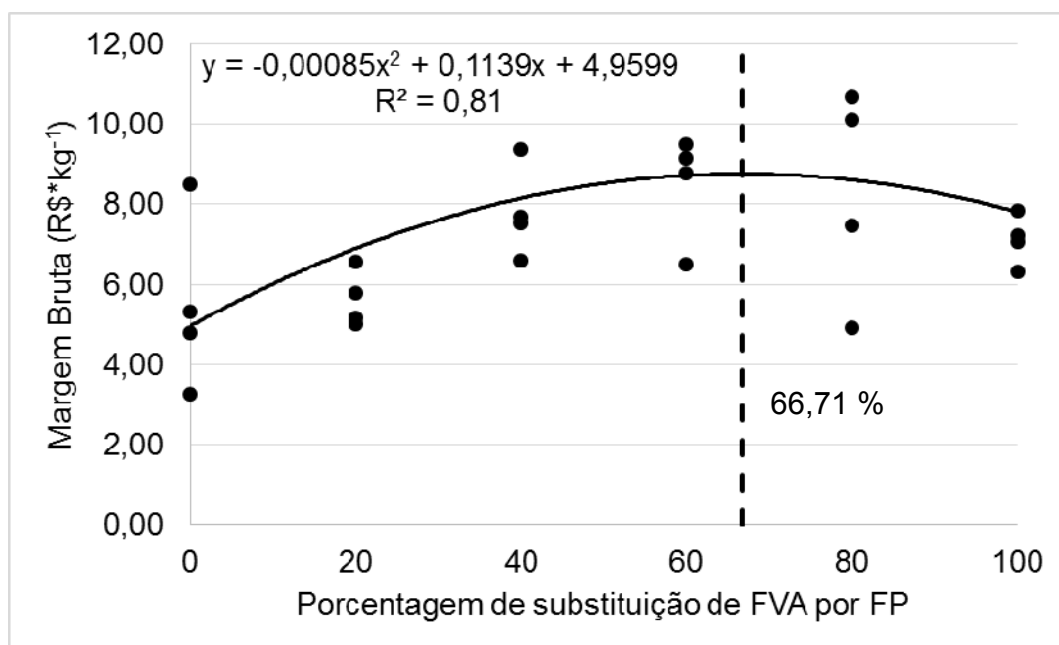


Figura 7 - Representação da curva de lucro (L) em função do percentual de substituição de farinha de vísceras de aves por farinha de peixe

El-Sayed (1998) testou a substituição total da FP por fontes proteicas alternativas em dietas para para a tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, e demonstrou que exceto para uma piora no índice de conversão alimentar, o peso final, ganho de peso diário, taxa de crescimento específico e taxa de eficiência proteica dos peixes alimentados com a dieta contendo FVA não diferiu significativamente dos peixes alimentados com a dieta à base de FP. De toda forma, os ingredientes alternativos testados apresentaram um melhor custo benefício que a FP na nutrição de tilápia-do-Nilo. El-Saidy e Garber (2003) também testaram níveis de substituição de FP por uma mistura de farelos vegetais suplementados com lisina e metionina (25% farelo de soja, 25% farelo de linhaça, 25% farelo de algodão e 25% de farelo de girassol com suplementação de 0,5% de lisina e metionina) em dietas para a tilápia-do-Nilo e registraram que os peixes alimentados com as dietas alternativas não apresentaram diferenças significativas para peso corporal final, ganho de peso, consumo de alimento, taxa de crescimento específico, índice de conversão alimentar e taxa de eficiência proteica, sendo que todas as dietas contendo algum nível de substituição da farinha de peixe foram consideradas com melhor custo benefício que a dieta controle. Finalmente, a substituição da FP por FS em dietas para *sharpnout seabream* o resultou em piora significativa no índice de conversão alimentar e na necessidade de maior tempo de criação para atingir o peso de abate. Entretanto, a avaliação econômica dos dados registrados revelou que em virtude do menor custo com alimentação resultante do uso do FS, mesmo para um ciclo de produção mais longo, houve uma diminuição de 11% nos custos com ração e de 3,3 a 4,4% nos custos totais (HERNÁNDEZ et al., 2007).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O dourado apresentou elevada capacidade de aproveitamento da FVA dietética. Aparentemente, níveis elevados de substituição de FP por FVA tendem a piorar o ganho de peso, índice de conversão alimentar, taxa de eficiência proteica e taxa de crescimento específico. Porém, dietas com uma mistura de aproximadamente dois terços de FP e um terço de FVA garantem um melhor perfil de aminoácidos essenciais, melhorando as variáveis de desempenho. Para a maximização do lucro é recomendável substituir um máximo de 33,29% da FP por FVA na dieta do dourado.

REFERÊNCIAS

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC**. 16th ed, Washington, DC: Patricia Cunniff, 1999. 1141p.

ABDEL-WARITH, A.A.; RUSSEL, P.; DAVIES, S.J. Inclusion of a commercial poultry by-product meal as a protein replacement of fish meal in practical diets for African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). **Aquaculture Research**, New York, v. 32, p. 296-305, 2001.

ALEXIS, M.N.; PAPAPARASKEVA-PAPOUTSOGLU, E.; THEOCHARI, V. Formulation of practical diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) made by partial or complete substitution of fish meal by poultry by-products and certain plant by-products. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 50, p. 61-73, 1985.

ANDERSON, J.S.; LALL, S.P.; ANDERSON, D.M.; MCNIVEN, M.A. Availability of amino acids from various fish meals fed to Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 138, p. 291-301, 1995.

BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K.; CYRINO, J.E.P. Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for dourado *Salminus brasiliensis*. **Aquaculture Nutrition**, New York, v. 15, p. 453-458, 2009.

BORGHETTI, J.R.; CANZI, C.; FERNANDEZ, D.R. A influência de diferentes níveis de proteína no crescimento do dourado (*Salminus maxillosus*). **Arquivos Brasileiros de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 33, n. 3, p. 683-689, 1990.

BRAGA, L.G.T.; BORGHESI, R.; CYRINO, J.E.P. Apparent digestibility of ingredients in diets for *Salminus brasiliensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 2, p. 271-274, 2008.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. 2. ed. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2010. 430p.

CAMPOS, J.L. O cultivo do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans* Spix & Agassiz, 1829) e outras espécies do gênero *Pseudoplatystoma* e seus híbridos. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. (Ed.). **Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil**. 2. ed. Santa Maria, RS: Editora UFSM, 2010. p. 335-361.

CARNEIRO, P.C.F.; URBINATI, E.C. "Stress" e crescimento de peixes em piscicultura intensiva. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 3, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, p. 25-40, 1999.

CHENG, Z.J.; HARDY, R.W.; USRY, J.L. Effects of lysine supplementation in plant protein-based diets on the performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and apparent digestibility coefficients of nutrients. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 215, p. 255-265, 2003.

CHO, C.Y.; BUREAU, D.P. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. **Aquaculture Research**, New York, v. 32, p. 349-360, 2001.

CRUZ-SUAREZ, L.E.; NIETO-LOPEZ, M.; GUAJARDO-BARBOSA, C.; TAPIA-SALAZAR, M.; SCHOLZ, U.; RICQUE-MARIE, D. Replacement of fish meal with poultry by-product meal in practical diets for *Litopenaeus vannamei*, and digestibility of the tested ingredients and diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 272, p. 466-476, 2007.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K.A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, p. 69-87, 2010.

CYRINO, J.E.P.; ROUBACH, R.; FRACALOSSO, D.M. Avanços na alimentação e nutrição de peixes carnívoros de água doce. In: FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. (Ed.). **Nutriaqua: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Florianópolis, SC, 2012. p.283-293.

DAIRIKI, J.K. **Exigência em aminoácidos e farelo de soja na nutrição de juvenis de dourado *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816)**. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2009.

DELLA FLORA, M.A.; MASCHKE, F.; FERREIRA, C.C.; PEDRON, F.A. Biologia e cultivo do dourado (*Salminus brasiliensis*). **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v.4, n.1, p. 7-14, 2010.

EL-SAIDY, D.M.S.D.; GABER, M.M.A. Replacement of fish meal with a mixture of different plant protein sources in juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) diets. **Aquaculture Research**, New York, v. 34, p. 1119-1127, 2003.

EL-SAYED, A-F.M. Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) feeds. **Aquaculture Research**, New York, v. 29, p. 275-280, 1998.

ERTURK, M.M.; SEVGILI, H. Effects of replacement of fish meal with poultry by-product meals on apparent digestibility, body composition and protein efficiency ratio in a practical diets for rainbow trout, *Onchorynchus mykiss*. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 16, p. 1355-1359, 2003.

ESPE, M.; LEMME, A.; PETRI, A.; EL-MOWAFI, A. Assessment of lysine requirement for maximal protein accretion in Atlantic salmon using plant protein diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v.263, p. 168-178, 2007.

ESTEVEZ, K.E.; PINTO LÔBO, A.V. Feeding pattern of *Salminus maxillosus* (PICES, CHARACIDAE) at cachoeira de Emas, Mogi-Guaçu river (São Paulo state, Southeast Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 61, n. 2, p. 267-276, 2001.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2012**. Estatística até 2011. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2014.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **GLOBEFISH**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.globefish.org>>. Acesso em 05 mar. 2014.

FERNANDES, J.I.M.; BORTULUZZI, C.; TRIQUES, G.E.; NETO, A.F.G.; PEITER D.C. Effect of strain, sex and age on carcass parameters of broilers. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 35, n.1, p. 99-105, 2013.

FERNANDES, V.A.G. **Avaliação da qualidade da farinha de vísceras de aves de diferentes indústrias e épocas do ano**. 2011. 71p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Ciências Agrárias da universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

FOURNIER, V.; HUELVAN, C.; DESBRUYERES, E. Incorporation of a mixture of plant feedstuffs as substitute for fish meal in diets of juvenile turbot (*Psetta maxima*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 236, p. 451-465, 2004.

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

FURUYA, W.M. Espécies nativas. In: MARQUES-MOREIRA, H.L.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R.P.; ZIMMERMANN, S. **Fundamentos da moderna aquicultura**. Canoas: Ed. da ULBRA, 2001. 83p.

GAYLORD, T.G.; RAWLES, S.D.; GATLIN III, D.M. Amino acid availability from animal, blended, and plant feedstuffs for hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*). **Aquaculture Nutrition**, New York, v. 10, p. 345-352, 2004.

GATLIN III, D.M.; BARROWS, F.T.; BROWN, P.; DABROWSKI, K.; GAYLORD, T.G.; HARDY, R.W.; HERMAN, E.; HU, G.; KROGDAHL, Å.; NELSON, R.; OVERTURF, K.; RUST, M.; SEALEY, W.; SKOMBERG, D.; SOUZA, E.J.; STONE, D.; WILSON, R.; WURTELE, E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, New York, v. 38, p. 551-579, 2007.

GAYLORD, T.G.; RAWLES, S.T. The modification of poultry-by product meal for use in hybrid striped bass *Morone chrysops* X *M. saxatilis* diets. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 36, n. 3, p. 363-374, 2005.

GAZZOLA, A.C. **Efeito da amônia e do oxigênio dissolvido na sobrevivência de alevinos de dourado *Salminus brasiliensis***. 2003. 56p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

GODA, A.M.; EL-HAROON, E.R.; CHOWDHURY, M.A.K. Effect of totally or partially replacing fish meal by alternative protein sources on growth of Africa catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) reared in concrete tanks. **Aquaculture Research**, New York, v. 38, p. 279-287, 2007.

GOMES, L.C.; SIMÕES, L.N.; ARAÚJO-LIMA, C.E.R.M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES L.C. (Ed.). **Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil**. 2. Ed. Santa Maria, RS :Editora UFSM, 2010. p.175-203.

GRILICHES, Z.; INTRILIGATOR, M.D. Handbook of econometrics. 2nd. Amsterdam: Elsevier Science Publisher, 1990. v. 3.

HARDY, R.W. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. **Aquaculture Research**, New York, v. 41, p. 770-776, 2010.

HARDY, R.W.; TACON, A.G.J. Fish meal historical uses, production trends and future outlook for sustainable supplies. In: STICKNEY, R.R.; MCVEY, J.P. **Responsible Marine Aquaculture**. Cambridge: CAB International, 2002. p. 311-325.

HERNÁNDEZ, M.D.; MARTÍN, F.J.; JOVER, M.; GARCÍA, B.G. Effects of partial replacement of fish meal by soybean meal in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 263, p. 159-167, 2007.

HERTRAMPF, J.W.; PIEDAD-PASCUAL, F. **Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds**. Dordrecht, 2000. 615p.

HUBER, P.J. Robust regression: asymptotics, conjectures and Monte Carlo. **Annals of Statistics**, Philadelphia, v. 1, p. 799-821, 1973.

INDEXMUNDI. Broiler meat (poultry) production by country in 1000MT. Disponível em: <<http://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=broiler-meat>>. Acesso em: 05 mar. 2014.

INFANTE, R.V. Alimentación de peces en la salmonicultura Chilena: tasas de conversión. **Temas del Salmón**, Santiago, v. 1, 7p., 2006.

KURESHY, N.; DAVIS, D.A.; ARNOLD, C. Partial replacement of fish meal with meat-and-bone meal, flash dried poultry by-product meal in practical diets for juvenile red drum. **North American Journal of Aquaculture**, New York, v. 62, p. 266-272, 2000.

LUZ, R.K.; FERREIRA, A.A.; REYNALTE, D.A.T.; MAFFEZZOLLI, G.; ZANIBONI FILHO, E. Larvicultura de pós-larvas de dourado (*Salminus maxillosus*, Valenciennes, 1849), nos primeiros dias de vida. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 2000, Florianópolis **Anais...** Florianópolis: 2000. 1 CD-ROM,

MAKRAKIS, S.; MAKRAKIS, M.C. Dinâmica migratória de peixes do rio Paraná. **Ação Ambiental**, Viçosa, v.47, p. 24-27, 2012.

MARTÍNEZ-LLORENS, S.; MOÑINO, A.V.; VIDAL, A.T.; SALVADOR, V.J.M.; TORRES, M.P.; CERDÁ, M.J. Soybean meal as a protein source in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) diets: effects on growth and nutrient utilization. **Aquaculture Research**, New York, v.38, p. 82-90, 2007.

MEURER, S.; WEINGARTNER, M.; SERAFINI, R.L.; NUNER, A.P.O.; ZANIBONI FILHO, E. Efeito da densidade de estocagem na sobrevivência e crescimento de dourado, *Salminus maxillosus* (CHARACIDAE), em laboratório. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 2002, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: SIMBRAQ, 2002. p. 337.

MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura Brasil 2010**. Estatística 2009 e 2010. Ministério da Pesca e Aquicultura. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20Estat%20C3%ADstico%20MPA%202010.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2014.

POMPEU, P.S. Rios de preservação permanente: uma alternativa para conservação de ictiofauna? **Ação Ambiental**, Viçosa, v.47, p. 12-14, 2012.

RAWLES, S.D.; GAYLORD, T.G.; MCENTIRE, M.E.; FREEMAN, D.W. Evaluation of poultry-by product meal in commercial diets for hybrid striped bass, *Morone chrysops* ♀ x *M. saxatilis* ♂, in pond production. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 40, n. 2, p. 141-156, 2009.

RAWLES, S.D.; RICHE, M.; GAYLORD, T.G.; WEBB, J.; FREEMAN, D.W.; DAVIS, M. Evaluation of poultry by-product meal in commercial diets for hybrid striped bass (*Morone chrysops* ♀ x *M. saxatilis* ♂) in recirculated tank production. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 359, p. 377-389, 2006.

ROMARHEIM, O.H.; ZHANG, C.; PENN, M.; LIU, Y.-J.; TIAN, L.-X.; SKREDE, A.; KROGDAHL, A.; STOREBAKKEN, T. Growth and intestinal morphology in cobia (*Rachycentron canadum*) fed extruded diets with two types of soybean meal partly replacing fish meal. **Aquaculture Nutrition**, New York, v.14, p. 174-180, 2008.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa:Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

SCHWERTNER, V.; DIEMER, O.; HIGUCHI, L.H.; KLEIN, S.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. Substituição da farinha de peixe por farinha de vísceras de aves na alimentação do piavuçu *Leporinus macrocephalus*. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.14, n.3, p. 318-322, 2013.

SHAPAWI, R.; NG, W.K.; MUSTAFA, S. Replacement of fish meal with poultry by-product meal in diets formulated for the humpback grouper, *Cromileptes altivelis*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 273, p. 118-126, 2007.

SILVA, E.P. **Avaliação nutricional de farinhas de vísceras de aves e a utilização em rações de frangos de corte.** 2009. 135p. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Não Ruminantes) – Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

SINDIRAÇÕES – Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal**, Campinas, 2009. p. 77.

STEFFENS, W. Use of poultry by-products meal for complete replacement of fish-meal in feed for trout fry and fingerlings. **Archives of Animal Nutrition**, New York, v. 37, p. 98-103, 1987.

SUBHADRA, B.; LOCHMANN, R.; RAWLES, S.; CHEN, R. Effect of fish-meal replacement with poultry by product meal on the growth, tissue composition and hematological parameters of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) fed diets containing different lipids. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 260, p. 221-231, 2006.

TACON, A.G.J.; FORSTER, I.P. Aquafeeds and the environment: policy implications. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 226, p. 181-189, 2003

TACON, A.G.J.; METIAN, M. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 285, p. 146-158, 2008.

TEIXEIRA, B.; MACHADO, C.C.; FRACALOSSO, D.M. Exigência proteica em dietas para alevinos do dourado (*Salminus brasiliensis*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.32, n. 1, p. 33-38, 2010.

TIDWELL, J.H.; COYLE, S.D.; BRIGHT, L.A.; YASHARIAN, D. Evaluation of plant and animal source proteins for replacement of fish meal in practical diets for largemouth bass *Micropterus salmoides*. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge v. 36, n. 4, p. 454-463, 2005.

TUDOR, K.W.; ROSATI, R.R.; O'ROURKE, P., WU, Y.V.; SESSA, D.; BROWN, P. Technical and economical feasibility of on-farm fish feed production using fishmeal analogs. **Aquacultural Engineering**, Philadelphia v. 15, p. 53-65, 1996.

UBABEF – União Brasileira de Avicultura. Estatística de produção mundial de carne de frango em 2012. Disponível em: <http://www.ubabef.com.br/estatisticas/frango/producao_mundial_carne_frango_2012>. Acesso em: 26 fev. 2014.

URBINATI, E.C.; GONÇALVES, F.D.; TAKAHASHI, L.S. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. (Ed.). Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil. 2.ed, Editora UFSM, Santa Maria, RS, 2010. p.205-244.

VARIAN, H.R. **Microeconomia**: princípios básicos. 4.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1990. 710p.

VEGA-ORELLANA, O.M.; FRACALOSSO, D.M.; SUGAI, J.K. Dourado (*Salminus brasiliensis*) larviculture: weaning and ontogenetic development of digestive proteinases. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 252, p. 484-493, 2006.

WATANABE, T. Strategies for further development of aquatic feeds. **Fisheries Science**, New York, v. 68, p. 242-252, 2002.

WEINGARTNER, M.; REYNALTE-TATAJE, D.A.; ZANIBONI FILHO, E. Determinacion del consumo diario de larvas forrajeras de curimatá (*Proclodus lineatus*) por larvas de dorado (*Salminus brasiliensis*) durante la fase inicial de larvicultura. In: SIMPÓSIO COLOMBIANO DE ICTIOLOGIA: PECES E DESARROLLO SOSTENIBLE, 7. 2003. Montería, **Resumos...** Montería: Asociación Colombiana de Ictiólogos (ACICTIOS) y Universidad de Córdoba, 2003. 96p.

WEINGARTNER, M.; ZANIBONI FILHO, E. Biología e cultivo do dourado. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. (Ed.). **Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil**. 2 ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2010. p. 257-286.

WHITE, J.A.; HART, R.J.; FRY, J.C. An evaluation of the waters pico-tag system for the amino-acid-analysis of food materials. *Journal of Automatic Chemistry*, London, v. 8, n. 4, p. 170-177, 1986.

YANG, Y.; XIE, S.; CUI, Y.; LEI, W.; ZHU, X.; YANG, Y.; YU, Y. Effect of replacement of dietary fish meal by meat and bone meal and poultry by-product meal on growth and feed utilization of gibel carp, *Carassius auratus gibelio*. **Aquaculture Nutrition**, New York, v. 10, p. 289-294, 2004.

ZANIBONI-FILHO, E. Larvicultura de peixes. **Informe Agropecuário**, Brasília, v.21, n.203, p. 69-77, 2000.

ZANIBONI-FILHO, E. et al. Monitoramento e manejo da ictiofauna do alto rio Uruguai – espécies migradoras: UHE-Itá. Florianópolis, 2000. 56p. (relatório final).

ZANIBONI-FILHO, E. Piscicultura das espécies nativas de água doce. In: POLI, C.R. et al. (Org.). **Aquicultura: o registro da experiência brasileira**. Florianópolis: multitarefa, p. 371-404, 2003.