UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

FÁBIO ROSA SUSSEL

**Fontes e níveis de proteína na alimentação do lambari-do-rabo-
amarelo: desempenho produtivo e análise econômica**

Versão Corrigida

Pirassununga

2012

FÁBIO ROSA SUSSEL

Fontes e níveis de proteína na alimentação do lambari-do-rabo-amarelo: desempenho produtivo e análise econômica

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Ciências, Programa de Pós-graduação em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Elisabete Maria Macedo Viegas

Pirassununga

2012

VERSÃO CORRIGIDA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
da Universidade de São Paulo

Sussel, Fábio Rosa

S964f   Fontes e níveis de proteína na alimentação do
lambari-do-rabo-amarelo: desempenho produtivo e análise
econômica / Fábio Rosa Sussel. -- Pirassununga, 2012.
105 f.
Tese (Doutorado) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo.
Departamento de Zootecnia.
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade
Animal.
Orientadora: Profa. Dra. Elisabete Maria Macedo
Viegas.

1. Nutrição 2. Aquicultura 3. Isca-viva. I. Título.

Aprendi que aprender nos leva a pessoas, que nos leva a lugares. Quanto mais se aprende, mais pessoas... , mais lugares... Pessoas e lugares nos proporcionam um olhar diferente. Uma pessoa melhor? Não necessariamente. Apenas um olhar diferente. Nunca escolhi ou desejei estar aqui.

E hoje estou. O conhecimento e as pessoas me trouxeram até aqui. Não me sinto maior, ou melhor, por aqui estar. Apenas feliz, orgulhoso e com um olhar diferente.

Fábio Rosa Sussel

Com Orgulho, dedico ...

in memória de meu Pai, José Sussel.

*As lembranças constantes de ti significam
a prova concreta de sua presença em minha vida.*

*Na minha memória, para sempre viverás.
É pelo senhor que cheguei até aqui, é pelo senhor
que continuarei minha caminhada. Muito Obrigado...*

Com Orgulho, ofereço ...

*A minha Mãe, que mesmo na ausência física de nosso Pai teve competência para
ensinar e, acima de tudo, EDUCAR eu e meus quatro adoráveis irmãos. Obrigado
Mãe, seremos eternamente gratos pela forma como conduziu nossas vidas.*

A senhora, eu ofereço esta tese.

O meu reconhecimento

A Deus – Confesso que por muitas vezes não entendi o porque de certas coisas em minha vida. Inconformado, lutava contra. E perdia. A luta, não a fé. Hoje não luto mais, pois, aprendi que o Senhor preparou um lindo caminho pra mim. Sozinho não seria capaz de escolhas tão ricas. Obrigado!!!

A Profa. Dra. Elisabete Maria Macedo Viegas. Obrigado Bete, muito obrigado. Obrigado não somente por ter me orientado, mas sim por ter me conduzido. Cuidei bastante para que nossa relação orientado/orientador fosse a mais saudável possível. Penso que conseguimos. Saiba que sempre tive orgulho em falar que sou orientado seu. E o melhor de tudo, a reação oposta sempre foi a mais positiva possível. Trabalhamos juntos pela Pós da FZEA, discutimos projetos, executamos projetos e nos divertimos trabalhando. Obrigado Bete, muito obrigado!!!

Prof. Dr. Ricardo Pereira Ribeiro – UEM / Maringá – Professor e orientador da graduação em Zootecnia, que me ensinou a arte e o prazer de trabalhar com aquicultura. Sem contar as inúmeras oportunidades proporcionadas e os conselhos de amigo. Saiba que te escutei muito. Valeu cara, obrigado!!!

Aos professores da FZEA – USP que, mesmo não sendo da minha área, aprendi a admirá-los pelo exemplo de competência e comprometimento com a ciência/ensino: Professores Titto, Júlio Balieiro, Celso Carrer, Zanetti e Valdo Herling. Além de professores, foram amigos. Obrigado!!!

A Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP; obrigado FZEA, muito obrigado. Obrigado pelo aprendizado gratuito e de qualidade, obrigado pelas viagens, obrigado pelo atendimento médico/odontológico, obrigado pelas amizades, obrigado pelas excelentes refeições do bandeirão, obrigado pelas atividades esportivas e obrigado pelas lindas pescarias que realizei nas lagoas... ahh... deixará saudades... Espero ter deixado minha contribuição.

AGRADECIMENTOS

Aos amigos de Pós-Graduação: Bitoca (Mariene Miyoko Natori), Sheyla Vargas, Lígia Uribe Gonçalves, Júlio Segura Guerra, João Cortez, Paulo Oliveira, Adriana Bordignon e Bisteca (Rodrigo Batista Leme);

Aos amigos que se dedicaram a gestão 2009/2010 e 2011/2012 da Associação de Pós Graduandos (APG – FZEA/USP); Miguel Santana, Karina Ribeiro, Marcinha Sakamoto, João Sanchez, Amanda Caniato, Daniel Gonçalves, Ana de Mira Geraldo, Graziela Veiga e, em especial, a Mirele Poleti e Débora Oliveira, obrigado a todos pela oportunidade da amizade e pelos eventos que realizamos em prol da nossa querida FZEA;

A amiga Ana Paula Billar dos Santos, simplesmente pela saudável amizade ao longo destes anos de pós-graduação;

Aos amigos Josmar Almeida Junior e Marcelo Costa. Amigos do tempo de graduação e que hoje já não temos um contato tão intenso. Saibam que representam muito pra mim e tenho distinta consideração por vocês. Obrigado pela sincera amizade!!!

Ao grande amigo, contemporâneo de turma da graduação UEM-PR, e colega de trabalho Dr. Giovani Sampaio Gonçalves, pelo fundamental auxílio na formulação das dietas experimentais, pelas informações prestadas e companheirismo acima de tudo. Você é o cara da nutrição de peixes no Brasil!!

Ao amigo, colega de trabalho e companheiro de pescarias Dr. Fernando André Salles, pelo imprescindível auxílio na parte estatística e, principalmente, pela orientação na carreira de pesquisador científico;

Ao Prof. Dr José Eurico Possebon Cyrino (Zico), extensivo aos técnicos Junior e Sérgio, pelo imprescindível auxílio na extrusão das dietas experimentais;

Aos amigos Dr. Leonardo Tachibana e Dr. Eduardo Abimorad, sou grato pela oportunidade da amizade, pois, os admiro como pessoas e como pesquisadores. Obrigado pelas contribuições neste trabalho;

A amiga Profa. Dra. Elyara Maria Pereira da Silva, pela amizade, pelas parcerias de trabalho e, em especial, pelas expressivas contribuições na qualificação;

A amiga Profa. Dra. Luciana Thie Seki Dias, obrigado pelas contribuições ao longo deste trabalho;

Ao amigo Marcos Antônio Cestarolli, pelas contribuições técnicas e em especial pela correção gramatical na redação desta tese;

Ao Prof. Dr. Augusto Hauber Gameiro, pelas correções e sugestões na parte econômica desta tese;

Aos funcionários APTA-UPD Pirassununga Jair, Claudio, Cida, Tereza, Antônio e Helinho, obrigado pela ajuda na condução dos experimentos;

Aos técnicos do Laboratório de Aquicultura da FZEA/USP, Apolinário e Daflin, pelo companheirismo ao longo destes 4 anos e em especial pela imprescindível ajuda nas análises bromatológicas dos peixes e das rações;

Aos bolsistas Fapesp da APTA-UPD Pirassununga Edson e Guilherme, obrigado pelo auxílio nas montagens dos experimentos e nas biometrias;

Ao lambaricultor, Jomar Delefrate, da Piscicultura Buritis, tanto pela doação de alevinos para a realização de alguns experimentos quanto pelas valiosas informações sobre a atividade;

A estagiária Mariana Machado Evangelista, pelo auxílio nas correções finais e formatação desta tese;

Ao meu Padrasto Donizette, pelas inúmeras pescarias que realizamos durante minha adolescência as quais despertaram em mim esta paixão pela aquicultura;

Aos meus sobrinhos, Maria Eduarda, José Henrique, Mateus, Ana Carolina, Ana Júlia, Ana Clara, Vítor e Laís; a grandeza de cada um de vocês serve de estímulo para o meu aperfeiçoamento. Figurinhas!!! Cada com sua personalidade, amo vocês;

A minha irmã Meire, pelo carisma e espontaneidade; pelo exemplo e pelas alegrias proporcionada com a linda família que tens;

Ao meu irmão Haroldo; com você aprendi como é bonito ganhar a simpatia das pessoas com um simples sorriso, com um simples olhar, com um simples gesto e, muitas vezes, com tudo isto ao mesmo tempo;

A minha irmã Lúcia, Dra. Carmem Lúcia, pela humildade e sabedoria; por ter servido de exemplo para sequência de meus estudos;

Ao meu irmão Paulo, que na ausência de nosso Pai ensinou-me a firmar os pés no chão, sempre com dignidade e retidão de caráter. Pela fundamental ajuda financeira nos tempos de graduação; além dos ensinamentos transmitidos, conselhos e exemplos os quais contribuíram de maneira expressiva em minha formação. No ano do meu doutoramento acadêmico você, sem abrir mão de nossos valores e princípios, nos deu um grande exemplo de doutor na arte de viver, na arte de contornar certos desígnios os quais não compreendemos;

Aos meus tios Hélio e Ozória; sim vocês foram muito importantes na minha vida, assim como na dos meus irmãos. Se hoje eu amo tanto o meu trabalho é porque, de tempos em tempos, durante minha infância, uma certa Variant vermelha me visitava lá em Pedrinhas Paulista para irmos pescar.

O lambari, o caminho percorrido e pessoas queridas

É comum nossa infância influenciar as escolhas futuras. Às vezes por coisas que gostamos de fazer e às vezes por pessoas que nos influenciam. E porque não os dois ao mesmo tempo.

Água e peixes sempre me atraíram. Talvez porque eram umas das poucas opções que tinha durante minha infância, além do estilingue e da bola de futebol. Se é que isto pode ser considerado como pouco. Pensando bem..., não foi pouco não. Vivi intensamente minha infância. Ótimas lembranças das caçadas e das partidas/campeonatos de futebol. Mas nenhuma delas tão fresca e tão memorável quanto às pescarias.

Lembro-me que as histórias de futebol e de caça não repercutiam tanto. Já as de pescarias sim. E olha que eram todas histórias verdadeiras (rs rs...)!!! Lembro-me muito bem de quando visitava a relojoaria dos meus tios Hélio e Ozória. Lá, todos queriam saber as novidades das últimas pescarias. Passava primeiro na mesa do tio, depois no Helinho, Helder, Juca e até mesmo quem não gostava tanto de pescar, parava para escutar minhas histórias, como era o caso do Zé e do Toninho.

De modo espontâneo, e ainda na inocência de criança/adolescente, peixe e pescaria passaram a ser assunto de interesse meu. Ao mesmo tempo que me divertia pescando e nadando nos riachos, percebi que sempre tinha alguém interessado em saber das minhas pescarias.

Não me recordo exatamente qual foi primeiro peixe que pesquei em minha vida; mas as chances de ter sido um lambari são grandes. Sempre muito abundante nos rios que pescava quando criança, o lambari era presença certa nas “misturas” de almoço e janta após as pescarias. Quando ele não estava presente diretamente, estava indiretamente através das traíras as quais usávamos o lambari como isca para capturá-las.

Falando do lambari como isca, quantas vezes meu Padrasto Donizette não me dispensava mais cedo do trabalho de servente de pedreiro para capturar uns lambaris os quais usávamos como isca para pescar traíra a noite. Engraçado, lembro-me que sentia motivado a trabalhar porque entre uma batida de massa e uma carriolada de tijolos, o assunto era sempre pescaria. Mas bom mesmo era quando me pedia para completar a caixa de massa dele e ir pegar uns lambaris para isca. Minha bicicleta criava asas nestas horas. E era o tempo certo de passar em casa, pegar uma varinha, algumas minhocas, um balde e descer no córrego. Pegava uns 15 lambaris e, ao retornar, ele já estava me esperando para irmos à lagoa do Ruy, em Pedrinhas Paulista. Lá a pescaria de traíras usando o lambari como isca era certa.

Nunca gostei de estudar. Reconheço que fazia bem um monte de outras coisas, mas estudar nunca foi a minha. Me recordo das primeiras reportagens na televisão sobre uma tal de “piscicultura”. Tratavam o assunto como o ‘milagre da multiplicação dos peixes’. Tenho a nítida lembrança de como estas reportagens me cativava. Se fosse para estudar, teria que ser sobre peixes. Mas, o futebol falava alto também. Felizmente, a busca pelo aprendizado no final prevaleceu, mesmo que pra isto tive que me esforçar muito para passar pela matemática, física, química e etc... Hoje reconheço a importância de cada uma destas matérias básicas, mas... foi difícil.

Chego nesta etapa da minha vida sabendo muito bem o que quero: estudar sobre peixe, trabalhar com peixe e pescar. Pode parecer pouco, mas o conjunto de realizações que estes três itens me proporcionam é bastante. Não estou almejando pouco para a minha vida, apenas quero continuar fazendo o que gosto. São poucos os que entendem e menos ainda os que se dispõem a viver fazendo o que gosta. As pressões/cobranças do mundo capitalista são maiores. Muitas vezes nem percebemos estas cobranças, mas elas existem e são cada vez mais fortes, mais difícil fugir delas. Comigo não foi diferente, mas a zootecnia e os peixes falaram mais alto.

Atualmente meu país é o maior produtor de proteína animal no mundo. E eu sou Zootecnista, com muito orgulho. A proteína de pescado (aquicultura + pesca extrativa) é a proteína mais consumida no mundo, e é com este segmento que trabalho dentro da Zootecnia. O que no começo pra mim era piscicultura, se transformou em aquicultura (a mesma paixão pelos peixes, passou para os camarões, moluscos, anfíbios e répteis). Além da produção, tem a pesca esportiva, tem a sustentabilidade de tudo isto. Se conseguirei deixar alguma contribuição significativa para o setor, eu não sei. Mas se estou olhando para o binômio agronegócio e proteína de pescado de forma global, é porque alguma contribuição quero deixar sim. Isto não é discurso pretensioso, é apenas meu dever como Pesquisador Científico. Reconheço que há anos o governo investe em minha formação (ginásio, graduação, mestrado e doutorado). Nada mais justo do que dar o meu retorno. E me sinto preparado para que a sociedade me cobre disto.

Quanto ao lambari, imensa satisfação de, após longos anos de certa relação, tê-lo como material biológico da minha tese. Provavelmente tenha me proporcionado a primeira alegria como pescador, *hobby* que eu tanto amo e responsável por ter me levado para a aquicultura e, agora, na etapa mais importante da minha vida, estas presente em grande estilo. Obrigado 'carinha', você é pequeno no tamanho, mas és grande no potencial.

A tal relojoaria continua até hoje no mesmo lugar, assim como também meu tio Hélio e meus primos Helinho e Helder, em suas respectivas mesas de trabalho. Quando os visito, o assunto continua sendo o mesmo: peixe e pescaria. A única diferença é que quando falo de peixe hoje, é com conhecimento científico, é com esta visão macro de tudo que envolve a aquicultura. Enquanto que a histórias de pescador..., ahhh ..., estas continuam as mesmas (rs rs...).

SUMÁRIO

RESUMO.....	03
ABSTRACT.....	05
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	07
LISTA DE TABELAS.....	09
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1. <i>O Lambari</i>	13
2.2. <i>Substituição de Proteína Animal por Vegetal</i>	14
2.3. <i>Teores de Proteína em Dietas Para Peixes</i>	19
2.4. <i>Viabilidade Econômica da Produção do Lambari</i>	21
3. OBJETIVOS.....	25
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4.1. <i>Povoamento das Unidades Experimentais</i>	28
4.2. <i>Dietas Experimentais</i>	29
4.3. <i>Extrusão das Dietas</i>	31
4.4. <i>Biometria Final</i>	32
4.5. <i>Análise bromatológica das rações e composição corporal dos peixes</i>	33
5.1. Experimento 1.....	34
5.1.1. <i>Introdução</i>	34
5.1.2. <i>Objetivos</i>	36
5.1.3. <i>Material e Métodos</i>	37
5.1.4. <i>Resultados e Discussão</i>	40
5.1.5. <i>Conclusão</i>	47

5.2.	Experimento 2.....	48
5.2.1.	Introdução.....	48
5.2.2.	Objetivos.....	50
5.2.3.	Material e Métodos.....	51
5.2.4.	Resultados e Discussão.....	54
5.2.5.	Conclusão.....	58
5.3.	Experimento 3.....	59
5.3.1.	Introdução.....	59
5.3.2.	Objetivos.....	63
5.3.3.	Material e Métodos.....	64
5.3.4.	Resultados e Discussão.....	69
5.3.5.	Conclusão.....	76
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

RESUMO

SUSSEL, F.R. **Fontes e níveis de proteína na alimentação do lambari-do-rabo-amarelo: desempenho produtivo e análise econômica**. 2012. 92p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

Este trabalho teve como por objetivo desenvolver dietas nutricionalmente adequadas e financeiramente viáveis para o lambari, além de analisar economicamente a viabilidade de produção desta espécie no sistema de tanques-rede como alternativa de renda ao pescador artesanal. Previamente, foram realizados dois ensaios, os quais tiveram por finalidade determinar a densidade de estocagem adequada para lambaris em tanques-rede, bem como ajustar o manejo experimental (sistema de contagem e povoamento, tempo de exposição a anestésicos e dinâmica das biometrias). Os experimentos foram realizados no verão, entre os meses de janeiro e abril, na UPD de Pirassununga - APTA Polo Centro Leste, em 20 tanques-rede de 1 m³ alocados em tanque escavado de 1,5 m de profundidade, área de 180 m², renovação de água de 10% ao dia e densidade de povoamento de 450 peixes/m³. No primeiro experimento, que teve início em 16/02/2011 e duração de 63 dias, avaliou-se a substituição da proteína de origem animal por proteína de origem vegetal nas dietas sobre o desempenho produtivo dos lambaris. Embora a substituição de 100% das fontes proteicas de origem animal por vegetal tenha afetado negativamente o ganho em biomassa [Biomassa (g) = 2945g - 2,2 POV], em termos práticos, este resultado é considerado de pouca relevância, já que 220g em 2945g não representam mais que 7% de ganho em peso. O aumento do custo de fórmula em dietas com base proteica de origem animal não justifica a diferença observada. Quanto à composição corporal dos peixes observou-se que houve influência dos tratamentos, sendo que dietas contendo inclusões de 50, 75 e 100% de ingredientes proteicos de origem vegetal proporcionaram maior deposição de extrato etéreo nos peixes. No segundo experimento, com início em 12/01/2012 e término em 12/03/2012, avaliou-se a relação entre níveis de proteína bruta (26 e 36%) e qualidade de ingredientes (basal ou *premium*) na alimentação e desempenho produtivo do lambari. Não foram observadas diferenças de desempenho produtivo entre os níveis

proteicos utilizados, sugerindo que níveis de 26% de proteína bruta podem ser usados para o lambari; no entanto, a escolha de matérias-primas de qualidade é recomendada, já que estas influenciaram no desempenho. Os tratamentos deste experimento não influenciaram na composição corporal dos peixes. As análises bromatológicas de ambas as rações experimentais apresentaram valores condizentes com os propostos na formulação e, portanto, não interferindo no propósito da pesquisa. Complementando os estudos e utilizando os resultados de desempenho produtivo obtidos, realizou-se análise econômica a partir das dietas utilizadas no segundo experimento através do sistema de *Partial Budget Analysis in Aquaculture*, bem como a projeção de cultivo do lambari em módulos de um a quatro tanques-rede, seguida de análise da viabilidade econômica sob dois cenários de comercialização: R\$ 0,30 e 0,20 por unidade. Observou-se que o melhor custo/benefício foi proporcionado pelos peixes alimentados com ração contendo 26% de PB e ingredientes *premium*, enquanto que a produção de lambaris no sistema de tanques-rede mostrou-se viável, quando comparado com as receitas obtidas por pescadores artesanais, a partir do cultivo em duas unidades de produção (TR), desde que sejam comercializados ao valor de R\$ 0,30 por peixe.

Palavras-chave: nutrição, aquicultura, isca-viva

ABSTRACT

SUSSEL, F.R. **Sources and protein levels in the diet of lambari-do-rabo-amarelo: productive performance and economic analysis.** 2012. 92p. PHd. Thesis – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

This study aimed to develop nutritionally appropriate and financially viable diets for lambari, besides analyze economically the practicability of producing this species in cage system as an alternative for subsistence fishermen. Previously, two experiments were done, which had the purpose of determining the appropriated stocking density for lambaris in cages, as well as adjusting the experimental management (counting and settlement systems, time of exposure to anesthetics, dynamics of biometrics, etc.). The experiments were done on summer, from January to April, in Pirassununga UPD - APTA Polo Centro Leste, in 20 cages of 1m³ allocated in a pond of 180m², water renovation of 10% a day, and stocking density of 450 fish/m³. The first experiment, which started at 02/16/2011 and lasted 63 days, was about the replacement of animal origin protein by vegetal origin protein in order to evaluate productive performance of lambaris. Although the 100% substitution of protein source from animal by vegetal origin protein had negatively affected the gain in biomass [Biomass (g) = 2945g – 2,2 POV], in practical terms, this result is considered of low relevance, since 220g in 2945g doesn't represent more than 7% of weight gain. The increase of cost in diets with animal protein source doesn't justify the difference observed. Substitution of more than 50% of POA by POV on diet increased fat deposition on the fish carcass. On the second experiment, which began at 01/12/2011 and was finished at 03/12/2012, it was evaluated the relation between levels of crude protein (26 and 36%) and quality of ingredients (basal or *premium*) on feeding and productive performance of lambari. Differences of productive performance weren't noticed, suggesting that levels of 26% crude protein can be used for lambari, however, the choice of quality raw materials is recommended since it influenced the performance. The treatments in this experiment did not influence body composition of fish. Bromatological analysis of both experimental diets had values consistent with those proposed in the formulation and, therefore, didn't interfere on the purpose of this research.

Finally, complementing the studies and using the results of productive performance obtained, it was performed an economic analysis was performed from the diets used on the second experiment using the model Partial Budget Analysis in Aquaculture, as well as the projection of lambari cultivation in modules from 1 to 4 cages, followed by an analysis of economic viability in two scenes of commercialization: R\$ 0,30 and 0,20 per unit. It was observed that the best cost/benefit was provided by fish fed with diet of 26% crude protein and premium ingredients, whereas the production of lambaris in cage system was viable when compared to incomings obtained by subsistence fishermen, since they are cultivated, at least, in 2 modules of production, and the fish are commercialized for R\$ 0,30/unit.

Key-words: nutrition, aquaculture, live-bait

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Lambari-do-rabo-amarelo, <i>Astyanax altiparanae</i>	13
Figura 2. Oportunidades de mercado para a exploração comercial do lambari	24
Figura 3. Tanque escavado de 180 m ² com as unidades experimentais. APTA Polo Centro Leste – UPD Pirassununga.....	27
Figura 4. Fornecimento de ração aos peixes.....	27
Figura 5. Etapas da contagem, formação dos lotes com 50 lambaris (5 peixes por balde x 10 baldes) e sequência de povoamento nos tanques-rede de 1m ³	28
Figura 6. Preparação para mistura dos ingredientes realizada no Laboratório de Nutrição de Peixes do Instituto de Pesca - São José do Rio Preto/SP.....	29
Figura 7. Mistura dos ingredientes finamente moídos para extrusão.....	30
Figura 8. Amostras das dietas após a extrusão com referencial para tamanho do pellet.....	30
Figura 9. (A): Pellets pós-extrusão e (B) Equipamento utilizado (Imbramaq, modelo PQ-30). Departamento de Zootecnia ESALQ/USP Piracicaba-SP.....	31
Figura 10. (A) Insensibilização do peixes; (B) Peixes insensibilizados para a tomada do comprimento total; (C) Pesagem dos peixes e (D) Vista geral do procedimento de biometria. UPD Pirassununga – Polo Apta Centro Leste.....	32
Figura 11. (A): Preparo da amostra para secagem; (B) Amostras secas prontas para as análises e (C) Destilando proteína bruta. Laboratório de Aquicultura da FZEA-USP.	33

Figura 12. Monitoramento da temperatura da água nas unidades experimentais.....	39
Figura 13. Representação gráfica da relação entre o aumento da biomassa (g) e a substituição de POA por POV (%) em lambari durante 63 dias de cultivo.	40
Figura 14. (A) Tucunaré (<i>Cichla spp.</i>) capturado utilizando o lambari como isca-viva – Lagoa ‘Risca Faca’ FZEA/USP Pirassununga. (B) Imagem aproximada evidenciando o tamanho da isca. (C) Detalhe do lambari com tamanho de 7,5cm.	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual e químico-bromatológica calculada das dietas experimentais.....	38
Tabela 2. Valores médios seguidos do intervalo de confiança dos principais itens da ração experimental comparados ao calculado na fórmula.....	39
Tabela 3. Valores médios da composição corporal dos lambaris alimentados com substituição gradual da proteína de origem animal por vegetal.....	44
Tabela 4. Composição percentual e químico-bromatológica calculada das dietas experimentais.....	52
Tabela 5. Valores médios, seguidos de seus respectivos desvio padrão, dos principais itens analisados da ração experimental comparando com o calculado em fórmula.....	53
Tabela 6. Valores médios da biomassa (g) e efeito dos contrastes ortogonais referentes ao desempenho produtivo de lambaris mantidos em tanques-rede e alimentados com rações contendo 26 e 36% de PB e duas qualidades de ingredientes: basal (B) e <i>premium</i> (P).....	54
Tabela 7. Ingredientes, quantidades utilizadas (%) e custo de fórmulas das dietas experimentais.....	66
Tabela 8. Valores utilizados para compor o custo de produção de lambaris considerando produção mensal em 4 tanques-rede de 6 m ³ cada.....	68
Tabela 9. Lucro parcial gerado em função da quantidade de lambaris produzidos em cada tratamento.....	69
Tabela 10. Lucro líquido da produção de lambaris a partir do cultivo em 1, 2, 3 ou 4 tanques-rede/mês e considerando o preço de venda a R\$ 0,30.....	72
Tabela 11. Lucro líquido da produção de lambaris a partir do cultivo em 1, 2, 3 ou 4 tanques-rede/mês e considerando o preço de venda a R\$ 0,20/un.....	74

1. INTRODUÇÃO

Dentre as proteínas de origem animal mais produzidas no mundo, a do pescado se destaca como a mais sustentável já que, durante o processo de produção, libera menos nitrogênio e fósforo para o meio ambiente, além de proporcionar melhor conversão da proteína ingerida (HALL *et al.*, 2011). Sistemas produtivos sustentáveis fazem-se necessários para atender à demanda alimentar de uma população crescente com recursos naturais finitos. Neste sentido, a aquicultura segue expandindo mais rapidamente que qualquer outro setor de alimentos de origem animal e em maior ritmo que a população, sendo que, de acordo com o relatório da FAO (2012), na próxima década, a produção total de pescado (pesca extrativa + aquicultura) ultrapassará as carnes de bovinos, suínos e aves. Tal crescimento é o principal fator que atua sobre os recursos naturais em escala global, gerando demandas não apenas dos serviços ambientais que os ecossistemas saudáveis podem prover, mas também como fonte de proteína e recreação (WELCOMME, 2001). Ainda de acordo com este autor, os ecossistemas aquáticos de águas interiores e os organismos que neles vivem encontram-se entre os mais vulneráveis do planeta, pois a maioria das atividades humanas que ocorre nas bacias hidrográficas influenciam na qualidade, quantidade e fluxo da água desses ambientes. A aquicultura utiliza recursos naturais que devem ser usados de forma racional para que a atividade seja perene e lucrativa (VALENTI, 2002).

A oferta global de peixes para o consumo humano *per capita* aumentou de 9,9kg (peso vivo) em 1960 para 18,4kg em 2009 (FAO 2012). Na contra mão deste aumento da demanda encontra-se a estagnação da pesca extrativista, onde, apesar do maior esforço da pesca no mundo (barcos equipados com GPS, fábrica de gelo, redes maiores, entre outros); não se observou, nas últimas duas décadas, aumento da quantidade capturada. Dados da FAO (2012) demonstram que a maior parte das populações das dez espécies mais pescadas/capturadas, as quais representam um total de 30% da pesca extrativa marinha mundial em termos de quantidade, estão plenamente exploradas. Isto evidencia a tendência de esgotamento dos oceanos, tornando a aquicultura uma atividade estratégica.

Neste contexto (aumento da demanda por pescado, diminuição dos estoques pesqueiros e necessidade de novas tecnologias para o cultivo de organismos aquáticos), o Brasil apresenta-se com interessante potencial de fornecer proteína de pescado para o mundo. O país possui uma das maiores reservas hídricas do planeta, com cerca de 12% da água doce disponível (DIEGUES, 2006). Somente em represas hidrelétricas existem aproximadamente 5,3 milhões de hectares de área inundada, parte dos quais podem ser usados para aquicultura de água doce (BORGHETTI, 2003).

Seguindo a tendência mundial de crescimento, porém com taxa ainda maior, a aquicultura nacional apresentou aumento de 49,4% entre o período de 2003 a 2009, de acordo com dados do Ministério da Pesca e Aquicultura publicado no ano de 2010 (BRASIL, 2010). Tal crescimento deve-se principalmente ao cultivo de espécies exóticas, com destaque para as tilápias, carpas e camarão marinho. Além do potencial zootécnico destas espécies exóticas, vale ressaltar que as mesmas já dispõem de pacote tecnológico de cultivo estabelecido que há tempos vem sendo pesquisado e aperfeiçoado em vários países. É provável que as espécies de peixes nativas, em especial os surubins e os redondos, bem como seus respectivos híbridos, tenham potencial semelhante ou superior ao das espécies exóticas. No entanto, ainda não dispõem do mesmo pacote tecnológico de cultivo (nutrição, genética e sistemas de produção). De acordo com Cyrino *et al.* (2005) a otimização do crescimento dos peixes só pode ser alcançada através do manejo concomitante da qualidade de água, nutrição e alimentação. Segundo Godinho (2007), a falta de informações sobre as espécies nativas com potencial zootécnico, em conjunto com os sistemas de produção adotados e a deficiência de dados científicos acerca de sua biologia, são os responsáveis pelos resultados modestos no desempenho destas espécies.

Preconiza-se que os sistemas intensivos de criação de peixes utilizem cada vez mais técnicas aprimoradas visando atender às exigências de qualidade e quantidade. Neste contexto, destaca-se o estudo de espécies nativas com potencial zootécnico que apresentem características relacionadas à qualidade da carne e a sua capacidade de adaptação a sistemas intensivos de criação (NAVARRO *et al.*, 2006).

O lambari-de-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*) - espécie nativa - apresenta interessantes atributos de desempenho zootécnico e nichos de mercado específicos a serem explorados. No entanto, tais características são mais evidentes em constatações práticas no campo. Informações científicas que tratem do cultivo comercial da espécie ainda são insuficientes.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver dietas nutricionalmente adequadas e economicamente viáveis para o cultivo em escala comercial do lambari, bem como avaliar a influência das dietas propostas sobre a composição corporal dos peixes, além de analisar economicamente a viabilidade da produção desta espécie no sistema de tanques-rede como alternativa de renda ao pescador artesanal.

2. Revisão de Literatura

2.1. O Lambari

Dentre as espécies nativas com potencial zootécnico, o lambari-do-rabo-amarelo, *Astyanax altiparanae*, (Figura 1), que neste trabalho será denominado apenas como lambari, apresenta características desejáveis para o cultivo, como: rusticidade, fácil aceitação de dietas artificiais, alta prolificidade, curto ciclo de produção e rápida adaptação a sistemas intensivos de cultivo.

Figura 1. Lambari-do-rabo-amarelo, *Astyanax altiparanae*.

Lambari é a designação popular de várias espécies de peixes do gênero *Astyanax*, família Characidae. O gênero *Astyanax* corresponde a maior unidade dos Tetragonopterinae, sob o ponto de vista sistemático, e constitui um dos gêneros dominantes da América do Sul (EIGENMANN, 1921).

Consta na literatura que aproximadamente uma centena de espécies nominais foram designadas para o gênero *Astyanax* (GARUTTI, 1999), sendo que algumas são muito parecidas entre si. Verificou-se que *Astyanax bimaculatus* não correspondia à consideração de uma espécie somente. Sabe-se que ao menos 15 espécies possuem padrão de cor similar ao *A. bimaculatus*. Isto levou a uma revisão das espécies que compõem este gênero. Assim, a mais recente revisão taxonômica do gênero *Astyanax* das bacias do Paraná, do São Francisco e Amazônica resultou na reestruturação da nomenclatura das espécies deste gênero, passando-se à denominação de *Astyanax altiparanae* para o lambari-do-rabo-amarelo ou tambuí que ocorre na

bacia do Rio Paraná (GARUTTI e BRITSKI, 2000; GARUTTI, 1995). A espécie *A. altiparanae* está presente em todos os afluentes da bacia do rio Paraná, inclusive abaixo das cataratas do rio Iguaçu, conforme descreveram Graça e Pavanelli (2002).

Em relação ao hábito alimentar, Adrian *et al.*, (2001) citam que os itens alimentares encontrados no estômago do lambari estão representados em proporções semelhantes por vegetais (sementes, frutos, algas e macrófitas) e animais (insetos aquáticos e terrestres) mostrando que se trata de uma espécie onívora. Nomura (1975), em estudos realizados no rio Moji-Guaçu-SP, define *A. bimaculatus* (isto é, *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski (2000)); como onívoro, com predominância ao consumo de restos de vegetais superiores. Silva (1998) sugere que a espécie tem tendência à herbivoria-insetivoria, refletindo uma característica oportunista; e Gaspar da Luz (1996) registrou que microcrustáceos constituem-se também num recurso relativamente expressivo na alimentação deste peixe.

2.2. Substituição de Proteína de Origem Animal por Vegetal

Dentre as proteínas de origem animal que apresentam volume e disponibilidade constantes, destacam-se as farinha de carne e ossos, vísceras de aves e peixe. Destas, a farinha de peixe, em particular, se apresenta como um dos ingredientes mais completos para a formulação de dietas para organismos aquáticos, tanto pela combinação entre aminoácidos e minerais, como pelo alto valor biológico destes. Tacon (2005) apresentou que, no conjunto de todas as rações produzidas no mundo, o segmento de dietas para organismos aquáticos representa 3%; no entanto, este setor é responsável pelo consumo de 46% de toda a farinha de peixe produzida, enquanto que Pezzato *et al.* (2009) citaram que as rações de peixe e camarões utilizam cerca de 50% da farinha de peixe disponível no mercado mundial.

Davies *et al.* (2009), em referência às investigações que envolvam farinha de peixe *versus* rações para animais aquáticos, citam que o objetivo destas pesquisas é atender aos três R's, ou seja, refinamento (*Refinement*), redução (*Reduction*) e substituição (*Replacement*) das farinhas de peixes, bem como a redução dos custos. A elevada participação deste ingrediente nas rações para organismos aquáticos associada ao aumento do volume de ração produzida e à progressiva escassez deste insumo no mercado mundial (NEW e CSAVAS, 1995) nos remete à necessidade de pesquisar possíveis substitutos. Historicamente, o uso de fontes proteicas de origem animal, em especial a farinha de peixe, nas rações para organismos aquáticos, foi bastante expressivo principalmente nas rações de salmão e camarão. Porém, tal prática caminhava para uma produção não sustentável. Em 1998, por ocasião do Segundo Simpósio Internacional de Aquicultura Sustentável, realizado em Oslo – Noruega, a utilização de sucedâneos às farinhas de origem animal passou a ser fortemente recomendada (FRANCIS *et al.*, 2001).

O completo sucesso de um ingrediente substituto deve contemplar as vantagens nutricionais e econômicas do ingrediente principal, sendo que o baixo impacto ambiental também é desejado. A combinação de ingredientes para alcançar o mesmo equilíbrio é possível, mas requer uma grande compreensão das necessidades dos peixes e do desempenho destas fontes alternativas. Substituições não engenhosas podem proporcionar perdas substanciais ao desempenho produtivo, à saúde dos animais e ao ambiente (PEZZATO *et al.*, 2009).

Sendo assim, a substituição de ingredientes de origem animal por ingredientes de origem vegetal é uma prática estimulada no mundo todo e para todas as espécies de peixes. Porém, esta substituição não é um desafio simples, e sim, algo relativamente complexo. Cyrino *et al.* (2010) citam as vantagens dos ingredientes proteicos de origem animal e as desvantagens dos proteicos de origem vegetal. Segundo estes autores, os subprodutos animais de qualidade normalmente têm conteúdos de aminoácidos essenciais mais altos e melhor perfil de aminoácidos totais, sendo também boas fontes de energia digestível, ácidos graxos essenciais e vitaminas, enquanto que, por sua vez, as fontes vegetais de proteína comumente apresentam menor

digestibilidade, são deficientes em metionina e lisina, e podem apresentar fatores anti-nutricionais. Segundo Furuya *et al.*(2001) as proteínas de origem animal apresentam interessante efeito atrativo adicional nas rações para peixes.

Por outro lado, as proteínas de origem vegetal utilizadas na composição de rações comerciais, via de regra, apresentam menor custo quando comparadas às de origem animal (FITZSIMMONS, 2000). Considerando este fato e a necessidade de tornar a aquicultura mais sustentável, é pertinente que estudos sejam realizados para contornar esta aparente desvantagem das proteínas de origem vegetal.

A efetiva assimilação dos nutrientes contidos num alimento depende da aptidão fisiológica do animal (PEZZATO *et al.*, 2004), ou seja, no momento da escolha dos ingredientes que irão compor uma dieta é fundamental levar em consideração o hábito alimentar da espécie alvo. Até porque há espécies que, em seu ambiente natural, desenvolvem-se exclusivamente com alimentos de origem vegetal.

Os peixes onívoros possuem adaptações morfológicas e fisiológicas que possibilitam a utilização de dietas com elevadas percentagens de ingredientes vegetais, dado que utilizam melhor os carboidratos (VIOLA e ARIELI, 1983; KUBARIK, 1997) e a proteína (aminoácidos) dessas fontes (TENGJAROENKUL *et al.*, 2000) em relação aos peixes carnívoros.

Mesmo com espécies mais adaptadas a uma dieta carnívora, como a truta arco-íris, já é possível a substituição quase total da farinha de peixe por outra de origem vegetal (KAUSHIK *et al.*, 1995; WATANABE *et al.*, 1998). Em espécies de peixes marinhos (dourada e robalo europeu), a substituição quase total da proteína animal também já foi demonstrada (KAUSHIK *et al.*, 2004; SALZE *et al.*, 2010).

Mais do que necessidade de quantidade de proteína, os peixes necessitam de adequado balanceamento de aminoácidos (WILSON, 1991; COWEY, 1995). Para espécies onívoras, a adequada combinação entre fontes de origem vegetal e animal pode fornecer este balanceamento sem a necessidade de suplementação com aminoácidos sintéticos. Hua e Bureau

(2012) afirmaram que a formulação de dietas com níveis mais baixos de proteína animal e níveis crescentes de fontes vegetais de proteína resulta em alteração significativa do valor nutritivo da dieta (teores de nutrientes digestíveis, níveis de fatores anti-nutricionais, etc) que, por sua vez podem afetar a eficiência de utilização de nutrientes. Por conseguinte, uma análise adequada dos efeitos nas mudanças de composição das dietas, geralmente, não pode ser realizada somente com base em comparações estatísticas.

A viabilidade econômica e nutricional de um ingrediente substituto, de acordo com Silva (2006), depende de fatores como: 1) tecnologia de processamento adotada para inativar e/ou remover fatores antinutricionais endógenos, a disponibilidade e a digestibilidade do nutriente; 2) formulação adequada da ração; 3) enzimas digestivas; 4) minerais e aminoácidos essenciais - cristalizados ou conjugados; 5) estimuladores de apetite para garantir o balanceamento da ração e sua palatabilidade, otimizando a ingestão, digestão e absorção dos alimentos.

Dentre os ingredientes proteicos de origem vegetal que apresentam boas qualidades nutricionais, quantidade e disponibilidade constantes, destacam-se o farelo de soja, o farelo de algodão e a protenose de milho.

O farelo de soja tem sido uma das alternativas mais estudadas para substituir a farinha de peixe, mas tem várias limitações, incluindo fatores anti-nutricionais, baixos níveis de metionina (quando comparado à farinha de peixe) e efeitos prejudiciais para a integridade intestinal de algumas espécies de peixes carnívoros (GATLIN *et al.*, 2007). Este ingrediente apresenta maiores níveis de lisina e metionina quando comparado a outros vegetais; além disso, é rico em lipídeos, possuindo a quase totalidade dos ácidos graxos necessários para os peixes de água doce e marinha (TAKAHASHI, 2005). O mesmo autor cita, ainda, que a maior parte dos ingredientes vegetais testados apresenta limitações quanto à disponibilidade em larga escala, valor nutricional e preço. Lovell (1991) afirma que o farelo de soja é praticamente completo na composição de aminoácidos essenciais e de menor custo comparativamente a algumas proteínas de origem animal. A soja seria, portanto, uma fonte proteica

vegetal que atende a todos os requisitos comerciais de disponibilidade em larga escala, preço e qualidade nutricional adequada.

O farelo de soja e o glúten de milho podem ser utilizados como substitutos parciais das fontes proteicas de origem animal nas dietas formuladas para o *black bass* (*Micropterus salmoides*), conforme observado por Portz (2001) ao estudar o uso de diferentes fontes proteicas na alimentação desta espécie. Menores valores de proteína digestível dos alimentos de origem vegetal, em relação aos de origem animal, foram encontrados por Hajen *et al.* (1993), em pesquisa com o salmão (*Oncorhynchus tshawytscha*).

O farelo de algodão também se apresenta como interessante fonte proteica vegetal. Era pouco utilizado nas rações para animais devido à presença de altos teores de gossipol. Porém, adequações nos métodos de processamento (WALDROUP e KERSEY, 2002), a seleção e o melhoramento genético (CORREA *et al.*, 2006), têm levado à produção de farelos com menores teores de gossipol, níveis estes que não chegam a ser prejudiciais para os animais. Gonçalves (2007), ao estudar a digestibilidade de vários ingredientes para a tilápia do Nilo, encontrou coeficiente de digestibilidade aparente para o farelo de algodão de 87,1%, o qual, apesar de ter sido inferior ao do farelo de soja (94,13%), pode ser considerado como um ingrediente que apresenta boa digestibilidade para a proteína. A indústria de beneficiamento do caroço de algodão para a produção de óleo comestível encontra-se consolidada/estabelecida; desta forma, a produção de farelo de algodão no Brasil é constante e com volume suficiente para atender à demanda do segmento de alimentos para animais.

Outra fonte proteica vegetal de destaque é a protenose ou glúten de milho. Este subproduto origina-se a partir da extração do amido do milho e apresenta alto teor proteico (60,0%). Além disso, não apresenta restrições antinutricionais, embora apresente deficiência dos aminoácidos lisina e arginina. Durante seu processamento são removidos amido, farelo e germe, e pode conter 42 ou 60% de PB, dependendo do processo de beneficiamento. Este ingrediente tem se mostrado uma boa alternativa para substituição da farinha de peixe nos estudos com salmão, sendo possível a substituição de até

50,0% de glúten de milho para juvenis desta espécie (MENTE *et al.*, 2003). Mesmo com níveis relativamente elevados de inclusão do glúten de milho, tem-se observado bons desempenhos, tanto para crescimento quanto para eficiência e digestibilidade da proteína deste ingrediente, para o salmão do Atlântico (ANDERSON *et al.*, 1992).

A produção de salmões (espécie carnívora), no Chile, alcança surpreendentes resultados de conversão alimentar próximos a 1:1. São resultados como este que fazem da aquicultura uma maneira eficiente de produzir proteína animal e atender à crescente demanda mundial por alimentos. No entanto, produzir com sustentabilidade é o grande desafio e, neste sentido, reduzir o uso de farinha de peixe nas rações para organismos aquáticos é necessário.

2.3. Teores de Proteína em Dietas Para Peixes

A proteína representa o componente de maior custo nas dietas para organismos aquáticos (CHO *et al.*, 2005; CRAIG e MCLEAN, 2005). Os peixes são capazes de utilizar proteína como fonte energia. Portanto, do ponto de vista econômico, é de vital importância que a proteína seja utilizada para a síntese de tecido muscular e não para a energia metabólica (WILLIAMS *et al.*, 2003; OZORIO *et al.*, 2006).

Compreender a exigência em proteína dos peixes durante as diferentes fases de crescimento é fundamental na gestão da piscicultura, levando à máxima eficiência da conversão alimentar, à redução de custos e da carga de nutrientes para o ecossistema aquático (ABDEL-TAWWAB e AHMAD, 2009). Os resultados de pesquisas comentados a seguir para diferentes espécies de peixes, evidenciam que há limites de níveis de proteína para cada espécie, sendo que, ao exceder esses limites, provoca-se resultados indesejáveis no desempenho e na qualidade da água, além do maior custo dessas rações.

Craig *et al.* (2006) realizaram dois experimentos fatoriais analisando dois níveis de proteína (40 e 50%) e três níveis de lipídios (6, 12 e 18%) em juvenis de bijupirá (*Rachycentrun canadun*) com duas categorias de pesos médios (7,4g e 34g) – experimentos em fases diferentes. Não foram constatadas diferenças nos índices de desempenho produtivo analisados entre os níveis proteicos nas duas categorias de peso médio. Chou *et al.* (2005) não encontraram diferenças de desempenho em experimento similar ao anterior, no qual também avaliaram níveis de 40 e 50% de proteína bruta para juvenis de bijupirá.

Guo *et al.* (2012) estudaram sete níveis de proteína bruta (25, 30, 35, 40, 45, 50 e 55%) para juvenis híbridos de esturção (*Acipenser baerii* ♀ × *A. gueldenstaedtii* ♂), avaliando crescimento e balanço de energia. Por meio da análise de regressão, constataram que o melhor desempenho de crescimento para esse híbrido ocorre com níveis entre 34 e 37% de PB, sendo que os altos níveis de PB utilizados neste experimento (>40%) implicaram em prejuízos ao crescimento e em elevadas proporções de proteína e energia excretadas para o ambiente.

Abdel-Tawwab *et al.* (2010) avaliaram três níveis de proteína bruta (25, 35 e 45%) em três categorias de peso [0,4 – 0,5g (larvas), 17 – 22g (alevinos) e 37 – 43g (juvenis)] de tilápias (*Oreochromis niloticus*), onde analisaram crescimento e eficiência de utilização do alimento. Constataram que o melhor desempenho para as pós-larvas foi com dietas de 45% de PB, enquanto que para alevinos e juvenis o melhor resultado foi com dietas de 35% de PB. Os autores concluíram que, além do prejuízo no desempenho produtivo, a proteína em excesso oferecida aos alevinos e juvenis foi deaminada e utilizada como energia, aumentando os níveis de amônia ionizada na água.

Fülber *et al.* (2010) estudaram dois níveis de proteína bruta (25 e 30%) em três diferentes variedades de tilápia (Bouake, Chitralada e GIFT) na fase de crescimento/terminação (40 até 400 g). Constataram que os peixes alimentados com ração contendo 25% de PB apresentaram melhor desempenho produtivo comparativamente àqueles que receberam 35% de PB na dieta.

Para matrizes de jundiá (*Rhamdia quelen*), alimentadas com níveis de 28, 34 e 40% de PB; dietas isocalóricas, não houve diferenças no desempenho produtivo, parâmetros fisiológicos e reprodutivos, portanto, a ração com 28% de PB atendeu as exigências dos animais (COLDEBELLA *et al.* 2011)

Nota-se, pelos trabalhos citados, que há equivalência e até mesmo tendência de melhores resultados de desempenho produtivo, em diversas espécies de peixes, quando alimentados com menores níveis proteicos na dieta, tornando pertinentes maiores investigações neste sentido.

2.4. Viabilidade Econômica da Produção do Lambari

De todas as espécies nativas com algum potencial zootécnico de produção em escala comercial, o lambari é a que apresenta menor porte. Por outro lado, é o peixe mais abundante nos trabalhos de coletas para fins de determinação da ictiofauna em diferentes bacias hidrográficas e corpos d'água, conforme os levantamentos realizados por Dufec (2004); Giamas *et al.* (2004); Orsi *et al.* (2004); Carvalho *et al.* (2005); Viera *et al.* (2005); Novakowski *et al.* (2007); Mancini *et al.* (2009). Estes autores ressaltam a grande capacidade de ajuste da espécie *A. altiparanae* a situações ambientais diferenciadas, além do amplo espectro de interação nas assembleias de peixe. Tais constatações configuram-se como um bom indicativo da plasticidade destes peixes para se adaptar aos mais distintos ambientes, sendo esta uma das características desejáveis para a exploração zootécnica.

O lambari já foi considerado invasor nos viveiros de piscicultura, mas, atualmente, é visto como uma espécie de grande potencial para a aquicultura (ABIMORAD e CASTELLANI, 2011). O aproveitamento destes peixes se resumia à distribuição entre os funcionários nos dias de despesca de peixes de maior porte (pacu, tilápia, entre outros), quando a sobra da captura formada pelos pequenos peixes era geralmente descartada (ALMEIDA, 2007).

Segundo Delefrate (2012¹, informação pessoal), um dos maiores produtores de lambaris do Brasil, situado no município de Buritizal-SP, estima-se que, no ano de 2011, foram comercializados em torno de 30 milhões de lambaris para a pesca esportiva. Esta empresa, especializada na produção da espécie e que responde pela produção de 20 milhões de lambaris/ano, dispõe da seguinte estrutura: 14 pisciculturas arrendadas, perfazendo o montante de 21 hectares de lâmina d'água, três caminhões para transporte de peixe vivo, consumo mensal de oito toneladas de ração e o consumo anual de 2g de hipófises, o que seria suficiente para induzir 400kg de matrizes (5mg/kg).

A produção de lambaris no estado de São Paulo concentra-se nas regiões Norte e Noroeste, justamente onde está a maior demanda da espécie para isca-viva, ou seja, nas proximidades dos rios Grande e Paraná, seguidos do rio Tietê (região central) e Paranapanema (região oeste). Nos rios Paraná, Paranapanema e baixo Tietê, o lambari mais comercializado é o médio (7 a 9 cm), já que a espécie mais cobiçada pelos pescadores nestes rios é o tucunaré (*Cichla spp.*), apesar de também haver mercado para os lambaris pequenos (4 a 6,9 cm) e para os grandes (> 9,1cm). Na porção intermediária do rio Tietê há demanda de lambaris pequenos, já que a principal espécie pescada é a corvina ou pescada do Piauí (*Plagioscion squamosissimus*), enquanto que no rio Grande há um mercado diferenciado para lambaris de maior porte utilizados para a pesca do barbado (*Pinirampus pirinampu*). Nos últimos rios citados também há demanda de lambaris de tamanho médio, já que o tucunaré se faz presente em todos.

Levando-se em conta a sua fácil reprodução, a boa taxa de sobrevivência das larvas e alevinos, o rápido crescimento e o hábito alimentar onívoro, as atividades de produção de lambaris para a produção de iscas vivas, ou mesmo para o consumo direto (ALMEIDA, 2007) ou enlatados após processamento adequado (PORTO-FORESTI *et al.*, 2005), podem ser consideradas uma boa opção de negócio.

¹Delefrate, J. Piscicultor – Produtor de lambari. Piscicultura Buritis. Buritizal-SP. Informação obtida através de visita realizada à propriedade, em 20/03/2012, para levantamento de informações sobre o cultivo da espécie.

Mesmo não existindo uma metodologia de produção estabelecida para o lambari, atualmente, é grande o número de produtores/comerciantes que estão envolvidos com a espécie, sendo que, em alguns casos, o mesmo se configura como a principal fonte de renda. Em recente artigo publicado por Silva *et al.* (2011), é analisada a cadeia produtiva do lambari e a caracterização dos sistemas produtivos no estado de São Paulo. Observou-se que, apesar de se conhecer o contexto no qual se insere a criação do lambari, há lacunas referentes ao conhecimento das técnicas adotadas pelos produtores, aos fluxos de informações e aos produtos entre os agentes econômicos implicados na atividade.

Constata-se, portanto, que o cultivo de lambaris tem se mostrado viável economicamente nas mais diferentes formas de cultivo, independentemente do grau de informação técnica adotada. Porém, aqueles produtores que utilizam de tecnologia em alguma etapa do cultivo conseguem maiores êxitos.

Isto permite inferir que não houve políticas públicas ou qualquer disponibilização de algum pacote tecnológico que incentivassem o cultivo do lambari. Se, por um lado, isto é benéfico, já que mostra o potencial que a cadeia produtiva tem, por outro lado se faz necessário a otimização e, principalmente, a profissionalização na forma de produzir e comercializar esta espécie.

Segundo Silva *et al.* (2011), a criação de lambari representa uma alternativa concreta de geração de renda para os piscicultores, porém, o mercado limita-se quase que integralmente ao atendimento da demanda por iscas para a pesca esportiva. Assim, as receitas obtidas com a venda do lambari como isca viva ainda são maiores quando comparadas às vendas como petisco. Sugere-se que novas alternativas de comercialização do lambari para bares e restaurantes sejam adotadas. Talvez, um trabalho no sentido de apresentá-lo como um produto *gourmet* e ser comercializado em porções que levem em consideração o preço unitário e não o peso. Mas, isto ainda depende de um longo caminho, desde a conscientização do produtor até os proprietários de estabelecimentos comerciais.

Mas afinal, qual é o potencial/viabilidade de produção do lambari? Justifica-se a realização de esforços para o estabelecimento de um pacote tecnológico voltado ao lambari? De que forma o lambari se insere dentro do contexto da aquicultura/pesca extrativa no Brasil? Na Figura 1 é apresentado duas opções de inserção do cultivo de lambari ('lambaricultura') como atividade zootécnica as quais ainda não são exploradas em sua totalidade.

Figura 2. Oportunidades de mercado para a exploração comercial do lambari: A) Consumo humano e B) Isca Viva.

Na primeira das opções (A) sugere-se a exploração da possível capacidade do lambari ser provedor de nutrientes importantes para alimentação humana, enquanto que a segunda opção (B) insere o lambari como alternativa de renda para pescadores ribeirinhos/artesaniais onde estes, ao migrarem para a atividade de cultivo do lambari ou guias de pesca, com possibilidades de proporcionar melhorias na renda/qualidade de vida, naturalmente irá diminuir a pressão da pesca extrativa, implicando em provável aumento do peixe nativo nos rios, o que pode ocasionar crescimento da pesca esportiva e, necessariamente, aumento da demanda por iscas-vivas.

3. OBJETIVOS

Estudo I - Avaliar o efeito da substituição da proteína de origem animal por vegetal, em dietas com 26% de PB, no desempenho produtivo de lambaris em tanques-rede, bem como avaliar possíveis influências sobre a composição corporal dos peixes;

Estudo II - Avaliar o desempenho produtivo de lambaris em tanques-rede quando alimentados com dietas contendo alta (36%) e baixa proteína (26%), com ingredientes considerados de boa qualidade (*premium*) e de baixa qualidade (basal), além da análise de possíveis efeitos sobre a composição corporal dos lambaris e,

Estudo III - Analisar a viabilidade de tais dietas a partir de uma perspectiva econômica, levando-se em consideração os diferentes custos de fórmulas x desempenho produtivo dos lambaris, bem como simular a produção em tanques-rede em diferentes módulos de cultivo.

3.1 – Hipóteses

H₀: O desempenho produtivo e a composição corporal do lambari não são afetados pela origem da proteína, se animal ou vegetal, em dietas com 26% de PB;

H₁: O desempenho produtivo e a composição corporal do lambari são afetados pela origem da proteína, se animal ou vegetal, em dietas com 26% de PB.

H₀: O desempenho produtivo e a composição corporal do lambari não são afetados pelos níveis de proteína (26 ou 36%) na dieta e nem pela qualidade das matérias-primas (basal ou *Premium*);

H₁: O desempenho produtivo e a composição corporal do lambari são afetados pelos níveis de proteína (26 ou 36%) na dieta e pela qualidade das matérias-primas (basal ou *Premium*);

4. MATERIAL E MÉTODOS

Previamente aos experimentos, foram realizados dois ensaios pilotos para a determinação da densidade de estocagem de lambaris em tanques-rede de 1 m³, já que as informações disponíveis na literatura tratam de experimentos realizados em *hapas* ou caixas d'água de pequeno volume, bem como ajustar o manejo experimental (sistema de contagem e povoamento, tempo de exposição a anestésicos, dinâmica das biometrias, etc.).

Os experimentos que compõem a presente tese foram realizados utilizando as informações geradas nestes ensaios e nas mesmas estruturas, porém, em épocas diferentes. A primeira das etapas diretamente relacionada com a tese avaliou a participação de ingredientes proteicos de origem animal nas dietas para o lambari. Em seguida, no segundo experimento, avaliou-se a relação entre níveis de proteína bruta (26 e 36%) e qualidade de ingredientes (basal ou *premium*) na alimentação do lambari.

Complementando os estudos e utilizando os resultados de desempenho produtivo obtidos nos experimentos, realizou-se a análise econômica tanto das dietas utilizadas no experimento 2, como também a projeção de cultivo do lambari em tanques-rede seguida de análise da viabilidade econômica.

A seguir serão apresentados os parâmetros técnicos e as estruturas em comum utilizadas em ambos os experimentos, enquanto que as particularidades de cada estudo serão descritas de acordo com o experimento correspondente.

Os experimentos foram realizados na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Pirassununga - Polo Regional da APTA Centro-Leste, sendo que o experimento 1 teve início em 16/02/2011 e duração de 63 dias, enquanto que o experimento 2 iniciou-se em 12/01/2012 e foi finalizado com 61 dias de cultivo.

Utilizaram-se 20 tanques-rede de 1m³ (contendo aproximadamente 0,75 m³ de área útil) com malha de 5 mm, alocados aleatoriamente em um tanque escavado de 180 m² com 1,5 m de profundidade e renovação de água de 10% ao dia (Figura 3). Os lambaris foram povoados na densidade de 450 peixes/m³ (SUSSEL *et al.*, 2009a) e alimentados (Figura 4) três vezes ao dia até a aparente saciedade, não permitindo que houvesse sobras.

Figura 3. Tanque escavado de 180 m² com as unidades experimentais. APTA Polo Centro Leste – UPD Pirassununga

Figura 4. Fornecimento de ração aos peixes

4.1. Povoamento das Unidades Experimentais

Com a finalidade de realizar a distribuição homogênea dos peixes nas unidades experimentais, o povoamento foi realizado em lotes de 50 peixes por vez, obedecendo a uma ordem sequencial (Figura 5). Em seguida, para a determinação do peso e comprimento inicial, escolheram-se aleatoriamente quatro unidades experimentais (20%). Nestas, capturou-se uma amostra de 90 peixes (20%) em cada tanque-rede, perfazendo o montante de 360 lambaris, nos quais realizou-se biometria individual.

Figura 5. Etapas da contagem, formação dos lotes com 50 lambaris (5 peixes por balde x 10 baldes) e sequência de povoamento nos tanques-rede de 1m³.

4.2. Dietas Experimentais

A formulação, pesagem, mistura (Figura 6) e moagem dos ingredientes foi realizada no Laboratório de Nutrição de Peixes do Instituto de Pesca (Secretaria de Agricultura e Abastecimento de SP) – São José do Rio Preto/SP.

Figura 6. Preparação para mistura dos ingredientes realizada no Laboratório de Nutrição de Peixes do Instituto de Pesca - São José do Rio Preto/SP.

No momento da formulação, além dos aspectos nutricionais objeto da pesquisa, também foram consideradas algumas questões técnicas e comerciais, por exemplo: 1) todos os ingredientes utilizados possuem ampla disponibilidade no mercado; 2) ingredientes ricos em amido foram criteriosamente selecionados para a efetiva extrusão dos pellets e 3) após mistura dos ingredientes, estes foram moídos em peneira de 0,8 mm (Figura 7), visando a confecção de pellets de 3 mm (Figura 8).

Figura 7. Mistura dos ingredientes finamente moídos para extrusão.

Figura 8. Amostras das dietas após a extrusão com referencial para tamanho do pellet.

4.3. Extrusão das Dietas

A extrusão das dietas experimentais foi realizada no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP em Piracicaba-SP. Utilizou-se uma extrusora da marca Imbramaq, modelo PQ-30 com capacidade de processamento para 30 kg/hora (Figura 9).

Figura 9. (A): Pellets pós extrusão e (B) Equipamento utilizado (Imbramaq - PQ-30, capacidade de 30 kg/hora). Departamento de Zootecnia ESALQ/USP Piracicaba-SP.

4.4. Biometria Final

Para avaliação das variáveis de desempenho produtivo, ao final do período experimental, os tanques-rede foram removidos individualmente e os peixes transferidos para um recipiente plástico com capacidade de 60 litros. Realizou-se a contagem e, em seguida, uma amostra de 20% foi coletada de cada unidade experimental, na qual procedeu-se à biometria. Para a determinação do comprimento total e do peso individual os peixes foram insensibilizados em água com gelo para evitar possíveis injúrias (Figura 10). Anteriormente à despesca, os animais foram submetidos a jejum de aproximadamente 20 horas.

Figura 10. (A) Insensibilização dos peixes; (B) Peixes insensibilizados para a tomada do comprimento total; (C) Pesagem dos peixes e (D) Vista geral do procedimento de biometria. UPD Pirassununga – Polo Apta Centro Leste.

4.5. Análise bromatológica das rações e composição corporal dos peixes

No Laboratório de Aquicultura da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA/USP) em Pirassununga-SP, realizou-se análise dos principais itens (proteína bruta, extrato etéreo, matéria seca, cinzas e fibra) das rações utilizadas no experimento, assim como da composição corporal dos peixes (Figura 11).

Figura 11. (A): Preparo da amostra para secagem; (B) Amostras secas prontas para as análises e (C) Destilando proteína bruta. Laboratório de Aquicultura da FZEA-USP.

5.1. Experimento 1

Substituição da proteína animal por proteína vegetal em dietas para o lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*)

5.1.1. Introdução

Os hábitos alimentares e as dietas dos peixes não só influenciam diretamente seu comportamento, integridade estrutural, saúde, funções fisiológicas, reprodução e crescimento, como também alteram as condições ambientais do sistema de produção – como a qualidade da água (CYRINO *et al.*, 2010). Portanto, estabelecer uma dieta para peixes de cultivo vai muito além do que o atendimento das exigências nutricionais da espécie. É necessário também levar em consideração os aspectos que envolvem o ambiente de cultivo, pois, em ambientes de baixa qualidade da água os animais não são capazes de expressar todo o potencial de crescimento.

Dentre as proteínas de origem animal utilizadas na formulação de rações para organismos aquáticos, a farinha de peixe é a principal. As rações de peixes e camarões utilizam cerca de 50% da farinha de peixe disponível no mercado mundial (PEZZATO *et al.*, 2009). Assim, a progressiva escassez deste insumo (NEW e CSAVAS, 1995) nos remete à necessidade de pesquisar possíveis substitutos. A alternativa para o fornecimento contínuo, com nutrientes de alta qualidade, volta-se para a utilização de matérias-primas vegetais (TUSCHE *et al.*, 2012).

O completo sucesso de um ingrediente substituto deve contemplar as vantagens nutricionais e econômicas do ingrediente principal, sendo que o baixo impacto ambiental também é desejado. No entanto, devido às excelentes qualidades nutritivas da farinha de peixe, as quais incluem um bom equilíbrio no perfil de aminoácidos, digestibilidade e palatabilidade elevadas, é altamente improvável que a substituição completa seja possível através de uma única fonte alternativa de proteína (CRAIG e MCLEAN, 2005). Isto evidencia a

necessidade dos estudos serem voltados para um melhor equilíbrio e melhor combinação entre os ingredientes disponíveis. Substituições não engenhosas podem proporcionar perdas substanciais no desempenho, na saúde dos animais e ao ambiente (PEZZATO *et al.*, 2009).

A substituição de ingredientes de origem animal por fontes vegetais é uma prática estimulada no mundo todo e para todas as espécies de peixes. No entanto, Cyrino *et al.* (2010) citam que as fontes vegetais de proteína comumente apresentam menor digestibilidade, são deficientes em metionina e lisina, e podem apresentar fatores anti-nutricionais. Porém, hábitos alimentares dos peixes devem ser levados em consideração. A efetiva assimilação dos nutrientes contidos num alimento depende da aptidão fisiológica do animal (PEZZATO *et al.*, 2004). Gatlin *et al.* (2007) citam que os ingredientes de origem vegetal devem fornecer nutrientes que efetivamente contribuam para o crescimento das espécies aquáticas com mínimo impacto ambiental e menor custo, de modo que a carne de peixe possa conferir benefícios à saúde humana com custo acessível.

Experimentos de substituição de ingredientes proteicos de origem animal por vegetal foram realizados por vários autores e com várias espécies, nos quais não foram observadas depressões significativas de crescimento tanto em espécies marinhas quanto de água doce (OLLI *et al.*, 1995; BJERKENG *et al.*, 1997; REFSTIE *et al.*, 2001). A substituição de até 75% de farinha de peixe por concentrado proteico de canola em dietas para truta arco-íris não implicou em diferenças no desempenho dos peixes (THIESSEN *et al.*, 2004). Para juvenis de bijupirá (*Rachycentron canadum*) a substituição de 50, 75 e 100% da farinha de peixe por concentrado proteico de soja não prejudicaram o desempenho produtivo, mesmo no nível mais alto de substituição (SALZE *et al.*, 2010).

Mesmo com espécies mais adaptadas a uma dieta carnívora, como a truta arco-íris, já é possível a substituição quase total da farinha de peixe por outra de origem vegetal (KAUSHIK *et al.*, 1995; WATANABE *et al.*, 1998). Em espécies de peixes marinhos, a substituição de grande parte da proteína animal por proteína de origem vegetal também já tem sido demonstrada (KAUSHIK *et al.*, 2004; SALZE *et al.*, 2010).

Constata-se, portanto, que a substituição de fontes proteicas de origem animal por vegetal é uma tendência mundial, seja para espécies marinhas, de água doce, carnívoras ou onívoras.

5.1.2. Objetivos

Avaliar a substituição de ingredientes de origem animal por ingredientes de origem vegetal sobre o desempenho produtivo de lambaris, bem como possíveis influências dos tratamentos sobre a composição corporal dos peixes.

5.1.3. Material e Métodos

Estrutura Experimental, Delineamento e Análise estatística

O efeito da substituição da proteína de origem animal (POA) por proteína de origem vegetal (POV) sobre a biomassa, ganho em peso, comprimento total, sobrevivência e conversão alimentar foi avaliado em um delineamento experimental inteiramente casualizado (5x4). Considerando que a hipótese experimental refere-se a níveis de substituições, determinou-se que os resultados fossem avaliados por meio da análise de regressão linear simples, utilizando o PROC GLM do SAS (FREUND & LITTEL, 2000).

Os tratamentos foram compostos por cinco diferentes rações onde, a partir do tratamento 1 (T1 = 100% POA) caracterizado pela inclusão exclusiva de ingredientes proteicos de origem animal (POA), procedeu-se à substituição gradual por proteína de origem vegetal (POV) na proporção de 25, 50, 75 e 100% (T2=75% POA + 25% POV; T3=50% POA + 50% POV; T4=25% POA + 75% POV e T5=0% POA + 100% POV). Considerando a existência de diferenças no perfil de aminoácidos entre as distintas fontes proteicas utilizadas e, portanto, a necessidade de proporcionar adequado equilíbrio de aminoácidos considerados essenciais para peixes, as dietas foram suplementadas, conforme a necessidade, com aminoácidos industriais L-Treonina, L-Lisina e DL-Metionina.

Preparação dos Alevinos e Dietas Experimentais

Previamente ao início do experimento, 40 fêmeas e 40 machos de lambaris foram induzidos à reprodução com extrato hipofisário de carpa, na proporção de 5 mg/kg de peso vivo. Após 33 dias de cultivo em viveiros escavados, os alevinos foram despescados para posterior povoamento nas unidades experimentais. Foram utilizados 9.000 alevinos com peso e comprimento médios de $1,18 \pm 0,12$ g e $2,1 \pm 0,3$ cm, respectivamente.

Na Tabela 1 encontra-se a formulação e a composição químico-bromatológica calculada das quatro rações isoproteicas (26% PB) e isoenergéticas (2725 kcal de ED).

Tabela 1. Formulação e composição químico-bromatológica calculada das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	(T1) 100% POA	(T2) 75%A + 25%V	(T3) 50%V + 50%A	(T4) 25%A + 75%V	(T5) 100% POV
Casca de Arroz	3,00	2,25	1,50	0,75	0,00
Milho Moído	31,61	28,15	24,68	21,21	17,74
Farelo de Soja	0,00	6,58	13,16	19,73	26,32
Farelo de Algodão	0,00	3,00	6,00	9,00	12,00
Protenose	0,00	1,25	2,50	3,76	5,00
Farelo de Trigo	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Quirera de Arroz	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Far. de Visceras Aves	12,97	9,72	6,48	3,25	0,00
Far. de Carne	10,80	8,10	5,40	2,70	0,00
Far. de Peixe	7,00	5,25	3,50	1,75	0,00
Far. de Sangue	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
Sal	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30
Calcário	1,00	1,39	1,79	2,18	2,57
Fosfato Bicálcico	0,00	0,85	1,70	2,54	3,39
Óleo de Soja	0,00	0,73	1,46	2,18	2,91
L-Lisina	0,40	0,44	0,48	0,51	0,55
L-Treonina	0,18	0,23	0,27	0,31	0,35
DL-Metionina	0,13	0,17	0,20	0,23	0,26
Mold-Nil-Dry ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Oxynil Dry ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Suplem. Vitam. e Min ³	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada					
Umidade (%)	10,34	10,35	10,35	10,36	10,36
Energ. Dig. (kcal/kg)	2720,62	2723,07	2725,52	2727,96	2730,41
Proteína Bruta (%)	26,33	26,25	26,17	26,08	26,00
Extrato Etéreo (%)	5,86	5,65	5,43	5,22	5,00
Fibra Bruta (%)	5,64	5,54	5,44	5,33	5,23
Cálcio (%)	3,18	2,89	2,59	2,30	2,00
Fósforo Total (%)	1,58	1,48	1,38	1,28	1,18
Amido (%)	31,98	30,99	29,99	29,00	28,00
Fósforo Disponível (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Arginina (%)	1,44	1,50	1,56	1,61	1,67
Lisina Total (%)	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
Met. + Cist. Total (%)	0,92	0,94	0,97	0,99	1,01
Triptofano (%)	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31
Metionina Total (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Ca/P	2,01	1,93	1,86	1,78	1,70

1. Anti-fúngico. 2. Anti-oxidante.

3. Suplemento vitamínico e mineral: vitamina C 300mg; vitamina A, 12.000 UI; vitamina B1, 20 mg; vitamina B2, 20 mg; vitamina B12, 40 mcg; vitamina B6, 17,50 mg; vitamina D3, 3.000 UI; vitamina E 150 mg; vitamina K3, 15 mg; pantotenato de cálcio, 50 mg; niacina, 100 mg; ácido fólico, 6 mg; biotina, 1 mg; cloreto de colina, 500 mg; cobalto, 0,40 mg; cobre, 17,50 mg; Ferro, 100 mg; manganês, 50 mg; selênio, 100 mg; zinco, 120 mg; veículo q.s.p., 1.000 g.

Para fins de certificação de que a composição calculada da dieta experimental estivesse adequada ao propósito da pesquisa, análise bromatológica dos principais itens da ração foi realizada (Tabela 2), seguindo a metodologia de AOAC (1990).

Tabela 2. Valores médio ($\pm$ desvio padrão) dos principais itens analisados da ração experimental comparando com o calculado em fórmula.

Itens	(T1)	(T2)	(T3)	(T4)	(T5)
UM Calc. (%)	10,34	10,35	10,35	10,36	10,36
UM Anali. (%)	10,01($\pm 0,04$)	9,02($\pm 0,04$)	9,35($\pm 0,02$)	11,06($\pm 0,18$)	9,63($\pm 0,08$)
PB Calc. (%)	26,33	26,25	26,17	26,08	26,00
PB Anali. (%)	26,73($\pm 0,66$)	26,96($\pm 0,32$)	26,90($\pm 0,30$)	27,06($\pm 0,61$)	26,63($\pm 0,61$)
EE Calc. (%)	5,86	5,65	5,43	5,22	5,00
EE Anali. (%)	3,12($\pm 0,25$)	3,58($\pm 0,17$)	3,33($\pm 0,16$)	3,96($\pm 0,41$)	3,78($\pm 0,19$)
FB Calc. (%)	5,64	5,54	5,44	5,33	5,23
FB Anali. (%)	5,91($\pm 0,10$)	5,87($\pm 0,05$)	5,95($\pm 0,12$)	5,75($\pm 0,09$)	5,38($\pm 0,08$)
CZ Calc. (%)	10,30	10,22	10,10	10,05	9,69
CZ Anali. (%)	10,16($\pm 0,08$)	10,74($\pm 0,12$)	11,58($\pm 0,18$)	11,91($\pm 0,09$)	12,21($\pm 0,32$)

(T1) = 100% Prot. Ani.; (T2) = 75% Prot. Ani. + 25% Prot. Veg.; (T3) = 50% Prot. Ani. + 50% Prot. Veg.; (T4) = 25% Prot. Ani. + 75% Prot. Veg.; (T5) = 100% Prot. Veg.;
UM= Umidade; PB = Proteína Bruta; EE = Extrato Etéreo; FB = Fibra Bruta. E CZ=Cinzas

A qualidade da água no viveiro experimental foi monitorada diariamente quanto aos parâmetros de temperatura [25 a 32°C; (Figura 12)] e oxigênio dissolvido (3,5 a 5,3 mg.L⁻¹), enquanto que o pH (6,3 a 7,6) e amônia total (0 a 2,0mg.L⁻¹) foram avaliados semanalmente.

Figura 12. Monitoramento da temperatura da água nas unidades experimentais.

5.1.4. Resultados e Discussão

Por meio da análise de regressão simples identificou-se que não houve variação significativa para o peso médio (7,12g; EPM= 0,22), comprimento (7,09cm; EPM= 0,08), sobrevivência (88,4%; EPM=1,2) e conversão alimentar (1,64; EPM= 0,06) dos lambaris. No entanto, para a biomassa foi detectado efeito linear negativo ($P=0,0461$) da substituição da proteína de origem animal (POA) por proteína de origem vegetal (POV), de acordo com a seguinte expressão: $\text{Biomassa(g)} = 2945\text{g} - 2,2 \text{ POV}$; ou seja, para cada 1% de substituição de POA por POV, diminui-se em 2,2 gramas a biomassa (Figura13).

Figura 13. Representação gráfica da relação entre o aumento da biomassa (g) e a substituição de POA por POV (%) em lambari durante 63 dias de cultivo.

Embora esta variável seja significativa, é de pouca importância econômica, já que em termos percentuais representa 7%, ou seja, considerando-se que a biomassa média obtida entre os 5 tratamentos foi de 2945g, ao substituir 100% da POA por POV ocorre um decréscimo de ganho em peso da ordem de 220 gramas.

Considerando o menor custo das fontes proteicas de origem vegetal, sugere-se que, em termos econômicos, esta diferença no desempenho produtivo possa ser compensada pelo menor custo das dietas formuladas a partir de fontes vegetais. Até o momento, a principal forma de comercialização do lambari é por unidade e não por peso. Hua e Bureau (2012) citaram que uma análise adequada dos efeitos nas modificações da composição de dietas para peixes geralmente não pode ser realizada somente com base em comparações estatísticas.

Por outro lado, ainda na figura 7, observa-se que a dieta contendo 25% de inclusão de POV apresentou, numericamente, melhor valor de biomassa quando comparada com a dieta contendo 100% de POA. Isto sugere que, apesar das inúmeras vantagens já citadas das proteínas de origem animal (CYRINO et al., 2010; FURUYA et al., 2001), rações formuladas exclusivamente com estas fontes não necessariamente serão superiores em termos de qualidade nutricional. Há uma combinação de variáveis dietéticas e ambientais que influenciam nas respostas dos peixes. Assim, para a efetiva compreensão da utilização dos nutrientes pelos peixes se fazem necessários conhecimentos biológicos da espécie e as possíveis interferências do ambiente.

A não ocorrência de variações significativas nos principais parâmetros de desempenho produtivo para o lambari-do-rabo-amarelo observada nesta pesquisa pode estar relacionada à grande plasticidade que esta espécie possui em consumir diferentes tipos de alimentos em seu ambiente natural. Adrian et al. (2001) referenciaram que os itens alimentares encontrados no estomago do lambari estão representados em proporções semelhantes por vegetais (sementes, frutos, algas e macrófitas) e animais (insetos aquáticos e terrestres) mostrando que se trata de uma espécie onívora. Nomura (1975), em estudos realizados no rio Moji-Guaçu-SP, define *Astyanax altiparanae* como onívoro, com predominância ao consumo de restos de vegetais superiores. Silva (1998) sugere que a espécie tem tendência à herbivoria-insetivoria, refletindo uma característica oportunista, e Gaspar da Luz (1996) registrou que microcrustáceos constituem-se também num recurso relativamente expressivo na alimentação deste peixe.

Constata-se, portanto, que o lambari-do-rabo-amarelo possui aptidão fisiológica nata para digerir e converter (aproveitar) diferentes tipos de alimentos; sejam de origem vegetal ou animal. Assim, ao cruzarmos estas informações com o resultado obtido na presente pesquisa, é possível inferirmos que ingredientes de origem vegetal podem compor a maior parte do rol de ingredientes utilizados no momento da formulação, sem prejuízos ao desenvolvimento do lambari.

Devido à reduzida quantidade de estudos de nutrição envolvendo o lambari-do-rabo-amarelo, faz-se necessário utilizar estudos com espécies onívoras para a comparação de resultados. Furuya *et al.* (2004) avaliaram o efeito da substituição total da farinha de peixe por farelo de soja em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Os resultados deste estudo sugerem que em dietas formuladas somente com base em proteína vegetal (suplementadas com aminoácidos sintéticos levando-se em consideração o conceito de proteína ideal), é possível substituir a farinha de peixe em dietas para a tilápia do Nilo, sem efeito adverso sobre o desempenho, rendimento e composição química da carcaça.

Resultados de substituições parciais bem sucedidas em espécies onívoras foram encontrados por Lin e Luo (2011), os quais avaliaram a substituição da farinha de peixe por farelo de soja em níveis de 0, 25, 50, 75 e 100% para juvenis de tilápias (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) e observaram que com até 75% de substituição não houve prejuízo para o crescimento. Resultados negativos da inclusão de fontes vegetais para espécies onívoras foram observados por Viegas *et al.* (2008) que, ao estudarem os efeitos da inclusão de farelo de canola em dietas com e sem farinha de peixe para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), constataram que a inclusão de 38% de farelo de canola diminuiu o ganho de peso e a taxa de eficiência proteica.

Mesmo com espécies mais adaptadas a uma dieta carnívora, como a truta arco-íris, já é possível a substituição quase total da farinha de peixe por outra de origem vegetal (KAUSHIK *et al.* 1995; WATANABE *et al.* 1998). Em espécies de peixes marinhos, a substituição quase total da proteína animal também já tem sido demonstrada (KAUSHIK *et al.* 2004; SALZE *et al.* 2010). Em experimento realizado com linguado (*Psetta maxiam* L.), espécie carnívora, Nagel *et al.* (2012), estudaram a substituição da farinha de peixe por concentrado proteico de canola. Observaram que a partir da inclusão de 33% do concentrado proteico de origem vegetal, houve redução no crescimento dos peixes.

Albrektsen *et al.* (2006), trabalhando com o bacalhau (*Gadus morhua*), espécie carnívora, substituíram 91, 67 e 46% da farinha de peixe por uma combinação de concentrados proteicos de origem vegetal composta por protenose e farelo de soja (2:1). Concluíram que até 50% da farinha de peixe pode ser substituída pela combinação de concentrados proposta, sem afetar o desempenho produtivo do bacalhau.

Devido à considerável diferença entre ingredientes utilizados, formulações, projetos experimentais e desempenho produtivo alcançado nas inúmeras pesquisas realizadas com substituições de POA por POV em salmonídeos, Hua e Bureau (2012) realizaram estudo, utilizando a técnica da meta-análise. Esta técnica analisa matematicamente um conjunto de resultados (trabalhos científicos) na qual busca-se quantificar a magnitude e precisão do efeito causado por diferentes níveis de substituição - para comparar e melhor interpretar os diferentes resultados encontrados, visando uma análise mais ampla e racional dos diversos trabalhos. Observaram que baixas ou moderadas (40%) inclusões de POV em substituição a POA não afetam o desempenho produtivo de salmonídeos, porém, substituições totais da POA por POV prejudicam o desempenho, mesmo quando as dietas eram, aparentemente, nutricionalmente completas (suplementadas com aminoácidos sintéticos). Considerando que tal análise se refere a espécies carnívoras (trutas e salmões), sugere-se que para espécies onívoras, as quais possuem maior aptidão para o aproveitamento de fontes vegetais, os níveis de inclusão de POV possam ser maiores.

Sales (2009), também utilizou a técnica da meta-análise para analisar 47 resultados de trabalhos científicos sobre o efeito da substituição da farinha de peixe por concentrados proteicos de origem vegetal no crescimento de diversas espécies de peixes. Concluiu que não há evidências de qualquer tendência definida para o nível ideal de substituição; que substituições de até 40% da farinha de peixe, independente do teor de proteína, não afeta o crescimento e que para substituições de níveis superiores a 40% da farinha de peixe é recomendada a suplementação com aminoácidos sintéticos, em especial a metionina.

Em relação a composição corporal dos peixes deste experimento, verificou-se que as dietas experimentais não interferiram nos valores de matéria seca (36,10%, EPM=0,57) proteína bruta (16,69%, EPM=0,31) e cinzas (9,81%, EPM=0,21), enquanto que para o extrato etéreo (15,80%, EPM=0,19) houve diferenças entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios da composição corporal dos lambaris alimentados com rações contendo substituição gradual da proteína de origem animal por vegetal (base úmida).

Tratamentos	Matéria Seca (%)	Prot. Bruta (%)	Cinzas (%)	Extr. Etéreo (%)
100 % Ani.	35,05	15,77	10,05	15,10 ^{bc}
75% Ani. + 25% Veg.	35,14	16,85	9,75	15,04 ^c
50% Ani. + 50% Veg.	36,87	17,05	9,80	16,64 ^a
25% Ani. + 75% Veg.	36,39	16,92	9,89	15,91 ^{ab}
100% Veg.	37,05	16,87	9,57	16,33 ^a
Média	36,10	16,69	9,81	15,80

Letras diferentes na mesma coluna diferem entre os tratamentos (Tukey 5%)

Cotan *et al.* (2006), bem como Gonçalves (2011), realizaram análise da composição corporal do lambari-do-rabo-amarelo em seus respectivos trabalhos. Enquanto os autores do primeiro trabalho avaliaram peixes com peso médio de 4,34g e encontraram valor médio de 15,27% em proteína, o segundo trabalhou com peixes de 4,91g e encontrou valor médio de 17,6% em proteína. No presente trabalho, onde os lambaris analisados apresentaram peso final médio de 7,12g, observou-se que o valor da proteína encontrado (média de 16,69%) está condizente com estes autores citados. No entanto, os valores de matéria seca e extrato etéreo encontrado pelos autores citados, comparado ao presente trabalho, diferem consideravelmente. Enquanto o valor médio da matéria seca no presente trabalho foi de 36,1% e o extrato etéreo médio foi de 15,80%, Cotan *et al.* (2006) e Gonçalves (2011), encontram valores de 29,48 e 27,98%, respectivamente, para a matéria seca, e ainda 10,05 e 5,62%, respectivamente, para o extrato etéreo.

Tal diferença observada provavelmente esteja relacionada ao tamanho dos peixes, já que peixes mais jovens e menores possuem em sua composição maior teor de umidade. De acordo com Shearer (1994), em peixes juvenis o crescimento da carcaça (músculo, em especial) é maior que o crescimento das outras partes do corpo e que o tamanho relativo dos tecidos e órgãos, em condições adequadas de nutrição, são dependentes do tamanho do peixe e ciclo de vida. Utilizando como exemplo a espécie matrinxã (*Brycon cephalus*), Macedo-Viegas *et al.* (2000) encontraram valores médios de 38,36% de matéria seca para matrinxãs com peso médio de 550g, enquanto que Arbaláez-Rojas *et al.* (2002) encontraram valores médios de 33% de matéria seca em peixes com peso médio de 219g. É esperado o aumento da matéria seca, conjugado com o aumento de matéria mineral, dentro da mesma espécie, conforme aumenta-se o tamanho.

Em relação ao extrato etéreo, ressalta-se que lambaris-do-rabo-amarelo com peso médio de 7,12g já encontram-se maduros sexualmente, nos quais a presença de gônadas desenvolvidas nas fêmeas implica em índices mais elevados de extrato etéreo, já que, de acordo com Gonçalves (2012), o lambari mobiliza grande quantidade de lipídios para a maturação dos ovários.

Ainda em relação à Tabela 3, constata-se que houve efeito dos tratamentos sobre os valores de extrato etéreo onde, conforme aumenta-se a participação de ingredientes proteicos de origem vegetal, há aumento na quantidade do extrato etéreo nos peixes. As dietas com inclusões 50, 75 e 100% de proteína vegetal proporcionaram maior deposição de gordura nos peixes quando comparado com os valores proporcionados pelas dietas que continham 25 e 0% de proteína de origem vegetal.

Este resultado é interessante, já que abre caminho para futuras investigações, pois, de acordo com Gonçalves *et al.* (2012), o lambari é capaz de dessaturar e alongar ácidos graxos com 18 carbonos na cadeia (ácidos de cadeia longa) para a produção dos ácidos araquidônico (AA), eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenóico (DHA). O EPA e o DHA são os principais constituintes do ácido graxo essencial conhecido como Ômega-3. Estes ácidos graxos essenciais, entre outros que compõem a família do Ômega-3, desempenham importantes funções na estrutura das membranas celulares e nos processos metabólicos onde, de acordo com Martin *et al.*

(2006), têm sido alvo de inúmeros estudos nas últimas décadas, esclarecendo muitas das suas funções no organismo humano. Entretanto, estes não são sintetizados pelo organismo humano, apresentando dependência de fontes exógenas, por isto são denominados essenciais.

Diante do exposto, em especial os resultados científicos de Gonçalves *et al.* (2012), considerando a capacidade dos peixes em deaminar a proteína dietética e utilizá-la como fonte de energia (CYRINO *et al.*, 2010), bem como os resultados da presente pesquisa, a qual demonstrou a capacidade do lambari em fixar maior quantidade de gordura a partir de fontes proteicas de origem vegetal, vislumbra-se a possibilidade de fazer do lambari um alimento funcional capaz, por meio da manipulação de sua dieta, de ser um provedor de ácidos graxos essenciais para o consumo humano.

Em resumo, observa-se neste trabalho que o lambari apresenta bom desempenho produtivo com dietas formuladas com ingredientes proteicos de origem vegetal, além destas fontes proporcionarem aos peixes maior deposição de lipídios, o que pode ser interessante para futuras formas de se explorar comercialmente a espécie. Entretanto, devido às características desejáveis já efetivamente comprovadas das fontes de origem animal, é provável que inclusões de pequenas quantidades venham a interferir positivamente no desempenho dos peixes, sem afetar o custo de fórmula e nem o meio ambiente, já que, em muitos casos, o efetivo aproveitamento de todos os nutrientes disponíveis em uma dieta está relacionado ao adequado equilíbrio entre as diferentes fontes proteicas (que disponibilizarão os aminoácidos essenciais).

Considerando o menor custo das fontes proteicas de origem vegetal, sugere-se que para as espécies onívoras seja possível explorar mais a participação destes ingredientes na formulação, pois, de acordo com Viola e Arieli (1983), os peixes onívoros se destacam por apresentarem adaptações morfológicas e fisiológicas que possibilitam melhor utilização dos carboidratos e, segundo Tengjaroenkul *et al.* (2000) das proteínas também.

5.1.5. Conclusão

O ganho em biomassa foi afetado negativamente em decorrência da substituição de fontes proteicas de origem animal por fonte vegetal. Entretanto, em termos práticos, este resultado pode ser considerado de pouca importância, já que o aumento do custo de fórmula em dietas com base proteica de origem animal não justifica a diferença observada. Em contrapartida, as fontes proteicas de origem vegetal proporcionam maior deposição de lipídios nos peixes, abrindo oportunidades para futura exploração da espécie como alimento funcional.

Assim, os resultados desta pesquisa mostraram que, no momento da formulação de dietas para o lambari, a inclusão de fontes proteicas de origem animal torna-se opcional, permitindo ao formulador escolher por fontes de menor custo ou ingredientes considerados de menor impacto ambiental.

5.2. Experimento 2

Desempenho produtivo do lambari-do-rabo-amarelo com dietas contendo 26 e 36% de PB, formuladas com ingredientes basais e *premium*

5.2.1. Introdução

O valor biológico de uma determinada dieta pode variar em função da qualidade e fonte dos ingredientes. O crescimento da aquicultura como agroindústria e a intensificação de estratégias de produção condicionam a busca por ingredientes de alta qualidade que permitam a formulação e o processamento de dietas nutricionalmente completas e economicamente viáveis, maximizando a produção de pescado e minimizando o impacto ambiental dos sistemas de produção (CYRINO *et al.*, 2010). O atendimento destas premissas necessariamente passa pela definição de níveis proteicos e qualidade das matérias primas utilizadas nas dietas para cada espécie.

A proteína representa o componente de maior custo nas dietas para organismos aquáticos (CHO *et al.*, 2005; CRAIG e MCLEAN, 2005). O nível de proteína ideal em dietas é importante para o crescimento dos peixes e manutenção dos ambientes aquícolas. Se a proteína contida nas dietas for excessiva, apenas uma parte será usada para sintetizar novos tecidos destinados ao crescimento, sendo que o excedente será metabolizado como fonte de energia. Portanto, o estabelecimento de níveis adequados para cada espécie atende a três premissas de fundamental importância: 1) máxima eficiência de utilização e crescimento dos peixes, 2) manutenção da qualidade do ambiente de cultivo e 3) custo da dieta.

A indústria de formulação de ração para organismos aquáticos concorre com ingredientes de outros segmentos da produção animal (aves, suínos e animais de companhia, por exemplo), os quais possuem pacotes nutricionais melhor estabelecidos. Via de regra, os preços das matérias-primas apresentam relação com o valor biológico que possuem. Levando-se em consideração este melhor valor biológico, determinados ingredientes são mais requisitados nas fórmulas causando, conseqüentemente, elevação dos preços.

Na outra extremidade, há os ingredientes de menor custo. Por apresentarem baixa qualidade, são pouco requisitados nas dietas para animais e, portanto, com pouca demanda de mercado. Fontes de proteína de baixo valor biológico têm muito nitrogênio não proteico e, quando ingeridas pelos peixes, aumentam a produção e excreção de amônia, deteriorando a qualidade da água e, conseqüentemente, interferindo negativamente no desempenho dos peixes (CHO, 1992).

O desenvolvimento de dietas equilibradas utilizando matérias-primas sustentáveis é o desafio e a meta dos nutricionistas para satisfazer a expansão da indústria de “*aquafeeds*” e reduzir os custos (DAVIES *et al.*, 2009). A sustentabilidade de determinada matéria-prima envolve as etapas de produção (origem) e valor biológico. O custo desta matéria-prima seria um terceiro componente, o qual pode ser capaz de compensar eventual baixo valor biológico, conforme níveis de inclusão venham a reduzir o custo de produção, desde que não prejudiquem os ambientes de cultivo.

A composição química de um ingrediente é o ponto de partida para a avaliação da sua qualidade. No entanto, pode ocorrer de determinados alimentos apresentarem alto conteúdo de nutrientes, porém baixo valor biológico. Sampaio *et al.* (2000) citam que, se uma dieta com quantidade de proteína insuficiente ou composição em aminoácidos inadequada for fornecida aos peixes, pode ocorrer redução no crescimento, diminuição da eficiência alimentar, imunodepressão e perda de peso em função da mobilização da proteína de alguns tecidos para manter as funções vitais. Dentre os principais fatores que podem influenciar a exigência proteica dos peixes estão, qualidade da proteína, energia dietética não proteica (carboidratos e lipídios) e a relação energia/proteína (BRANDT, 1991).

Constata-se que a diversidade de variáveis que interferem na nutrição ideal torna este segmento da aquicultura complexo. Neste caso, Cyrino *et al.* (2010) citam que os objetivos da nutrição de peixes são estratégias nutricionais que promovam o equilíbrio da interação entre sistemas de aquicultura e ambiente, enfatizando o papel da nutrição e manejo alimentar dos peixes na produtividade dos sistemas e qualidade e segurança ambientais.

Assim, qualidade de matérias-primas e níveis ideais de substituição devem ser estudados.

5.2.2. Objetivos

Avaliar o efeito de dietas formuladas com ingredientes classificados como de baixo (basal) e alto valor biológico (*premium*), com 26% e 36% de proteína bruta, sobre o desempenho produtivo e composição corporal do lambari.

5.2.3. Material e Métodos

Delineamento Experimental e Análise Estatística

Os efeitos do teor proteico, da qualidade da matéria prima e da interação entre esses dois fatores sobre a biomassa, ganho em peso e comprimento total de lambaris, foram avaliados em um experimento com delineamento inteiramente casualizado e estrutura de tratamento fatorial (2 x 2 com cinco repetições) contendo dois níveis de proteína (26; 36%), duas qualidades de ingredientes (basal; *premium*) e cinco repetições, por meio da análise de variância seguida de contrastes ortogonais com um grau de liberdade cada, utilizando-se o PROC GLM do SAS (LITTELL *et al.*, 2002).

Origem dos Peixes e Biometria Inicial

Os lambaris utilizados neste experimento foram doados pela Piscicultura Buritis, localizada no município de Buritizal – SP. Obedecendo à mesma densidade de povoamento do experimento anterior, ou seja, 450 peixes por m³, utilizaram-se 9.000 alevinos de lambari com peso e comprimento médio iniciais de $1,45 \pm 0,19\text{g}$ e $2,3 \pm 0,25\text{cm}$, respectivamente.

Dietas Experimentais

Na Tabela 4 encontram-se a formulação e a composição químico-bromatológica calculada das quatro rações confeccionadas, as quais apresentaram dois níveis de proteína bruta (26 e 36%); e foram formuladas com ingredientes classificados como basal (de qualidade inferior) e *premium* (de qualidade superior). O teor de energia digestível da dieta com 26% de PB foi de 2250 kcal/kg e 3200 kcal/kg para as rações com 36% de PB. Com a finalidade de proporcionar adequado equilíbrio de aminoácidos considerados essenciais para peixes, as dietas foram suplementadas com aminoácidos sintéticos L-Treonina, L-Lisina e DL-Metionina.

Tabela 4. Formulação e composição químico-bromatológica calculada das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	(T1) 26% Basal	(T2) 26% Premium	(T3) 36% Basal	(T4) 36% Premium
Casca de Arroz	0,44	1,00	1,00	0,79
Milho	17,00	23,38	12,00	7,01
Farelo de Soja	20,73	17,60	30,00	28,00
Quirera de Arroz	0,00	0,00	7,90	14,00
Farelo de Trigo	28,99	28,00	0,00	7,01
Farelo de Arroz	12,00	6,00	11,47	6,00
Protenose	0,00	0,00	0,00	2,00
Farinha de Vísceras	0,00	6,00	0,00	14,80
Farinha de Penas	0,00	0,00	8,57	0,00
Farinha de Carne	15,00	9,03	15,36	8,00
Farinha de Sangue	3,00	0,00	7,85	0,00
Farinha de Peixe	0,00	6,00	0,00	10,00
Oleo de Soja	0,00	0,00	2,95	1,33
Sal	0,30	0,30	0,30	0,00
Calcário	0,40	1,00	0,00	0,00
Fosfato Bicálcico	1,33	0,93	1,52	0,00
L-Lisina	0,01	0,00	0,00	0,00
L-Treonina	0,00	0,00	0,00	0,18
DL-Triptofano	0,00	0,04	0,00	0,07
DL-Metionina	0,19	0,11	0,47	0,20
Mold-Nil-Dry ¹	0,10	0,10	0,10	0,10
Oxynil Dry ²	0,01	0,01	0,01	0,01
Supl. Vitam. e Min. ³	0,50	0,50	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Umidade (%)	10,62	10,55	9,33	9,00
Energ. Dig. (Kcal/kg)	2550,00	2550,00	3200,00	3200,00
ED/PD	127,50	126,24	111,11	109,97
Proteína Bruta (%)	26,10	25,90	36,00	36,10
Extrato Etéreo (%)	5,00	5,00	7,50	7,20
Fibra Bruta (%)	5,00	5,00	4,00	4,00
Cinzas (%)	12,00	11,00	11,75	9,83
Amido (%)	25,21	27,06	20,00	22,38
Cálcio / Fósf. Tot.	1,44	1,68	1,54	1,72
Fósf. Dispon. (%)	0,80	0,80	0,80	0,80
Arginina (%)	1,69	1,66	2,37	2,27
Lisina Total (%)	1,60	1,60	2,32	2,32
Met+Cist Total (%)	1,00	0,92	1,55	1,31
Treonina (%)	0,90	0,90	1,48	1,48
Triptofano (%)	0,26	0,26	0,37	0,37
Metionina Total (%)	0,50	0,50	0,80	0,80

1. Anti-fúngico. 2. Anti-oxidante.

3. Suplemento vitamínico e mineral: vitamina C 300mg; vitamina A, 12.000 UI; vitamina B1, 20 mg; vitamina B2, 20 mg; vitamina B12, 40 mcg; vitamina B6, 17,50 mg; vitamina D3, 3.000 UI; vitamina E 150 mg; vitamina K3, 15 mg; pantotenato de cálcio, 50 mg; niacina, 100 mg; ácido fólico, 6 mg; biotina, 1 mg; cloreto de colina, 500 mg; cobalto, 0,40 mg; cobre, 17,50 mg; Ferro, 100 mg; manganês, 50 mg; selênio, 100 mg; zinco, 120 mg; veículo q.s.p., 1.000 g.

Em relação às dietas formuladas com ingredientes basais, foi estabelecido um limite máximo de inclusão de determinados ingredientes que pudessem afetar negativamente a ração. Todo o esforço foi no sentido de confeccionar uma dieta com a melhor qualidade possível, porém, usando ingredientes de qualidade inferior aos utilizados na dieta *premium*.

Análise bromatológica dos principais itens da ração foi realizada, seguindo a metodologia de AOAC (1990). Na Tabela 5 encontram-se os resultados da análise acompanhados dos valores calculados.

Tabela 5. Valores médios, seguidos de seus respectivos desvio padrão, dos principais itens analisados da ração experimental comparando com o calculado em fórmula.

Itens	(T1)	(T2)	(T3)	(T4)
UM Calc. (%)	10,62	10,55	9,33	9,00
UM Anali. (%)	12,79(±0,08)	14,00(±0,12)	11,65(±0,05)	14,20(±0,08)
PB Calc. (%)	26,10	25,90	36,00	36,10
PB Anali. (%)	25,83(±0,49)	25,93(±0,31)	35,96(±0,68)	36,26(±0,51)
EE Calc. (%)	5,00	5,00	7,50	7,20
EE Anali. (%)	4,97(±0,30)	5,19(±0,35)	7,11(±0,21)	7,38(±0,33)
FB Calc. (%)	5,00	5,00	4,00	4,00
FB Anali. (%)	5,52(±0,09)	5,64(±0,18)	4,89(±0,10)	4,56(±0,15)
CZ Calc. (%)	12,00	11,00	11,75	9,83
CZ Anali. (%)	11,03(±0,21)	11,21(±0,15)	11,39(±0,19)	10,60(±0,30)

(T1) = 26% PB Basal; (T2) = 26% PB *Premium*; (T3) = 36% PB Basal e (T4) = 36% PB *Premium*
 UM= Umidade; PB = Proteína Bruta; EE = Extrato Etéreo; FB = Fibra Bruta. E CZ=Cinzas

Monitoramento Qualidade da Água

A qualidade da água no viveiro experimental foi monitorada diariamente quanto às variáveis temperatura (26 a 32°C) e oxigênio dissolvido (3,3 a 5,0mg.L⁻¹), enquanto que o pH (6,8 a 7,7) e amônia total (0 a 2,0mg.L⁻¹) foram avaliados semanalmente.

5.2.4. Resultados e Discussão

Os valores médios, seguidos de efeito dos contrastes ortogonais sobre a biomassa, peso médio, comprimento e sobrevivência dos peixes encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6. Valores médios da biomassa (g) e efeito dos contrastes ortogonais referentes ao desempenho produtivo de lambaris mantidos em tanques-rede e alimentados com rações contendo 26 e 36% de PB e duas qualidades de ingredientes: basal (B) e *premium* (P).

Tratamento	Biomassa (g)	Peso Médio (g)	Comprimento (cm)	Sobrevivência (%)
T1 (26% B)	2455 ± 255,7	6,40 ± 0,62	6,76 ± 0,35	88,09 ± 2,36
T2 (26% P)	2548 ± 198,7	6,63 ± 0,17	7,17 ± 0,17	87,60 ± 3,68
T3 (36% B)	2232 ± 242,7	6,01 ± 0,19	7,06 ± 0,19	87,02 ± 1,15
T4 (36% P)	2737 ± 318,8	6,84 ± 0,56	7,42 ± 0,56	90,13 ± 1,13
Efeito dos Contrastes				
	(Valores de P)			
Qual. Ingrid.	0,0486*	0,0792**	0,0306*	0,2130
Teor de PB	0,9255	0,7588	0,1023	0,3680
Interação	0,1457	0,2934	0,8874	0,1148
EPM	120	0,28	0,16	1,08

*Significativo em nível de 5%; ** Significativo em nível de 10%.

Houve efeito da qualidade dos ingredientes sobre o desempenho produtivo dos lambaris. As rações qualificadas como *premium* produziram maior biomassa ($P= 0,0486$), comprimento total ($P= 0,0306$) e peso médio ($0,0792$), em relação aos peixes que receberam ração basal. Não houve efeito do teor proteico da ração (26 x 36%PB), bem como da interação (qualidade de ingrediente x teor de proteína) sobre nenhum dos parâmetros estudados.

Aksnes *et al.* (1997) avaliaram dietas contendo farinha de peixe, classificadas como de alta e baixa qualidade, no crescimento e eficiência alimentar da dourada (*Sparus aurata*), tendo observado pior desempenho no grupo que recebeu farinha de peixe de baixa qualidade. De forma similar, nesta pesquisa, a farinha de peixe de alta qualidade (contida nas dietas *premium*) foi substituída por farinha de sangue de baixa qualidade (dietas basais), tendo-se também observado baixo desempenho produtivo dos lambaris. Ainda no

contexto qualidade de matéria-prima, Mundheim *et al.* (2004) citam que para o salmão do Atlântico (*Salmo salar* L.) a substituição da farinha de peixe de alta qualidade por fontes de proteínas vegetais [farelo de soja + protenose (1:2)], provoca redução no crescimento ou diminuição na eficiência alimentar, dependendo da fonte e do nível de substituição.

Ao confrontar os resultados deste estudo com os resultados encontrados na literatura, observa-se que melhores desempenhos estão relacionados com ingredientes de melhor qualidade que, por sua vez, possuem maior valor de mercado. Não é de conhecimento a existência de ingredientes de alto valor nutricional e baixo custo, exceto em restritas situações de disponibilidade regional. Mesmo que a composição química de determinados alimentos apresente elevados teores de nutrientes, estes podem ser de baixo valor biológico. Assim, ingredientes de qualidade comprovada e com alta demanda para os diversos segmentos da nutrição animal apresentam maior custo, fazendo-se necessária análise econômica para determinar se o maior ganho em produção supera o aumento do custo de fórmula.

Cotan *et al.* (2006) avaliaram dois níveis de proteína bruta (32 e 38%) e quatro níveis de energia digestível (2900, 3000, 3100 e 3200 kcal/kg) para o lambari-do-rabo-amarelo em experimento com duração de 49 dias. Apesar do resultado de ganho em peso inferior ($x=4,34g$), comparado com o presente trabalho ($x=6,5g$), não encontraram variação significativa no ganho em peso, taxa de crescimento específico e conversão alimentar em função dos níveis de proteína. Na presente pesquisa também não foi encontrada diferença nas principais variáveis de desempenho produtivo com níveis de 26 e 36% de PB. Portanto, é provável que altos níveis de proteína bruta (>30%) não sejam necessários nas dietas para o lambari.

Araripe *et al.* (2011) testaram cinco níveis de proteína bruta (28, 31, 34, 37 e 40%), para alevinos de tambatinga, um híbrido onívoro. Não foram observadas diferenças no desempenho produtivo, indicando a possibilidade de trabalhar com níveis inferiores, desde que as deficiências em aminoácidos fossem suplementadas com análogos sintéticos.

Em experimento com três variedades de tilápia (Bouake, Chitralada e GIFT) na fase de crescimento/terminação (40 até 400 g), Fülber *et al.*(2010) estudaram dois níveis de proteína bruta (25 e 30%) com o intuito de avaliar o desempenho produtivo. Relataram que os peixes das três variedades alimentadas com ração contendo 25% de PB apresentaram melhor desempenho em relação aos que receberam 30% de PB na dieta. Ou seja, constataram que uma espécie onívora (tilápia) assim como o lambari, expressou resultados superiores quando alimentada com dieta contendo 25% de PB em relação a outra de 30% de PB. El-Saidy e Gaber (2005) também testaram níveis de 25 e 30% para juvenis ($61,9 \pm 6,03\text{g}$) de tilápia, além de taxas de alimentação envolvendo 1, 2 e 3% da biomassa. Concluíram que não houve aumento significativo no desempenho produtivo entre os dois níveis de proteína testados, enquanto que o crescimento dos peixes foi melhor conforme o aumento da taxa de alimentação.

Sampaio-Oliveira e Cyrino (2008) citam que, se uma ração para peixes apresentar proteína em excesso, a proteína dietética será deaminada e usada como fonte de energia. Este processo é antieconômico, já que a proteína, nutriente de alto custo, está sendo utilizada para a produção de energia e não para a formação de novos tecidos. O uso da proteína para a produção de energia é danoso para o ambiente pois, neste processo, os peixes eliminam maior quantidade de metabólitos ricos em nitrogênio do que quando utilizam a proteína para a síntese de novos tecidos. Lipídios são a melhor fonte de energia para peixes, pois apresentam grande quantidade de energia prontamente metabolizável (MCGOOGAN e GATLIN, 2000), além de menor custo quando comparados às proteínas. El-Saidy e Gaber (2005) reconhecem que a superalimentação é mais danosa que a desnutrição.

Diante do exposto, é possível inferir que: formular/preparar dietas com excesso de proteína é tão prejudicial – seja para o peixe ou para o ambiente – quanto dietas com deficiência de proteína. Assim, é pertinente que os resultados científicos estejam concatenados às estratégias de formulação dos fabricantes. Estes, por sua vez, estão cientes da importância/necessidade de que as dietas para peixes sejam adequadas nutricionalmente, viáveis economicamente e ambientalmente corretas.

A análise de regressão sobre os resultados da composição corporal dos lambaris deste experimento, revelou que não houve efeito dos tratamentos sobre as variáveis estudadas: Matéria Seca= 34,02, EPM= 0,41; Proteína Bruta= 16,27, EPM= 0,22; Cinzas= 11,48, EPM= 0,18 e Extrato Etéreo= 12,24, EPM= 0,23.

5.2.5. Conclusão

Rações contendo 26% de proteína bruta podem proporcionar resultados de desempenho produtivo equivalentes a rações com 36%, no entanto, a escolha de ingredientes de qualidade é recomendada, já que estes, podem ser menos prejudiciais ao ambiente.

5.3. Experimento 3

Análise econômica do cultivo do lambari-do-rabo-amarelo: margem bruta em condições experimentais com rações de 26 e 36% de PB e viabilidade de produção comercial em tanques-rede

5.3.1. Introdução

Sistemas produtivos sustentáveis fazem-se necessários para atender à demanda alimentar de uma população crescente com recursos naturais finitos. Neste sentido, a aquicultura segue se expandindo mais rapidamente que qualquer outro setor de alimentos de origem animal, e em maior ritmo que a população onde, de acordo com o relatório da FAO 2012, na próxima década a produção total de pescado (pesca extrativa + aquicultura) ultrapassará as carnes de bovinos, suínos e aves. Enquanto que a pesca extrativa encontra-se estagnada há vários anos, sendo que a maior parte das populações das dez espécies mais pescadas/capturadas, as quais representam um total de 30% da pesca extrativa marinha mundial em termos de quantidade, estão plenamente exploradas (FAO, 2012). Isto evidencia a tendência de esgotamento dos oceanos, tornando a aquicultura uma atividade estratégica.

A oferta global de peixes para o consumo humano per capita aumentou de 9,9 kg (peso vivo) em 1960 para 18,4 kg em 2009 (FAO 2012). Considerando a citada estagnação da pesca extrativa, caberá à aquicultura atender a este aumento da demanda.

No cenário brasileiro encontra-se a mesma tendência, ou seja, aumento da demanda, redução dos estoques pesqueiros e necessidade de avanços na produção de pescado cultivado. Os dados mais recentes indicam que em 2010, a produção total (pesca + aquicultura) no Brasil foi de 1.264.764 ton, no entanto foi necessária a importação de 281.730 ton de pescado (BRASIL, 2010). Portanto, essa quantia importada no ano de 2010 significa o que a aquicultura precisaria ter produzido para atender a demanda interna, já que a pesca extrativa encontra-se em declínio. Considerando que no referido ano a aquicultura respondeu por 479.398 ton, pode-se inferir que faz necessário aumento em torno de 63% na produção de pescado cultivado somente para atender à demanda interna.

O Brasil é um grande produtor de proteína animal, sendo que no ano de 2009 configurou-se como o segundo maior exportador mundial, com 3.265 mil ton, ficando atrás somente dos EUA o qual exportou 3.511 mil ton (FAO, 2011). Entretanto, em se tratando de proteína de pescado, não se observa o mesmo destaque. A proteína de pescado oriunda do Brasil representa apenas 0,86% da produção mundial. Porém, este cenário vem mudando nos últimos anos. No período compreendido entre 2003 e 2009 houve aumento de 49,4% na produção de organismos aquáticos, enquanto que de 2009 para 2010 este aumento foi de 16,9% (BRASIL, 2010).

O lambari, por ser uma espécie de pequeno porte, dificilmente contribuirá de forma expressiva nos números da produção total de pescado do Brasil. No entanto, pode exercer papel fundamental na cadeia produtiva do pescado como um todo. Por questões de sustentabilidade ambiental, qualidades higiênico-sanitárias e de bem estar animal, é desejável e recomendado que o pescado para consumo humano seja oriundo da aquicultura, enquanto que o pescado nativo seja destinado exclusivamente à pesca esportiva e subsistência de populações ribeirinhas. Cyrino *et al.* (2010) citam que o desenvolvimento sustentável de atividades agrícolas, incluindo a piscicultura, deve preservar a terra, a água, a flora e a fauna, ser tecnicamente correto, economicamente viável, e socialmente desejável. Atendendo a estes conceitos, faz-se necessário propor alternativas de renda aos pescadores profissionais, que vivem da pesca extrativa.

Neste sentido, o lambari, que já foi considerada espécie invasora nos viveiros de piscicultura e que atualmente é visto com grande potencial para a aquicultura (ABIMORAD e CASTELLANI, 2011), possui interessante versatilidade. Ao mesmo tempo em que parte dos pescadores artesanais podem se tornar produtores de lambaris visando o comércio de iscas-vivas, outros podem deixar a pesca extrativa para se transformarem em guias de pesca. Ao diminuir a pressão da pesca extrativa, espera-se aumento das espécies nativas nos rios, com consequente aumento da demanda por lambaris e guias para a pesca esportiva. Por fim, a menor participação do pescado oriundo da pesca extrativa para consumo humano implicará em maior demanda de pescado cultivado.

Tal proposta necessariamente passa por aperfeiçoamento de pacotes tecnológicos da produção do lambari e, principalmente, análise da viabilidade econômica do cultivo. Silva *et al.* (2011) realizaram o primeiro levantamento da cadeia produtiva do lambari no estado de São Paulo com enfoque nas questões econômicas. Os autores comentam que, apesar de se conhecer o contexto no qual se insere a criação do lambari, há lacunas referentes ao conhecimento das técnicas adotadas pelos produtores, aos fluxos de informações e produtos entre os agentes econômicos envolvidos na atividade. Almeida (2007) cita que o custo da produção de lambaris nas pisciculturas depende de diferentes fatores, determinados por elementos que envolvem aspectos gerais de economia e componentes locais do mercado. Ou seja, poucas informações referentes à viabilidade econômica.

As análises econômicas de empreendimentos e experimentos com aquicultura podem ser realizadas por diversos métodos, dentre estes destacam-se: Allen *et al.* (1983); Shapiro (2005); Gameiro (2009); Rushton (2009). Shang (1990) propôs o Sistema de Análise Parcial de Dados na Aquicultura (*Partial Budget Analysis in Aquaculture*). Este sistema consiste na análise parcial do custo de produção e é utilizado em situações onde apenas um item do custo operacional sofre variação, sendo que os demais permanecem iguais nos tratamentos.

Ahmed *et al.* (2010) utilizaram a metodologia de Shang (1990) para avaliarem três sistemas de produção do pangásio (*Pangasius hypophthalmus*) em Bangladesh. Sussel *et al.* (2009b) também utilizaram esse método para avaliar o lucro parcial da substituição do farelo de soja por farelo de algodão em tilápias na fase de terminação. Liti *et al.* (2006) analisaram a lucratividade, através da “*Partial Budget Analysis*”, da inclusão de três fontes alimentares de origem vegetal na dieta de tilápias, enquanto que Bombeo-Tuburan *et al.* (2002) avaliaram o efeito econômico de três dietas sobre o desempenho produtivo de garoupas.

A disponibilização de novas tecnologias com vistas à obtenção de melhores receitas econômicas, necessariamente refletem-se em alterações dos custos de produção. A forma mais direta de avaliar o impacto econômico que determinada tecnologia proporciona é através da fixação dos demais custos de produção, de modo que as variações (positivas ou negativas) sejam atribuídas exclusivamente à adoção da nova técnica. Dietas formuladas com níveis de proteína e qualidades diferentes de ingredientes apresentam variações no custo. É esperado que diferenças no desempenho produtivo ocorram em função do fornecimento destas dietas aos peixes.

Para assegurar-se que a manutenção dos ecossistemas ecológicos seja compatível com o desenvolvimento da sociedade e fazer com que a prosperidade sustentável apresente-se como uma realidade a longo prazo, é necessário o equilíbrio adequado entre as oportunidades e ameaças no uso de tecnologias e dos recursos naturais, onde a aplicação de decisões econômicas e políticas públicas visem a preservação da integridade ambiental e consenso social (FAO 2012).

5.3.2. Objetivos

Identificar a receita parcial gerada a partir do desempenho produtivo de lambaris alimentados com dietas contendo ingredientes classificados como de baixo (basal) e alto valor biológico (*premium*), com dois níveis de proteína: 26 e 36%. Analisar a viabilidade econômica da produção de lambaris no sistema de tanques-rede.

5.3.3. Material e Métodos

Origem dos Dados Para Análise do Lucro Parcial

As informações de desempenho produtivo e custo de fórmula foram extraídas do experimento 2. Para fins de publicação deste artigo, a metodologia completa será disponibilizada.

O custo final de fórmula foi gerado a partir do preço de mercado de cada ingrediente, referente ao mês de Janeiro de 2012 (preço CIF região de Santa Fé do Sul – SP). No momento da formulação, além dos aspectos nutricionais, objeto da pesquisa, também foram consideradas algumas questões técnicas e comerciais, já que esta pesquisa se propõe à análise real de cultivo, assim: a) todos os ingredientes utilizados possuem ampla disponibilidade no mercado; b) ingredientes ricos em amido foram criteriosamente selecionados para a efetiva extrusão dos pellets e c) após mistura dos ingredientes, estes foram finamente moídos visando a confecção de pellets de 3 mm.

Ao custo de fórmula, deve ser acrescido o custo de extrusão. Gonçalves (2012², informação pessoal) estima que o processo de extrusão e ensacamento custe em torno de R\$ 300,00 por tonelada, havendo pequena oscilação deste valor em função do tamanho do pellet a ser extrusado. Por fim, faz-se necessário incluir custos administrativos e de logística, via de regra, situa-se em torno de 15% do custo final (fórmula + processamento).

A composição do orçamento/lucro parcial se dá com a diferença entre os custos da ração de cada tratamento e as respectivas receitas geradas (preço recebido pelo produtor de lambari na região de Pirassununga-SP) em função do total gerado de peixes por cada tipo de ração utilizada na pesquisa.

---

²Gonçalves, G. S. Pesquisador Científico do Instituto de Pesca de São Paulo – área de nutrição de peixes. Informação obtida através de contato telefônico realizado no dia 20/06/2012.

Análise Parcial de Dados na Aquicultura (Partial Budget Analysis in Aquaculture)

Para a análise econômica dos dados foi utilizado o sistema *Partial Budget Analysis in Aquaculture*, proposto por Shang (1990). Este sistema trabalha com a análise parcial do custo de produção e é utilizado em situações onde apenas um item do custo operacional sofre variação, sendo que os demais permanecem inalterados nos tratamentos. Neste experimento, o custo de fórmula é a única variável, uma vez que os demais custos (mão de obra, alevinos e etc.) foram iguais para todos os tratamentos. Os custos de fórmulas sofreram variações em função das diferentes composições das rações, as quais estão apresentadas na tabela 7.

Tabela 7. Ingredientes, quantidades utilizadas (%) e custo de fórmula das dietas experimentais

Ingredientes	(T1) 26% Basal	(T2) 26% <i>Premium</i>	(T3) 36% Basal	(T4) 36% <i>Premium</i>
Casca de Arroz	0,44	1,00	1,00	0,79
Milho	17,00	23,38	12,00	7,01
Farelo de Soja	20,73	17,60	30,00	28,00
Quirera de Arroz	0,00	0,00	7,90	14,00
Farelo de Trigo	28,99	28,00	0,00	7,01
Fare. de Arroz	12,00	6,00	11,47	6,00
Protenose	0,00	0,00	0,00	2,00
Farinha de Vísc.	0,00	6,00	0,00	14,80
Farinha de Penas	0,00	0,00	8,57	0,00
Farinha de Carne	15,00	9,03	15,36	8,00
Farinha de Sangue	3,00	0,00	7,85	0,00
Farinha de Peixe	0,00	6,00	0,00	10,00
Oleo de Soja	0,00	0,00	2,95	1,33
Sal	0,30	0,30	0,30	0,00
Calcário	0,40	1,00	0,00	0,00
Fosfato Bicálcico	1,33	0,93	1,52	0,00
L-Lisina	0,01	0,00	0,00	0,00
L-Treonina	0,00	0,00	0,00	0,18
DL-Triptofano	0,00	0,04	0,00	0,07
DL-Metionina	0,19	0,11	0,47	0,20
Mold-Nil-Dry ¹	0,10	0,10	0,10	0,10
Oxynyl Dry ²	0,01	0,01	0,01	0,01
Supl. Vit. e Min ³	0,50	0,50	0,50	0,50
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00
R\$/ton	544,15	622,70	695,11	814,04

1. Anti-fúngico. 2. Anti-oxidante.

3. Suplemento vitamínico e mineral: vitamina C 300mg; vitamina A, 12.000 UI; vitamina B1, 20 mg; vitamina B2, 20 mg; vitamina B12, 40 mcg; vitamina B6, 17,50 mg; vitamina D3, 3.000 UI; vitamina E 150 mg; vitamina K3, 15 mg; pantotenato de cálcio, 50 mg; niacina, 100 mg; ácido fólico, 6 mg; biotina, 1 mg; cloreto de colina, 500 mg; cobalto, 0,40 mg; cobre, 17,50 mg; Ferro, 100 mg; manganês, 50 mg; selênio, 100 mg; zinco, 120 mg; veículo q.s.p., 1.000 g.

Projeção de Produção em Tanques-rede

Para análise da viabilidade econômica da produção de lambaris em tanques-rede, foi considerada a situação hipotética de um pescador profissional, ribeirinho, que possui barco/motor e acesso ao reservatório onde realiza a pesca extrativa. A projeção de produção deu-se em função dos índices de produtividade encontrados na própria pesquisa, ou seja, densidade de 450 lambaris por m³, sobrevivência de 89% e relação de 9 kg de ração para a produção de 1000 lambaris.

Considerando a utilização de tanques-rede de 6 m³, cada unidade possui condições de produzir 2.403 peixes (450/m³ x 89%). Esta quantia foi utilizada como referência para as estimativas de produção. Visando a produção mensal de aproximadamente 10.000 lambaris, constata-se a necessidade de aquisição inicial de 12 tanques-rede e manejo de despesca/povoamento de quatro tanques-rede (9.612 lambaris) por mês. Esta projeção molda-se ao perfil de um pescador artesanal, já que não se faz necessária a contratação de mão-de-obra adicional para o manejo diário e o investimento inicial é condizente com o menor valor de crédito disponibilizado pelo PRONAF (< R\$ 10.000,00, taxa de juros de 2% a.a.). Portanto, este referencial de produção de aproximadamente 10.000 lambaris através do manejo mensal de quatro tanques-rede foi utilizado como referência para as análises econômicas.

Em seguida, com o propósito de apresentar opções de produção em menor escala, realizou-se a projeção de produção/povoamento para sistemas com um, dois e três tanques-rede por mês. A partir dos custos e receitas destas quatro opções de produção, foram propostos dois cenários para a venda do lambari como isca: R\$ 0,30 e R\$ 0,20 por unidade.

Origem dos Custos de Produção

Nos custos de produção, a aquisição de alevinos entrou como custo inicial de aquisição. Apesar da maior parte dos criadores de lambari produzir o próprio alevino, atualmente, a cadeia produtiva da espécie já dispõe de piscicultores que estão se especializando na venda de alevinos e, de acordo com Silva *et al.* (2011), no estado de São Paulo são comercializados ao preço médio de R\$ 60,00/milheiro, valor este que foi usado como referência para o custo de aquisição dos alevinos. Foi considerado o uso mensal de 50 litros de gasolina para as atividades de povoamento, despesa, fornecimento de ração e demais manejos. Para embalagem dos peixes no momento da venda, foi considerado o valor de R\$ 1,00 por saco plástico de 50 litros, densidade de estocagem de 300 lambaris por saco e 10 litros de oxigênio. A recarga de um cilindro contendo 10 m³ de oxigênio custa em torno de R\$ 100,00, ou seja, R\$ 0,01 por litro de O₂. Neste caso, despesas com embalagem + oxigênio perfazem o montante de R\$ 1,10. Na Tabela 8 encontram-se disponíveis os custos de produção, levando-se em consideração o manejo mensal envolvendo quatro tanques-rede.

Tabela 8. Valores utilizados para compor o custo de produção de lambaris considerando produção mensal em 4 tanques-rede de 6 m³ cada.

Itens	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor total ano (R\$)	Prazo Pag. (mês)	Custo/mês (R\$)
Tanques-Rede 6 m ³	12	700,00	8.400,00	12	700,00
Cilindro Oxigênio	1	775,00	775,00	12	64,58
Taxa de Fin. (Pronaf) ¹	2% a.a.	183,50	9.175,00	12	15,29
Ração ^{2,3}	9 kg /1000	1,06	1.099,008		91,58
Alevinos ⁴	2700 / TR	0,06	7.740,00		648,00
Combustível (litros)	50	2,70	1620		135,00
Recarga Oxi. (10m3)	10 l / 300 pxs	0,10	38,45		3,20
Embalagem	1 un/300 pxs	1,00	384,48		32,04
Custo mensal de produção primeiro ano (R\$)					1.689,70
Custo Mensal de Produção a partir do segundo ano (R\$)					604,88

¹ Financiamento sobre a aquisição dos tanques-rede.

² Encontrou-se a relação de 9 kg de ração para a produção 1000 lambaris (Dados da Pesquisa).

³ R\$ 1.069,51 / ton, custo da dieta experimental (T2) que apresentou melhores resultados (26% PB, *Premium*).

⁴ R\$ 60,00 o milheiro, conforme Silva *et al* (2011).

5.3.4. Resultados e Discussão

Na Tabela 9 encontra-se o lucro parcial obtido em cada tratamento. A variável de desempenho produtivo utilizada foi à sobrevivência, já que atualmente o mercado do lambari para isca-viva é mais atrativo financeiramente. Para compor os custos variáveis, foram utilizados o custo das dietas experimentais extrusadas e o consumo de ração de cada tratamento.

O preço de venda dos lambaris (R\$ 0,17 a unidade) foi obtido através do cálculo do valor médio que Silva *et al.* (2011) encontraram em sete sistemas diferentes de cultivo no estado de São Paulo. Ressalta-se que este é o valor pago ao produtor de lambari na propriedade, sendo que as casas de iscas, como são conhecidos os estabelecimentos que comercializam o lambari como isca-viva, revendem a preço maior e, por fim, as pousadas repassam ao pescador esportivo por valores que variam de R\$ 0,40 a R\$ 0,50 por lambari.

Tabela 9. Margem bruta gerada em função da quantidade de lambaris produzidos em cada tratamento.

Variáveis do Orçamento Parcial	T1 26% B	T2 26% P	T3 36% B	T4 36% P
Ração Experimental Consumida (kg)	19,00	17,95	16,80	17,05
Quantid. Peixe Produzido 4 TR ¹ (un)	1971	1982	1958	2028
Custo de Fórmula (R\$/ton)	544,15	622,7	695,11	880,23
Custo da Ração Exp. ² (R\$/ton)	970,77	1061,10	1144,37	1357,34
Preço do Alevino (R\$/un)	0,06	0,06	0,06	0,06
Preço de Venda do Lambari (R\$/un)	0,17	0,17	0,17	0,17
Margem Bruta por Trat. ³ (R\$)	198,38	198,98	196,23	200,07
R\$ Ração / 1000 lambaris produzidos	9,35	9,59	9,78	11,34

1. TR = Tanques-rede de 1 m³. A quantidade de peixe refere-se ao que foi produzido em cada tratamento (5 unidades experimentais; 62 dias).

2. Custo de Fórmula + R\$ 300,00 de processamento + 15% custos administrativos e logística.

3. Sem considerar alguns custos fixos (mão de obra, energia elétrica e etc...) e de investimentos, pois, estes são iguais para todos os tratamentos.

A média global de comprimento dos peixes foi de 7,10cm (Tab. 6), sendo que a medida preconizada para venda como isca viva é maior que 7,0cm, quando comercializados para a pesca esportiva do tucunaré (*Cichla spp.*) e, entre 4 a 7,0cm quando vendidos para a pesca da corvina (*Plagioscion squamosissimus*). Na Figura 15 observa-se exemplar de tucunaré capturado com lambari de 7,5cm, evidenciando a êxito na captura com isca-viva a partir de 7,0cm.

Figura 14. (A) Tucunaré (*Cichla spp.*) capturado utilizando o lambari como isca-viva; (B) Imagem evidenciando o tamanho do lambari, aproximadamente 7,5cm e (C) Pesca Esportiva, soltura do exemplar - Lagoa Risca Faca FZEA/USP Pirassununga-SP.

Dos quatro tratamentos, apenas os peixes do T1 (26% Basal) ficou com comprimento abaixo de 7,0. Porém, o comprimento médio alcançado neste tratamento (6,76cm), não comprometeria sua comercialização já que, conforme exposto, há opções de comercialização dos indivíduos de menor tamanho para a pesca esportiva da corvina.

A margem bruta obtida em cada tratamento não necessariamente representa o lucro real, já que o tipo de análise proposto por Shang (1990) é identificar as diferenças influenciadas pelos tratamentos. Não houve diferença de lucro parcial (margem bruta) entre os peixes que receberam rações com 26 ou 36% de proteína bruta e nem na qualidade da fonte proteica (basal ou *premium*) utilizada para a formulação das dietas.

Segundo Natori (2011), é possível que uma dieta seja tecnicamente/nutricionalmente mais eficiente (menor conversão, por exemplo), porém, inviável economicamente. Isto é o que se observa no T4 (36%, *premium*), onde apesar de ter ocorrido maior sobrevivência, a relação R\$ Ração/1000 lambaris produzidos foi maior, já que esta dieta apresentou o maior custo. Dos ingredientes e processos que envolvem o preço final de uma ração, Gonçalves (2007) destaca que o custo dos ingredientes proteicos é o mais representativo. Há que se considerar ainda que o oferecimento de níveis proteicos acima do exigido para a espécie pode ocasionar aumento na excreção de amônia para o meio, produzindo efluente com maior potencial poluente (KAUSHIK e OLIVA-TELES, 1986). Portanto, faz-se necessário a constante busca por ingredientes alternativos e ajustes nos níveis proteicos de modo que a produção de rações seja economicamente viável, objetivando a máxima eficiência dos sistemas produtivos.

Na Tabela 10 encontram-se disponíveis os dados de análise da viabilidade econômica da produção do lambari em sistema de tanque-rede de 6 m³. O custo de produção foi composto pelas variáveis apresentadas na tabela 5, sendo que este se altera conforme aumenta o número de tanques-rede empregados na produção, o número de alevinos, a ração, etc...

Tabela 10. Margem bruta da produção de lambaris a partir do cultivo em 1, 2, 3 ou 4 tanques-rede/mês e considerando o preço de venda a R\$ 0,30

Número de TR	Quant. Produzida (Un.)	Preço de Venda (R\$)	Receita Bruta (R\$)	Custo de Produção (R\$)	Margem Bruta (R\$)
Produção em 1 TR/mês	2403	0,30	720,90	575,94	144,96
Produção em 2 TR/mês	4806	0,30	1.441,80	951,01	490,79
Produção em 3 TR/mês	7209	0,30	2.162,70	1.317,50	845,20
Produção em 4 TR/mês	9612	0,30	2.883,60	1.689,70	1.193,90

Segundo Almeida (2007), os produtores estabelecidos em regiões onde a pesca esportiva é praticada, poderiam ter maior retorno e garantia de sucesso no seu empreendimento se houvesse melhor gerenciamento da parte econômica e envolvimento direto com o comércio de iscas vivas. Nesta mesma publicação, o autor estima que no ano de 2007 foram comercializados em torno de 4 milhões de lambaris na forma de isca viva para a pesca esportiva. A estimativa atual é de que este número seja de aproximadamente 20 milhões de unidades. Assim, pescadores ribeirinhos possuem plenas condições de atuarem na porção intermediária da cadeia de comercialização (produtor/piscicultor, atravessador/isqueiro e pousadas/guias de pesca) do lambari como isca viva. Portanto, sugeriu-se nesta simulação o preço de venda a R\$ 0,30.

Observa-se que na projeção de manejo mensal (despesca/povoamento) de quatro tanques-rede, a qual é considerada como executável por um pescador artesanal sem a necessidade de contratação de mão de obra adicional, obtém-se margem bruta de R\$ 1.193,90. Peixer e Petrere Junior (2009), ao realizarem levantamento socioeconômico junto a pescadores profissionais do Rio Mogi Guaçu no distrito de Cachoeira de Emas – Pirassununga-SP, constataram que a receita mensal proporcionada exclusivamente pela pesca é US\$ 239,64. Transformando estes valores em reais, de acordo com a cotação do dólar no dia 25/06/2012 (R\$ 2,068), tem-se o valor de R\$ 495,57. Silva e Belinni (2008), ao estudarem remanescentes populacionais nas ilhas do Rio Paraná, onde o mercado para o lambari é mais

promissor do que em Cachoeira de Emas – Pirassununga/SP, já que no Rio Mogi Guaçu a pesca da corvina e do tucunaré inexistem, registraram que os ribeirinhos que vivem exclusivamente da pesca auferem receita mensal média de R\$ 260,00. Maruyama *et al.* (2009) realizaram vasta análise da pesca artesanal nos reservatórios do médio e baixo Rio Tietê. Constataram que a renda líquida mensal declarada foi de R\$ 484,00 $\pm$ 300,50 e R\$ 385,00 $\pm$ 212,80 nos reservatórios do médio e baixo Rio Tietê, respectivamente. Assim, observa-se que a renda possível de ser obtida através do cultivo do lambari em dois tanques-rede (R\$ 490,79) é capaz de equiparar ou suplantam as receitas líquidas obtidas com a pesca extrativa, considerando-se os dados das referências apresentadas acima.

Carvalho e Callou (2008) citam a existência de alto índice de analfabetismo nas comunidades pesqueiras. Paralelamente Cazella *et al.* (2010), ao mesmo tempo que identificam a existência de linha de crédito específica ao setor pesqueiro (“Pronaf Pesca”), constata que o efetivo acesso ao crédito é limitado a um pequeno número de pescadores, já que há certo desinteresse ou incapacidade do setor bancário nacional, que não prioriza sua atuação em comunidades distantes dos grandes centros produtivos e nem está adequadamente aparelhado para tratar de demandas nos segmentos de baixa renda. Desta forma, limitações referentes ao grau de instrução somadas à dificuldade de acesso ao crédito, configuram-se como agravantes no processo de implantação de projetos aquaculturais, não somente para a produção do lambari, mas também para todos os que envolvam interesses em transformar o pescador extrativista em aquicultor.

Portanto, é necessário considerar que projetos os quais demonstrem alguma viabilidade técnica produtiva, aliada à viabilidade econômica, configuram-se apenas como uma etapa no efetivo processo de implementação. Políticas públicas com apelo social e ambiental, já que a pesca artesanal ao mesmo tempo em que explora/degrada o meio ambiente também não proporciona condições adequadas de qualidade de vida ao pescador, devem ser estimuladas para que tais desajustes sejam contemplados através do conhecimento acadêmico.

Ao analisar o cenário mais pessimista da atividade (Tabela 11), os custos mantêm-se inalterados, porém, auferem-se menores receitas em decorrência da venda do lambari por menor valor (R\$ 0,20), observa-se ainda que mesmo para a produção em maior escala o lucro líquido é pouco atrativo. Ao menos para o primeiro ano de cultivo, já que, no caso da projeção proposta, o investimento inicial em tanques-rede, cilindro de oxigênio e juros do financiamento é dissolvido em 12 parcelas mensais. A partir do décimo terceiro mês, o custo de produção que antes era de R\$ 1698,70 passar a ser de R\$ 604,88, implicando em expressiva redução do custo e, conseqüentemente, maior receita líquida.

Tabela 11. Margem líquida da produção de lambaris a partir do cultivo em 1, 2, 3 ou 4 tanques-rede/mês e considerando o preço de venda a R\$ 0,20/un

Número de TR	Quant. Produzida (un.)	Preço de Venda (R\$)	Receita Bruta (R\$)	Custo de Produção (R\$)	Margem Líquida (R\$)
Produção em 1 TR/Mês	2403	0,20	480,60	575,94	- 95,34
Produção em 2 TR/mês	4806	0,20	961,20	951,01	10,19
Produção em 3 TR/mês	7209	0,20	1.441,80	1.317,50	124,30
Produção em 4 TR/mês	9612	0,20	1.922,40	1.689,70	232,70

Deve-se ressaltar que projeções de produção de lambari ao longo do ano devem ser analisadas com cautela, pois, a cadeia produtiva da espécie ainda não se encontra plenamente estabelecida, havendo deficiências principalmente no que se refere à disponibilidade de alevinos. Da mesma forma, tal imprevisibilidade também se observa na pesca extrativa, onde nos meses mais frios a captura é reduzida de forma expressiva e durante os meses mais quentes a pesca é proibida para preservar a reprodução dos peixes, restando ao pescador artesanal poucos meses de trabalho efetivo.

Segundo Silva *et al.* (2011), a criação de lambari representa uma alternativa concreta de geração de renda para os piscicultores, porém, o mercado limita-se quase que integralmente ao atendimento da demanda por iscas. Deve-se a isto o fato de que receitas obtidas com a venda do lambari como isca viva ainda são maiores que as obtidas com as vendas como petisco. Desse modo, sugere-se que novas alternativas de comercialização para bares e restaurantes sejam adotadas. Uma possibilidade seria apresentá-lo como um produto *gourmet* a ser comercializado em porções que levem em consideração o preço unitário e não o preço por peso. Haveria, ainda, a possibilidade de venda do produto na forma de congelados ou enlatados, após processamento adequado (Porto-Foresti *et al.*, 2005).

Atualmente, o mercado existente para a comercialização do lambari como petisco é atendido quase que na sua totalidade pelo produto originário da pesca (SILVA *et al.*, 2011). Entretanto, este deixa muito a desejar no que se refere às qualidades organolépticas, já que o produto da pesca não possui padronização nos sistemas de captura, abate e processamento. Se, por um lado trata-se de uma limitação, por outro é animador ter como perspectiva o emprego de lambaris como alimento, principalmente na forma de petisco. Aplicando-se devidamente as técnicas de captura, abate e processamento do lambari cultivado é possível agregar valor ao produto, preservando-se as características de sabor tão apreciadas pelos consumidores, possibilitando assim sua comercialização pelo mesmo preço que é praticado para a isca viva. Mas isto ainda depende de um longo caminho, desde a conscientização do produtor até a dos donos de estabelecimentos comerciais.

5.3.5. Conclusão

A margem bruta gerada pela venda dos peixes alimentados com dietas contendo 36% de PB e ingredientes *premium*, foi maior; no entanto, também apresentou o maior custo de produção. Desta forma, o melhor custo/benefício foi proporcionado pelos peixes alimentados com ração contendo 26% de PB e ingredientes *premium*.

Para pescadores ribeirinhos que vivem da pesca artesanal, possuidores de barco/motor e acesso ao reservatório onde pescam, a produção de lambaris no sistema de tanques-rede mostrou-se viável, quando comparado com as receitas obtidas na pesca extrativa, a partir do cultivo em 2 unidades de produção, desde que sejam comercializados ao valor de R\$ 0,30 / peixe.

Em cenário de comercialização menos otimista, a R\$ 0,20 por unidade, a produção passa a ser atrativa economicamente após o primeiro ano de produção, quando os itens financiados estiverem quitados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste trabalho são particularmente pertinentes às preocupações em curso sobre desempenho produtivo x produção sustentável de peixes. A revisão bibliográfica tanto sobre a substituição das fontes de proteína animal por vegetal, quanto da redução dos níveis de proteína nas dietas para peixes, indicou que os resultados científicos são positivos, seja para desempenho produtivo ou para sustentabilidade do ambiente. No entanto, as rações comerciais para peixes no Brasil parecem estar na contra mão destes resultados de pesquisa.

Apesar de vários fatores interferirem na efetiva utilização das proteínas, bem como os fatores relacionados à origem desta proteína, estudos voltados para a determinação dos melhores níveis para cada espécie e das melhores combinações entre os ingredientes disponíveis são importantes, pois, o custo de uma dieta é diretamente proporcional à quantidade e a qualidade da proteína.

De modo geral há forte relação entre dieta completa para o peixe e ao mesmo tempo pouco impactante para o ambiente. No entanto, muitas vezes esta dieta não é viável financeiramente. Neste caso, o equilíbrio passa a ser o desafio. Quais ingredientes devem compor uma dieta para que a mesma atenda em maior parte as exigências dos peixes, seja pouco impactante para o ambiente e viável economicamente? O desafio é grande. Mas pra isto dispomos de uma variada gama de ingredientes, tanto de origem animal quanto vegetal.

O que se espera de um alimento ambientalmente correto e nutricionalmente completo para organismos aquáticos? Resposta curta e completa seria: atender as características conceituais aceitas universalmente. Sim, pode-se afirmar que já temos estas características estabelecidas. No entanto, parece haver certa dificuldade em implementar estes conceitos nas rações que já se encontram disponíveis no mercado. Exemplo clássico disto no Brasil são as rações comerciais para tilápias. De modo geral, o conceito de dieta ideal que gerentes de fábricas e formuladores possuem é diferente do produto final. Questões comerciais e mitos pré-estabelecidos por parte dos piscicultores impedem que tais conceitos técnicos sejam colocados em prática.

Dentro deste contexto, espera-se que as rações comerciais para o lambari siga um caminho diferente. Por ser atividade recente no Brasil, há apenas uma fábrica produzindo ração para o lambari, portanto, sem concorrência comercial e sem mitos pré-estabelecidos por piscicultores. Neste caso, talvez seja o momento de colocar em prática tais características conceituais, de modo que em um futuro próximo todas as dietas utilizem esta primeira ração como referência. Isto pode parecer uma visão não muito científica de se implementar tecnologias, porém a ciência tem que caminhar junto com o lado comercial, já que todos os segmentos envolvidos com a atividade piscícola visam lucro. Tecnologias ambientalmente corretas e nutricionalmente completas jamais serão implementadas nos empreendimentos aquícolas se não proporcionarem lucros aos envolvidos.

Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam que não é necessário forçar a entrada de ingredientes proteicos de origem animal nas rações de lambari, dietas com altos níveis (>28%) de proteína são desnecessárias e, formular rações com baixa proteína e ingredientes de melhor qualidade proporcionam bons resultados para o peixe, pouco acréscimo no custo e tendem a ser menos prejudiciais para o ambiente. Aos produtores de lambari, a mensagem é: não há necessidade de buscarem no mercado rações com altos teores de proteína, pois, níveis ao redor de 26% de PB podem proporcionar bons resultados.

Quanto à viabilidade econômica da produção do lambari, os resultados deste estudo indicam que a lambaricultura é viável. Em especial para pequenos produtores, os quais utilizam mão de obra familiar.

Por fim, na perspectiva do autor desta tese, a maior contribuição que a lambaricultura tem a oferecer, estando esta acima de interesses comerciais, refere-se aos aspectos sociais relacionados a melhorias na qualidade de vida de pescadores ribeirinhos/artesanais, os quais tem condições de auferirem maiores receitas financeiras com a criação do lambari ou como guias de pesca do que com a pesca extrativa, ao mesmo tempo que estariam contribuindo para a redução da pressão de captura dos peixes nativos, o que pode ocasionar crescimento da pesca esportiva e, necessariamente, aumento da demanda por iscas-vivas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-TAWWAB, M.; AHMAD, M.H. Effect of dietary protein regime during the growing period on growth performance, feed utilization and whole-body chemical composition of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquacult. Res.**, 40 pp. 1532–1537. 2009.

ABDEL-TAWWAB, M.; AHMAD, M.H.; KHATTAB, Y.A.E.; SHALABY, A.M.E. Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) **Aquaculture**, 298. pp. 267–274. 2010.

ABIMORAD, E. G.; CASTELLANI, D. Exigências nutricionais de aminoácidos para o lambari-do-rabo-amarelo baseadas na composição da carcaça e do músculo. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 37 (1): p. 31-38. 2011.

ADRIAN, I. F.; SILVA, H.B.R.; PERETTI, D. Dieta de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Characiformes, Characidae), da área de influência do reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, 23: p. 435-440. 2001

AHMED, N.; ALAM, M. F.; HASAN, M. R. The economics of sutchi catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) aquaculture under three different farming systems in rural Bangladesh. **Aquaculture Research**, 41: 1668–1682. 2010.

AKSNES, A., IZQUIERDO, M.S., ROBAINA, L., VERGARA, J.M., MONTERA, D. Influence of fish meal quality and feed pellet on growth, feed efficiency and muscle composition in gilthead seabream (*Sparus aurata*) **Aquaculture**, 153 (3-4), pp. 251-261. 1997.

ALLEN, P.G.; SCHUUR, A.M.; JOHNSTON, W.E. **Bioeconomics of Aquaculture** Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands . 1983.

ALBREKTSSEN, S., MUNDHEIM, H., AKSNES, A. Growth, feed efficiency, digestibility and nutrient distribution in Atlantic cod (*Gadus morhua*) fed two different fish meal qualities at three dietary levels of vegetable protein sources **Aquaculture**, 261 (2), pp. 626-640. 2006.

ALMEIDA, R.B.C. *Astyanax altiparanae* (Pisces, Characiformes) como modelo biológico de espécie de peixe para exploração zootécnica e biomanipulação. **Tese de Doutorado**, Instituto de Biociência - UNESP Botucatu. 103p. 2007.

ANDERSON, J.S.; LALL, S.P.; ANDERSON, D.M. Apparent and true availability of amino acids from common feed ingredients for Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in sea water. **Aquaculture**, 108. pp. 111–124. 1992.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, **Methods of Analysis**. 14 ed., Washington, DC, p. 152-160. 1990.

ARARIPE, M. N. A.; ARARIPE, H. G. A.; LOPES, J. B.; CASTRO, P. L.; ABREU, M. L. T. Redução da proteína bruta com suplementação de aminoácidos em rações para alevinos de tambatinga. **R. Bras. Zootec.** vol.40, no.9, Viçosa-MG. 2011

ARBELÁEZ-ROJAS, G.A; FRACALOSS, D.M; FIM, J.L. Body Composition of Tambaqui, *Colossoma macropomum*, and Matrinxã, *Brycon cephalus*, When Raised in Intensive (Igarapé Channel) and Semi-Intensive (Pond) Culture Systems. **R. Bras. de Zootecnia** 31: 1059-1069. 2002.

BJERKENG, B., REFSTIE, S., FJALESTAD, K.T., STOREBAKKEN, T., RØDBOTTEN, M., ROEM, A.J. Quality parameters of the flesh of Atlantic salmon (*Salmo salar*) as affected by dietary fat content and full-fat soybean meal as a partial substitute for fish meal in the diet **Aquaculture**, 157, pp. 297–309. 1997.

BOMBEO-TUBURAN, I., CONIZA, E. B.; RODRIGUEZ, E. Preliminary report on nursery and grow-out culture of hatchery-bred grouper (*Epinephelus coioides* Hamilton) in ponds. **Aquaculture Research**, v. 33, p. 379–381, 2002.

BORGHETTI, N.R.B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R. Aquicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo. Curitiba: Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais. 128p. 2003.

BRANDT, T.M. Temperate basses, *Morone* spp., and black basses, *Micropterus* spp. In: Wilson, R.P. (Ed.). **Handbook of nutrient requirements of finfish**. Boston: CRC Press, p.163-166. 1991.

BRASIL 2010 Ministério da Pesca e Aquicultura. *Produção Pesqueira e Aquícola – Estatística referente aos anos de 2008 e 2009*. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em: jun. 2012.

CARVALHO, E.D.; VIDOTTO, A.P.; RAMOS, I.P.; TEIXEIRA, R.A.S.; ANDRADE NETO, J.A. Diagnóstico da ocorrência e composição de espécies de peixes do balneário municipal de Paraguaçu Paulista, SP: Proposta de melhoria da sustentabilidade da pesca esportiva. **Revista Ciência em Extensão**, v.2 n.1. 2005.

CARVALHO, F. E.; CALLOU, A. B. F. Extensão pesqueira e desenvolvimento local: a experiência da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, no Estado de Pernambuco, 2003-2006. **Interações**, Campo Grande, v. 9, n. 1, p. 65-76, 2008.

CAZELLA, A. A.; BÚRGIO, F. L.; CAPELLESSO, A J. Redes de cooperação: das artes de pesca a inovação financeira. R. Eletr. de Extensão – UFSC - Florianópolis/SC. p. 41-57, 2010.

CHO, C. Y. 1992. Feeding systems for rainbow trout and other salmonids with reference to current estimates of energy and protein requirements. **Aquaculture**, v.100, p.107-123, 1992.

CHO, S.H.; LEE, S.M.; LEE, S.M.; LEE, J.H. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L) reared under optimum salinity and temperature conditions. **Aquac. Nutr.**, 11. pp. 235–240. 2005.

CHOU, R.L.; HER, B.Y.; SU, M.S.; HWANG, G.; WU, Y.H.; CHEN, H.Y. Substituting fish meal with soybean meal in diets of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* **Aquaculture**, 229. pp. 325–333. 2005.

COLDEBELLA, I.J.; RADÜNZ NETO, J.; MALLMANN, C.A.; VEIVERBERG, C.A.; BERGAMIN, G.T.; PEDRON, F.A.; FERREIRA, D.; BARCELLOS L.J.G. The effects of different protein levels in the diet on reproductive indexes of *Rhamdia quelen* females. **Aquaculture**, v. 318, p. 484-485. 2011.

COTAN, J.L.V.; LANNA, E.A.T.; BOMFIM, M.A.D. et al. Níveis de energia digestível e proteína bruta em rações para alevinos de lambari tambuí. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.634-640, 2006.

CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A.; CORRÊA, A. B.; ALMEIDA, V.; FONTES, D. O.; TORRES, R. A.; DIONELLO, N. J. L.; FREITAS, L. S.; VENTURA, R. V.; PAULO, A. A.; SILVA, J. V.; SANTOS, G. G. Exigência de metionina + cistina total para codornas de corte em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.414-420, 2006.

COWEY, C. B. Protein and amino acid requirements: a critique of methods. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 11, p. 199–204, 1995.

CRAIG, S.R., MCLEAN, E. The Organic Aquaculture Movement: A Role for NuPro™ as an Alternative Protein Source. In: T.P. Lyons, K.A. Jacques (Eds.), **Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries — Proceedings of Alltech's 21st Annual Symposium**, Alltech, Lexington, KY. pp. 285–293. 2005.

CRAIG, S.R., SCHWARZ, M.H., MCLEAN, E. Juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) can utilize a wide range of protein and lipid levels without impacts on production characteristics **Aquaculture**, 261 (1), pp. 384-391. 2006.

CYRINO, J.E.P., BICUDO, A.J.A., SADO, R.Y., BORGHESI, R., DAIRIKI, J.K. A nutrição de peixes e o ambiente. Palestra. In: I Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, Unesp Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: Aquanutri, Cd-rom. 2005.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; YUJI, S.R.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K. A piscicultura e o ambiente - o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 39: p. 68-87 (Suplemento Especial) 2010.

DAVIES, S. J., GOUVEIA, A., LAPORTE, J., WOODGATE, S. L. AND NATES, S. Nutrient digestibility profile of *premium* (category III grade) animal protein by-products for temperate marine fish species (European sea bass, gilthead sea bream and turbot). **Aquaculture Research**, 40: 1759–1769. 2009.

DIEGUES, A. C. Para uma aquicultura sustentável do Brasil. Núcleo de apoio á pesquisa sobre populações humanas e áreas úmidas brasileiras – **USP, Art. N.3**, 2006.

DUFEC, A.P.S. Estudo da taxocenose de peixes da praia das pombas e lagoa negra, parque estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Dissertação Mestrado**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 134 p. 2004.

EIGENMANN, C.H. The American Characidae. **Mem. Mus. Comp. Zool.**, v. 43, p 227-310. 1921.

EL-SAIDY, D. M. S. D. AND GABER, M. M. A. Effect of dietary protein levels and feeding rates on growth performance, production traits and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) cultured in concrete tanks. **Aquaculture Research**, v. 36: p 163–171. 2005.

FAO. FISHSTAT PLUS: Universal software for fishery statistical time series. Version 2.3.2000. Rome: **Fisheries Department Fishery Information**, Data and Statistics Unit, FAO, 2011.

FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s.pdf> > Acessado em: 01 Out. 2012. 2012.

FRANCIS, G.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**, v. 199, p. 197-277, 2001.

FITZSIMMONS, (2000) Future trends of tilapia aquaculture in the Americas. In: COSTA PIERCE, B.A.; RAKOCY, J. (Eds.) **Tilapia Aquaculture in the Americas**. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA. p. 252-264.

FREUND, R.J.; LITTEL, R.C. SAS System for Regression. Third edition. Cary: **SAS Institute Inc** 2000.

FÜLBER, V. M.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L. D.; BRACCINI, G. L.; MARENGONI, N. G.; GODOY, L. C. Desempenho produtivo de três linhagens de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com dois níveis de proteína. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 32, n. 1, p. 77-83, 2010.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C.; BARROS, M. M.; MIRANDA, E. C. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1143-1149, 2001.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; PEZZATO, A. C.; FURUYA, V. R. B.; MIRANDA, E. C. Use of ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in fish-meal-free diets for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture Research**, v.35, p.1110-1116, 2004.

GAMEIRO, A.H. Avaliação Econômica Aplicada à Zootecnia: Avanços e Desafios. In. SANTOS, M. V.; PRADA, L.F.; RENNO, F.P.; ALBUQUERQUE, R. (Ed.) **Novos desafios da Pesquisa em Nutrição e Produção Animal**. Editora 5D. 215p. 2009.

GARUTTI, V. Descrição de *Astyanax argyrimarginatus* sp. n. (characiformes, characidae) procedente da bacia do rio Araguaia, Brasil. **Rev. Brasil. Biol.**, 59(4): p. 585-591. 1999.

GARUTTI, V. Revisão taxonômica dos *Astyanax* (Pisces, Characidae), com mancha umeral ovalada e mancha no pedúnculo caudal, estendendo-se a extremidade dos raios caudais medianos, das bacias do Paraná, São Francisco e Amazônica. São Jose do Rio Preto, **Tese de Livre-Docência**, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, IBILCE, Universidade Estadual Paulista, 286p. 1995.

GARUTTI, V.; BRITSKI, H. A. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Série Zoologia**, v. 13, p. 65-88, 2000.

GASPAR da LUZ, K.D. **Alimentação e sobreposição alimentar de três espécies de peixes, em lagoas da planície de inundação do alto do rio Paraná**. 1996. Monografia (Especialização em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1996.

GATLIN, 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., SKONBERG, D., J SOUZA, E., STONE, D., WILSON, R., WURTELE, E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, 38: 551–579. 2007.

GIAMAS, M.T.D.; CAMPOS, E.C.; CAMARA; J. J. C.; VERMULM JUNIOR, H.; BARBIERI, G. A ictiofauna da represa de ponte nova, Salesópolis (São Paulo) – Bacia do Alto Tietê. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, 30 (1): 25 – 34, 2004.

GRAÇA. W. J. & C. S. PAVANELLI. *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Osteichthyes, Characidae) in the Iguaçu River basin. **Acta Scientiarum**, 24(2): 451-453. 2002.

GONÇALVES, G.S. Digestibilidade e exigência de lisina, proteína e energia em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Jaboticabal: 98p. (Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura da Unesp, UNESP). 2007

GONÇALVES, L.U. Lipídios e ácidos graxos nos desempenhos reprodutivo e zootécnico de lambaris (*Astyanax altiparanae*). Pirassununga: 117p. (Tese de Doutorado. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo). 2011.

GONÇALVES, L.U.; PARISI, G.; BONELLI, A.; SUSSEL, F.R.; VIEGAS, E.M.M. The fatty acid compositions of total, neutral and polar lipids in wild and farmed lambari (*Astyanax altiparanae*) broodstock. **Aquaculture Research**. p. 01-09. 2012.

GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n. 3, p. 351-360, 2007.

GUO, Z.; ZHU, X.; LIU, J.; HAN, D.; YANG, Y. Effects of dietary protein level on growth performance, nitrogen and energy budget of juvenile hybrid sturgeon, *Acipenser baerii* ♀ × *A. gueldenstaedtii* ♂. **Aquaculture**. v. 338-341. p. 89-85. 2012.

HAJEN, W. E.; HIGGS, D. A.; BEAMES, R.M.; DOSANJH, B.S. Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water. 2. Measurement of digestibility. **Aquaculture**, v. 112, p. 333–348, 1993

HALL, S.J.; A. DELAPORTE, M. J.; PHILLIPS, M.; BEVERIDGE, M.; O'KEEFE, M. **Blue Frontiers: Managing the Environmental Costs of Aquaculture**. The World Fish Center, Penang, Malaysia. 2011.

HUA, K.; BUREAU, D. P. Exploring the possibility of quantifying the effects of plant protein ingredients in fish feeds using meta-analysis and nutritional model simulation-based approaches **Aquaculture**, In Press, Corrected Proof. 2012.

KAUSHIK, S. J., OLIVA-TELES, A. Effect of digestible energy on nitrogen and energy balance in rainbow trout. **Aquaculture**, v.50, p.89-101, 1986.

KAUSHIK, S.J.; CRAVEDI, J.P.; LALLES, J.P.; SUMPTER, J.; FAUCONNEAU, B.; LAROCHE, M. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* **Aquaculture**, v. 133, Issues 3-4, p. 257-274. 1995.

KAUSHIK, S.J.; COVÈS, D.; DUTTO, G.; BLANC, D. Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass, *Dicentrarchus labrax* **Aquaculture**, v. 230, pp. 391–404 2004.

KUBARIK, J. Tilapia on highly flexible diets. **Feed International**, v.6, p.16-18, 1997.

LIN, S.; LUO, L. Effects of different levels of soybean meal inclusion in replacement for fish meal on growth, digestive enzymes and transaminase activities in practical diets for juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. **Animal Feed Science and Technology**. Volume. 168, Issues 1–2. 2011.

LITI, D.M., MUGO, R.M., MUNGUTI, J.M. and WAIDBACHER, H. Growth and economic performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed on three brans (maize, wheat and rice) in fertilized ponds. *Aquaculture Nutrition*, 12: 239–245. 2006.

LITTELL, R.C; STROUP, W.W.; FREUND, R.J. SAS® for Linear Models, Fourth Edition, Cary, NC, **SAS Institute** Inc. 2002.

LOVELL, R. T. Nutrition of aquaculture species. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 4193–4200, 1991.

MACEDO-VIEGAS, E.M.; SCORVO, C.M.D.F.; VIDOTTI, R.M.; SECCO, E.M. Efeito das classes de peso sobre a composição corporal e o rendimento de processamento de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.22, n.3, p.725-728, 2000.

MANCINI, M.; HARO,G.; BUCCO, C.; SALINAS, V. Composição e diversidade da ictiofauna do reservatório La Viña (Córdoba, Argentina). **Brasilian Journal of Biology**. v. 69. n.1. 2009.

MARUYAMA, L.S.; CASTRO, P.M.G. de; PAIVA, P. Pesca artesanal no médio e baixo Tietê, São Paulo, Brasil: aspectos estruturais e socioeconômicos. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, 35(1): 61–81. 2009.

MARTIN C.A.; ALMEIDA V.V.; RUIZ M.R.; VISENTAINER J.E.; MATSHUSHITA M.; SOUZA N.E. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods. *Rev. Nutr.* v.19, n. 06:761-70. 2006.

Mc GOOGAN, B. B.; GATLIN, D. M. Dietary manipulations affecting growth and nitrogenous waste production of red drum *Sciaenops ocellatus*: effects of energy level and nutrient density at various feeding rates. **Aquaculture**, v.182, p. 271-285, 2000.

MENTE, E.; DEGURA, S.; SANTOS, M.G.; HOULIHAN, D. White muscle free amino acid concentrations following feeding a maize gluten dietary protein in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) **Aquaculture**, 225 pp. 133–147. 2003.

MUNDHEIM, H., AKSNES, A., HOPE, B. Growth, feed efficiency and digestibility in salmon (*Salmo salar* L.) fed different dietary proportions of vegetable protein sources in combination with two fish meal qualities **Aquaculture**, 237 (1-4), pp. 315-331. 2004.

NAGEL, F.; DANWITZ, A.; TUSCHE K.; KROECKEL S.; BUSSEL C. G.J.; SCHLACHTER M.; ADEM H.; TRESSEL R.; SCHULZ C. Nutritional evaluation of rapeseed protein isolate as fish meal substitute for juvenile turbot (*Psetta maxima* L.) — Impact on growth performance, body composition, nutrient digestibility and blood physiology. **Aquaculture**. 2012.

NATORI, M. M. Ingredientes derivados do milho em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e pacu (*Piaractus mesopotamicus*): digestibilidade, desempenho e viabilidade econômica. **Dissertação de Mestrado** – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo. 106p. 2011.

NAVARRO, R.D.; SILVA, R.F.; FILHO, O.P.R.; SANTOS, L.C. Comparação morfométrica e índices somáticos de machos e fêmeas do lambari prata (*Astyanax scabripinnis* Jerenyns, 1842) em diferente sistema de cultivo. **Zootecnia Tropical**, v. 24, n. 2, p. 165-176. 2006.

NEW, M.; CSAVAS, I. Will there be enough fish meal for fish meals? **Aquaculture Europe**, v.19, n.3, p. 6-13, 1995.

NOMURA, H. Alimentação de três espécies de peixes do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae) do rio Mogi-Guaçu, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 35, p. 595-614, 1975.

NOVAKOWSKI, G. C.; HAHN, N.S.; FUGI, R. Alimentação de peixes piscívoros antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, vol.7 n.2 Campinas-SP, 2007.

OLLI, J.J.; KROGDAHL, Å.; VÅBENØ, A. Dehulled solvent-extracted soybean meal as a protein source in diets for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. **Aquac. Res.**, 26. pp. 167–174. 1995.

ORSI, M.L.; E.D. CARVALHO & F. FORESTI. Biologia populacional de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Teleostei, Characidae) do médio rio Paranapanema, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 21 (2): 207-218. 2004.

OZORIO, R.O.A.; VALENTE, L.M.P.; POUSAO-FERREIRA, P.; OLIVA-TELES, A Growth performance and body composition of white sea bream (*Diplodus sargus*) juveniles fed diets with different protein and lipid levels. **Aquac. Res.**, 37. pp. 255–263. 2006.

PEIXER, J.; PETRERE JUNIOR, M. Socio-economic characteristics of the Cachoeira de Emas small-scale fishery in Mogi-Guaçu River, State of São Paulo, **Braz. J. Biol.** vol.69, n.4, 2009.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M., FRACALOSSI, D. M., CYRINO, J. E. P. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J. E .P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSI, D. M. (Eds.) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p. 75-169.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.43-51, 2009.

PORTO-FORESTI, F.; CASTILHO-ALMEIDA, R.B.; FORESTI, F. Biologia e criação do lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*). IN: **Espécies Nativas para Piscicultura**. Santa Maria: Ed UFMS, 468p. 2005.

PORTZ, L. Utilização de diferentes fontes proteicas em dietas formuladas pelo conceito de proteína ideal para o “black bass” (*Micropterus salmoides*). **Tese de Doutorado** – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 2001.

REFSTIE, S., STOREBAKKEN, T., BAEVERFJORD, G., ROEM, A.J. Long-term protein and lipid growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with partial replacement of fish meal by soy protein products at medium or high lipid level. **Aquaculture**, 193. pp. 91–106. 2001.

RUSHTON, J. The economics of animal health and production. Cambridge: CABI, 364p. 2009.

SALES, J. Linear models to predict the digestible lipid content of fish diets. *Aquaculture Nutrition*, 15: 537–549. 2009.

SALZE, G.; MCLEAN, E.; BATTLE, P.R.; SCHWARZ, M.H.; CRAIG, S.R. Use of soy protein concentrate and novel ingredients in the total elimination of fish meal and fish oil in diets for juvenile cobia, *Rachycentron canadum* **Aquaculture**, 298 (3-4), pp. 294-299. 2010.

SAMPAIO, A.M.B.; KUBITZA, F.; CYRINO, J.E.P. Relação energia:proteína na nutrição do tucunaré. **Scientia Agrícola**, v.57, n.2, p.213-219, 2000.

SAMPAIO-OLIVEIRA, A.M.B.M. & CYRINO, J.E.P. Digestibility of plant protein-based diets by largemouth bass *Micropterus salmoides*. **Aquac. Nutr.**, 14, 318–323. 2008.

SHAPIRO, A.C. Capital budgeting and investment analysis. Pearson Prentice Hall, New Jersey. 2005.

SHANG, Y.C. **Aquaculture Economic Analysis: An Introduction**. *World Aquaculture Society*, Baton Rouge, Louisiana, 1990, 211 p.

SHEARER, K.D. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. **Aquaculture**, v.119, p.63-88, 1994.

SILVA, H.B.R. **Alimentação de *Astyanax bimaculatus* (Characiformes, Characidae) na área da influência do reservatório de Corumbá, GO**, 1998. Monografia (Especialização em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Maringá, 1998.

SILVA, C. A.; BELLINI, L. M. Remanescentes populacionais nas ilhas do rio Paraná: aspectos sociais e econômicos. **Rev. Acta Sci. Biol. Sci. Maringá**, v. 30, n. 2, p. 185-190. 2008.

SILVA, E. O. Utilização de ingredientes vegetais em substituição da proteína animal, em rações para o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) / **Tese Doutorado** – Universidade Federal de Pernambuco. 55 p. 2006.

SILVA, N.J.R.; LOPES, M.C.; FERNANDES, J.B.K; HENRIQUES, M.B. Caracterização dos sistemas de criação e da cadeia produtiva do lambari no estado de São Paulo, Brasil. **Informações Econômicas, SP**, v. 41, n. 9, 2011.

SUSSEL, F.R.; CESTAROLLI, M.A.; BOOCK, M.V.; BARROS, H.P.; MALLASEN, M.; SALLES, F.A.; MARQUES, H.L.A. Influência da densidade de estocagem na produção de lambari *Astyanax altiparanae* em tanques-rede instalados em viveiro povoado com camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*. IX Reunião Científica do Instituto de Pesca, **Anais...** 2009a.

SUSSEL, F.R.; SALLES, F.A.; GONÇALVES, G.S.; FACHINI, C.; AGOSTINHO, C.A. Avaliação econômica da substituição do farelo de soja por farelo de algodão em dietas práticas para tilápias do Nilo cultivadas em tanques-rede. **Informações Econômicas, SP**, v.39, n.10, 2009b.

TACON, A.G.J. Salmon aquaculture dialogue: Status of information on salmon aquaculture feed and the environment. **Aquafeed International**, v.8, p.22-37, 2005.

TAKAHASHI, N. S. Nutrição de peixes: carência de proteína na aquicultura. **Instituto de Pesca**. (Textos Técnicos). Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/nutricao_peixes.pdf>. Acesso em: Abril/ 2012. 2005.

TENGJAROENKUL, B.; SMITH, B.J.; CACECI, T.; SMITH, S. A. Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture**, v.182, p.317-327, 2000.

THIESSEN, D.L., MAENZ, D.D., NEWKIRK, R.W., CLASSEN, H.L., DREW, M.D. Replacement of fish meal by canola protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) **Aquaculture Nutrition**, 10. pp. 379–388. 2004.

TUSCHE, K., ARNING S., WUERTZ S., SUSENBETH A., SCHULZ C. Wheat gluten and potato protein concentrate — promising protein sources for organic farming of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) **Aquaculture**, v. 344–349, p. 120-125. 2012.

VALENTI, W. C. Aquicultura sustentável. In: Congresso de Zootecnia, 12o, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. **Anais...**p.111-118. 2002.

VIEGAS, E.M.M.; CARNEIRO, D.J.; URBINATI E.C.; MALHEIROS, E.B. Farelo de canola em dietas para o pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1987): efeitos sobre o crescimento e a composição corporal. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** vol.60, no.6, Belo Horizonte. 2008.

VIERA, F.; SANTOS, G.B.; ALVES, C.B.M. A icitiofauna do parque nacional da serra do cipó (Minas Gerais, Brasil) e área adjacentes. **Instituto de Ciências Biológicas** – Univ. Federal de Minas Gerais. p. 77-87, 2005.

VIOLA, S.; ARIELI, Y. Nutrition studies in tilapia hybrids. II. The effects of oils supplement to practical diets for intensive aquaculture. **The Israeli Journal of Aquaculture**, Bamidgeh, 35: 44-52. 1983.

WALDROUP, P. W.; KERSEY, J. H. Nutrient composition of cottonseed meal surveyed. **Feedstuffs**, v. 4, n. 1, p. 11-22, 2002.

WATANABE, T.; VERAKUNPIRIYA, V.; WATANABE, K.; VISWANATH, K.; SATOH, S. Feeding of rainbow trout with non-fish meal diets. **Fisheries Science**, v. 63, p. 258-266, 1998.

WELCOMME, R. L. Inland fisheries: ecology and management. Oxford: FAO: **Blackwell Science**, 358p. 2001.

WILLIAMS, K.C.; BARLOW, C.G.; RODGERS, RUSCOE, I. Asian seabass *Lates calcarifer* perform well when fed pelleted diets high in protein and lipid **Aquaculture**, 225, pp. 191–206. 2003.

WILSON R.P. (1991) Amino acid nutrition of fish: a new method of estimating requirement values. In: **Proceedings of the US-Japan Symposium on Aquaculture Nutrition**, 20, Newport, OR, USA, 1991 (ed. by M.R. Collie & J.P. McVey), p. 49-54.