



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA MULTI-INSTITUCIONAL DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Elaboração de ração para pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier,1829)
utilizando farinha de sangue, resíduo de castanha e farinha de
carne e ossos.

Ricardo do Amaral Ribeiro

Manaus - AM
2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: BIOTECNOLOGIA ANIMAL

Elaboração de ração para pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier,1829)
utilizando farinha de sangue, resíduo de castanha e farinha de
carne e ossos.

Autor: Ricardo do Amaral Ribeiro
Orientador: Dr. Manoel Pereira Filho
Co-orientador: Dr. Rodrigo Otavio de Almeida Ozório

Tese de Doutorado apresentada à
Universidade Federal do Amazonas
como parte dos requisitos exigidos
para obtenção do título de Doutor
em Biotecnologia.

Ficha Catalográfica
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

Ribeiro, Ricardo do Amaral

R484e Elaboração de ração para pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) utilizando farinha de sangue, resíduo de castanha e farinha de carne e ossos / Ricardo do Amaral Ribeiro. - Manaus: UFAM, 2008.

126 f.; il. color.

Tese (Doutorado em Biotecnologia) — Universidade Federal do Amazonas, 2008.
Orientador: Prof. Dr. Manoel Pereira Filho

Co-orientador: Prof. Dr. Rodrigo Otávio de Almeida Ozório

1. Pirarucu (Peixe) 2. Pirarucu – Alimentação e rações 3. Peixe de água doce I. Pereira Filho, Manoel II. Ozório, Rodrigo Otávio de Almeida III. Universidade Federal do Amazonas IV. Título

CDU 639.3.043.13(043.2)

Sinopse:

Foram realizados três experimentos com juvenis de pirarucu, nos quais se avaliou parâmetros zootécnicos de desempenho dos peixes alimentados com rações contendo farinha de sangue “flash dried”, resíduo de castanha *Bertholletia excelsa*, farinha de carne e ossos e duas fontes de energia (óleo de soja e gordura animal).

Palavras-chave: Pirarucu, *Arapaima gigas*, peixes carnívoros, farinha de sangue, castanha-do-brasil, *Bertholletia excelsa*, farinha de carne e ossos.

FOLHA DE APROVAÇÃO

RICARDO DO AMARAL RIBEIRO

Elaboração de ração para pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829)
utilizando farinha de sangue, resíduo de castanha e farinha de
carne e ossos.

Tese aprovada pelo Programa Multi-Institucional de Pós-graduação em Biotecnologia
da Universidade Federal do Amazonas, para obtenção do título de Doutor em
Biotecnologia. Área de concentração: Biotecnologia Animal.

Manaus, 09 de dezembro de 2008

Prof. Dr. Manoel Pereira Filho
(CPAQ/INPA): Orientador

Prof. Dr. Paulo Henrique Rocha Aride
(Unilton Lins)

Prof. Dr. Frank George Guimarães Cruz
(UFAM)

Prof. Dra. Leonor Alves de Oliveira da Silva
(UFAM)

Prof. Dr. Fernando Sérgio Escócio Drummond Viana de Faria
(UFAC)

Dedico este trabalho

- Aos meus pais, **Landry Leão Ribeiro** e **Mozarina do Amaral Ribeiro**, pelo exemplo de vida e dedicação aos filhos Ricardo, Roberto, Ronaldo e Stella.
- À minha esposa, **Elizete Freitas da Silva** e nossos filhos **Ícaro** e **Isis**, estímulos permanentes na minha caminhada da vida.

Agradecimentos

- Ao Professor Doutor Manoel Pereira Filho, pela criteriosa orientação ética, dedicação, apoio e principalmente pela amizade e confiança depositada em todo o decorrer deste trabalho.
- Ao Professor Doutor Rodrigo Otavio de Almeida Ozório pelas orientações, incentivos, apoio e principalmente pela transmissão de confiança, informações e amizade no decorrer desse trabalho.
- Ao Professor Doutor Spartaco Asltolfi Filho pelo permanente apoio durante todo o curso, pela amizade e incentivo ao sucesso da conclusão desse trabalho.
- Ao Professor Doutor José Odair Pereira pelo apoio e amizade durante o desenvolvimento desse trabalho.
- Aos Professores Doutores Rodrigo Roubach, Eduardo Ono e Sérgio Guimarães pelo apoio durante o desenvolvimento desse trabalho.
- À senhora Maria Inês de Oliveira Pereira, pelo inestimável trabalho realizado nas análises dos ingredientes, rações e peixes.
- Aos colegas e funcionários do INPA e UFAM com os quais convivi e aprendi durante os anos em que desenvolvi esse trabalho em especial a senhora Suzana Kawashima, Ângela, César Oishi, Cristian, Guto Leão, Rondon Tatsuta, Evandro Souza.
- Aos funcionários da Unidade de Tecnologia de Alimentos (UTAL) da Universidade Federal do Acre em especial ao Sr. Rui Sant'Ana, Sra. Cydia Furtado e Sr. Francisco pelo apoio na implantação e condução dos experimentos.

- Aos primos, amigos e colegas Márcio Ribeiro, Marcelo Ribeiro, Corramberth, Eduardo, Jean, Fernando Scócio, Márcio Alécio e Salla, pelo companheirismo e apoio nesse trabalho.
- Ao CNPq pelo suporte financeiro concedido durante a realização desse trabalho.
- À Universidade Federal do Acre pela minha liberação para a realização desse trabalho.
- Aos meus colegas do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Acre, pela minha liberação das atividades em sala de aula.
- Ao professor Aysson Rosas por assumir as disciplinas de minha responsabilidade durante minha ausência e ao prof. Dr. Ernesto Salla pela análise microbiológica realizada nos peixes.
- À minha família pela compreensão, carinho, e tolerância com minha ausência durante a realização desse trabalho.

ABREVIATURAS E UNIDADES DE MEDIDAS UTILIZADAS

CAA	conversão alimentar aparente
Cm	centímetro
FCO	farinha de carne e ossos
g	grama
L	litro
W	Watt
GP	ganho de peso
Kg	kilograma
M	mortalidade
MG	miligrama
mg/l	miligrama por litro
NH ₃	amônia não ionizada
NH ₃ + NH ₄	amônia total
NO ₂	nitrito
°C	graus Celsius
OD	oxigênio dissolvido
pH	potencial hidrogeniônico
S	sobrevivência
TCE	taxa de crescimento específico
TEP	taxa de eficiência protéica
FS	farinha de sangue
RC	resíduo de castanha

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Feed formulation and chemical composition of the experimental diets (% as-fed basis).....	57
Tabela 2. Effect of different dietary blood meal levels on weight gain, feed efficiency and nutrient utilization in juvenile pirarucu fed over 60 days.....	59
Tabela 3. Effect of different dietary blood meal levels on whole body composition (% dry matter basis) of juvenile pirarucu fed over 60 days.....	60

CAPÍTULO II

Tabela 1. Composição centesimal aproximada das rações fornecidas para juvenis de pirarucu <i>Arapaima gigas</i>	71
Tabela 2. Formulação das dietas experimentais.....	72
Tabela 3. Temperatura da água em °C determinada diariamente às 8:00 e 14:00h.....	75
Tabela 4. Valores médios \pm desvio padrão dos parâmetros da qualidade da água durante o período experimental determinados semanalmente.....	75
Tabela 5. Efeito das dietas elaboradas com diferentes níveis de farinha de sangue e resíduo de castanha da Amazônia sobre a composição corporal (peixe inteiro) de juvenis de pirarucu após 60 dias.....	79
Tabela 6. Efeito de diferentes níveis de farinha de sangue combinada com dois níveis de inclusão de resíduo de castanha no ganho de peso, taxa de conversão e utilização de nutrientes em juvenis de pirarucu após 60 dias.....	81

CAPÍTULO III

Tabela 1. Parâmetros de qualidade da água.....	100
Tabela 2. Formulação das dietas experimentais.....	102
Tabela 3. Composição centesimal das rações testadas.....	103

Tabela 4. Temperatura da água em °C determinada diariamente às 8:00 e 14:00h.....	104
Tabela 5. Efeito das dietas elaboradas com diferentes níveis de farinha de carne e ossos e duas fontes de energia (banha de suíno e óleo de soja) sobre a composição corporal (peixe inteiro) de juvenis de pirarucu após 58 dias.....	111
Tabela 6. Efeito de diferentes níveis de farinha de carne e ossos combinada com duas fontes de energia (banha de suíno e óleo de soja) no ganho de peso, taxa de conversão e utilização de nutrientes em juvenis de pirarucu após 58 dias.....	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Caixas em fibra de vidro posicionadas no galpão em que se realizaram as três fases do experimento.....	121
Figura 2. Alevinos utilizados para análise de carcaça inicial.....	121
Figura 3. Alevinos de pirarucu.....	121
Figura 4. Pescado sendo preparado para trituração e posterior utilização no treinamento alimentar dos alevinos para aceitação de ração seca.....	122
Figura 5. Extrusora da marca INBRAMAQ MX-80 utilizada na elaboração das rações experimentais.....	122
Figura 6. Alevinos no final do treinamento para aceitação de ração seca.....	123
Figura 7. Unidade experimental com oito alevinos na primeira fase.....	123
Figura 8. Fotocolorímetro ALFAKIT.....	124
Figura 9. pHmetro ALFAKIT.....	124
Figura 10. Oxímetro ALFAKIT.....	124
Figura 11. Aquecedor elétrico na caixa de abastecimento de água (3.000 W).....	124
Figura 12. Aquecedor tipo mergulhão para aquecimento de água (800 W).....	124
Figura 13. Compressor para aeração da água.....	124
Figura 14. Infecção na nadadeira caudal.....	125
Figura 15. Peixes mortos por infecção.....	125
Figura 16. Identificação de infecção causada por <i>Klebsiella sp.</i>	125
Figura 17. Cultura de <i>klebsiella sp.</i>	125

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
APRESENTAÇÃO.....	01
INTRODUÇÃO GERAL.....	06
O pirarucu.....	06
Nutrição de peixes.....	08
Farinha de sangue.....	16
Castanha do Brasil.....	19
Farinha de carne e ossos.....	21
Farelo de soja.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
CAPÍTULO I.....	39
ABSTRACT.....	39
INTRODUCTION.....	40
MATERIAL AND METHODS.....	43
RESULTS.....	45
DISCUSSION.....	46
ACKNOWLEDGEMENTS.....	50
REFERENCES.....	51
CAPÍTULO II.....	61
RESUMO.....	61
ABSTRACT.....	62
INTRODUÇÃO.....	63
MATERIAL E MÉTODOS.....	69
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
CONCLUSÃO.....	82
AGRADECIMENTOS.....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

CAPITULO III	89
RESUMO.....	89
ABSTRACT.....	90
INTRODUÇÃO.....	91
MATERIAL E MÉTODOS.....	99
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	104
CONCLUSÃO.....	113
AGRADECIMENTO.....	113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
APÊNDICE - FOTOGRAFIAS DE INSTALAÇÕES, PEIXES E EQUIPAMENTOS...	120
ANEXO – DOCUMENTAÇÃO REFERENTE A AQUISIÇÃO E PROCEDÊNCIA DOS PEIXES UTILIZADOS.....	126

RESUMO GERAL

O pirarucu, *Arapaima gigas*, é uma espécie nativa da Amazônia de alto valor comercial despertando grande interesse no seu cultivo em cativeiro. Por ser um peixe carnívoro, necessita de ração com alto teor protéico. O Objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas*, alimentados com dietas contendo ingredientes disponíveis no Estado do Acre, em particular a farinha de sangue “spray-dried” (FSSD), o resíduo de castanha-do-brasil *Bertholletia excelsa* (RC) e a farinha de carne e ossos (FCO) combinados com duas fontes energéticas (banha e óleo de soja). O trabalho de pesquisa foi realizado em três etapas, com delineamento inteiramente casualizado, utilizando três diferentes lotes de alevinos, sendo estes previamente submetidos a treinamento alimentar para aceitação de ração seca. No final de cada fase, os peixes foram submetidos à biometria sendo sacrificados um ou dois animais de cada unidade experimental para realização de análise de carcaça (peixes inteiros), sendo determinados: umidade, proteína bruta, lipídio e cinza. Durante todas as fases os peixes foram submetidos a um fotoperíodo de 12 h luz:12 h escuro. No primeiro experimento foram testadas dietas extrusadas com (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21%) de farinha de sangue “spray dried” e banha de suíno como fonte de energia. Foram utilizados 192 alevinos $8,5\pm 0,4g$, distribuídos em 24 caixas em fibra de vidro abastecidas com 250 L (8 peixes/caixa) sendo monitorados os seguintes parâmetros: temperatura da água (8:00 e 14:00h) diariamente, além de oxigênio, amônia, nitrito e pH (semanalmente). Os peixes alimentados com dietas contendo até 9% de FSSD não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) em relação à testemunha (0% FSSD) nos parâmetros de desempenho zootécnico avaliados. Este grupo (3, 6 e 9%) de FSSD tiveram desempenho superior ($P<0,05$) às dietas com (12, 15, 18 e 21%) de FSSD. Na segunda etapa foram elaboradas cinco rações experimentais objetivando avaliar o desempenho do resíduo de castanha (RC) nos teores de (2 e 4%) como ingrediente capaz de viabilizar um incremento para 12% no teor de FSSD possível de ser utilizado, superior portanto aos 9% identificados na primeira etapa como o máximo admissível. Foram utilizadas 20 caixas em fibra de vidro, com capacidade de 500 litros e abastecidas com 300 litros de água cada. Estas foram povoadas com 120 alevinos (6 por caixa) oriundos de uma mesma ninhada com peso médio inicial de $13,10\pm 1,9g$. Nesta

etapa foi utilizado óleo de soja como fonte de energia. Além da testemunha com 0% de FSSD e 0% de RC, foram testadas quatro formulações: (9% FSSD - 2% RC, 9% FSSD-4% RC) e (12% FSSD - 2% RC, 12% FSSD - 4% RC). Não foi observada melhora no desempenho dos peixes alimentados com ração contendo 12% de FSSD em função da adição de 2 ou 4% de RC. Ocorreu ainda, um pior desempenho em alguns parâmetros em relação à testemunha, mesmo nos animais arraçoados com dieta contendo 9% de FSSD. Na terceira etapa foram avaliados três níveis de inclusão de farinha de carne e ossos (FCO) (6, 9 e 12%) além de duas fontes de energia (banha de suíno e óleo de soja). Foram utilizados 192 alevinos ($9,21 \pm 1,7g$), distribuídos por 24 caixas em fibra de vidro, com capacidade de 500 litros e abastecidas com 300 litros de água cada. Não foi observada diferença estatística significativa no ganho de peso, sobrevivência e fator de condição entre os tratamentos ($P > 0,05$). O consumo voluntário apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) nos dois tratamentos com 12% de FCO e com 9% de FCO com óleo de soja em relação aos demais. A eficiência protéica apresentou melhor desempenho nos dois tratamentos com 6% de FCO e no com 9% de FCO e banha em relação aos demais. Foi identificada a possibilidade de inclusão de até 9% de FSSD e 9% de FCO quando utilizada banha como fonte energética. A utilização do RC nos níveis de 2% e 4% não viabilizou o aumento no teor de FSSD na dieta de 9 para 12%.

ABSTRACT

The pirarucu, *Arapaima gigas* is an Amazon native species with high market value and crescent interest by aquaculturists in its rears. As a carnivorous fish, it needs a high level protein diet. The goal of this study was to evaluate the growth performance of pirarucu, *Arapaima gigas*, juveniles fed with diets produced with ingredients available in the State of Acre-Brazil, notably; blood meal (BM), Brazil nut residue *Bertholletia excelsa* (BNR) and meat and bone meal (MBM) combined with two energetic sources (animal fat and soybean oil). The study was driven into three phases in a complete randomized design, using different juveniles batch, previously conditioned to feed training to accept dry ration. At the end of each phase, the fish were measured, and one or two were sacrificed in each experimental unit for carcass analysis (whole body), for: moisture, protein, lipid and ash content. During the experiment, fish were kept under a natural photoperiod (12 light: 12 dark). In the first experiment were tested using diets with (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 or 21%) spray-dried blood meal and animal fat as an energy source. A total of 192 pirarucu juveniles ($8,5 \pm 0,4g$) were randomly distributed into the 24 circular fiber glass tanks, supplied with 250 L water (8 fish/tank). Parameters monitored were water temperature (daily, 8:00/14:00h) and pH, dissolved oxygen, ammonia, nitrite, weekly. The fishes fed diets with 9% BM did not present a statistical difference ($P > 0,05$) for evaluated body variables as compared with control diet (0% BM). At the second experiment five experimental rations were used to assess the Brazil nut residue performance at two levels (2 and 4%) as an ingredient able to allow up to 12% of the BM above, the 9% level indicated in the first experiment. One hundred twenty fish ($13,10 \pm 1,9g$) were stocked into 20 circular fiber glass tanks (6/tank) supplies with 300 L water. At this phase, soybean oil was used as energy source. Besides the control treatment with 0% BM and 0% BNR, four diets were tested: (9%

BM - 2% BNR, 9% BM - 4% BNR) and (12% BM - 2% BNR, 12% BM - 4% BNR). No improvement at the fish performance was observed in animals feed with rations produced with 12% BM as a result of the addition of 2 or 4% BNR. A worse performance was detected in some variables compared with the control diet; even in animals feed with 9% BM diets. In the third set of experiments, three levels of MBM (6, 9 and 12%) were tested besides two energetic sources (animal fat and soybean oil). One hundred ninety two fish (9.21 ± 1.7 g) were stocked into 24 fiber glass tanks (8/tank) supplies with 300 L water. No significant statistical difference between treatments ($P > 0.05$) on weight gain, survival and condition faction were detected. The voluntary fed intake showed significant difference among the two treatments with 12% and the 9% MBM + soybean oil compared with the others. The two diets with 6% MBM and the diet with 9% MBM + animal fat showed better protein efficiency rate performance compared to the others. It was concluded that is possible to include BM and MBM up to 9% when animal fat is used as energy source. The inclusion of BNR at 2% or even 4%,

APRESENTAÇÃO

O pirarucu, conhecido como o “bacalhau da Amazônia”, é certamente a espécie que desperta o maior interesse entre os piscicultores do norte e nordeste do Brasil. Como carnívoro, necessita para o seu cultivo em cativeiro, da utilização de ração com alto teor protéico e preferencialmente com proteína de origem animal.

A aquíicultura no Estado do Acre depende atualmente da aquisição de ração extrusada importada de outros Estados, em particular dos Estados do Mato Grosso e Goiás. O transporte, seguro e impostos, oneram sobremaneira a ração comercializada no mercado local, inviabilizando a produção de pescado em larga escala o que permitiria a exportação para outras regiões.

Considerando estas dificuldades em relação à nutrição dos peixes criados em cativeiro, combinado com o grande interesse dos piscicultores e valor da carne do pirarucu, este trabalho de pesquisa foi concebido objetivando formular uma ração para essa espécie utilizando alguns ingredientes disponíveis no mercado acreano.

Segundo a Secretaria de Planejamento do Estado do Acre – SEPLAN (Acre em números 2007), o Acre possuía naquele ano, um rebanho bovino estimado em 2.400.000 (dois milhões e quatrocentas mil) cabeças, tendo sido abatidas no ano de 2007 aproximadamente 300.000 nos frigoríficos atualmente em funcionamento. Segundo Brant *et al.* (1968), cada bovino abatido fornece em média 12,9 kg de sangue para industrialização. Considerando-se que em condições normais de produção, o rendimento em farinha de sangue é de 23% (Cóser, 1975), o Acre teria, com a utilização de todo o sangue dos bovinos abatidos, uma produção de 878,6 toneladas de farinha de sangue em 2007. Infelizmente, todo o sangue produzido neste ano foi lançado em lagoas de estabilização para posterior despejo nos igarapés e demais cursos d’água adjacentes a estas unidades industriais. Com uma baixa eficiência e manutenção inadequada, estas

lagoas constituem elementos de pequena ou nenhuma valia quanto à mitigação de danos ambientais. Segundo Kilani (1992), as lagoas de estabilização constituem o sistema de melhor relação custo/benefício para o tratamento de efluentes em pequenas comunidades e em áreas onde o solo não é bom e as condições climáticas são favoráveis. Por outro lado, face às condições climáticas no Acre, índice pluviométrico em particular, observa-se ao longo do ano grande variação nas condições operacionais das lagoas de estabilização, ocorrendo eventualmente lançamento de resíduos com elevada DBO (demanda bioquímica de oxigênio) nos igarapés que drenam esse material. Mortandade de peixes e outros organismos aquáticos que dependem do oxigênio dissolvido na água é o sinal mais evidente desse fenômeno, freqüentemente noticiado pela imprensa e relatado por moradores das margens desses cursos d'água. A implementação de medidas mais eficientes, visando o tratamento dos efluentes gerados nos frigoríficos já seria de grande importância sob o ponto de vista ambiental. Entretanto, a possibilidade de utilizar estes produtos como constituintes de uma ração animal parece algo ainda mais atraente. Esta iniciativa está em sintonia com a tendência observada mundialmente pelas legislações ambientais, particularmente nas nações industrializadas, através do princípio do "poluidor pagador". Entende o legislador, que não basta a transferência dos resíduos e rejeitos industriais para outros locais, sendo de responsabilidade da indústria, assumir o custo financeiro do tratamento adequado e destinação de todo e qualquer poluente gerado. Além do sangue bovino na forma de farinha, o resíduo da castanha-do-brasil *Bertholletia excelsa* é outro ingrediente de alto valor nutricional que está sendo desperdiçado ou utilizado de forma ineficiente. É prática comum nos municípios do alto rio Acre, a utilização deste resíduo constituído por castanhas quebradas no processo industrial ou com "cáries", no arraçoamento de tambaqui. O mais grave nesse procedimento, é que o lançamento do resíduo nos tanques compromete a qualidade da água, constitui uma forma inadequada de arraçoamento pelo

desbalanceamento nutricional, além de dar destino “pouco nobre” a um produto de alto valor protéico e energético.

Outro ingrediente produzido pelos frigoríficos no Acre é a farinha de carne e ossos. Toda a produção do Estado é exportada para indústrias de rações, que após industrializarem o produto abastecem o mercado acreano com rações para aves, suínos e peixes. Considerando uma produção de 11 kg de farinha de carne e ossos por bovino abatido, estima-se que em 2007 a produção no Acre desse ingrediente poderia ter atingido 3.300 toneladas. Atualmente, quase que a totalidade da produção é exportada para indústrias de ração localizadas nos estados de Mato Grosso, Goiás, São Paulo e Amazonas, gerando impostos e empregos nestes Estados, ficando o Acre na condição de mero exportador de matéria prima e importador de rações. Este fato agrava ainda mais a problemática da falta de competitividade da piscicultura no Acre, visto a pequena escala de produção decorrente do maior preço pago pelo piscicultor acreano pela ração importada.

Utilizando estes três ingredientes, além do amido de mandioca que pode ter sua produção rapidamente aumentada por ser uma cultura da pequena propriedade familiar de grande tradição no Acre, testamos em três experimentos, formulações destinadas ao arraçoamento de juvenis de pirarucu.

Face à proximidade geográfica da cidade de Porto Velho, onde se localiza um terminal graneleiro que escoia grande parte da soja produzida nos Estados de Rondônia e oeste de Mato Grosso, observa-se ai uma excelente oportunidade de incorporar em nossa formulação o farelo de soja com preço altamente competitivo, visto serem essas regiões as produtoras da soja de menor custo no mercado brasileiro. As matérias primas referidas anteriormente, não seriam adequadas para formulação de uma ração para uma espécie carnívora se usadas dissociadas de uma fonte de proteína de alta qualidade como a farinha de peixe. Felizmente o Acre é vizinho do Peru, um dos maiores

produtores mundiais de farinha de peixe e também importador de carne bovina. Essa complementaridade de mercados possibilita uma excelente oportunidade de negócios a partir da exportação de carne bovina para este país e importação de farinha de peixe que poderia ser transportada no retorno dos caminhões frigoríficos.

Analisando a conjuntura apresentada em relação à disponibilidade de ingredientes a preços competitivos, promissor mercado para a carne de pirarucu e ganhos sociais e ambientais, acreditamos que esse trabalho em muito contribuirá para o desenvolvimento da piscicultura no Estado do Acre.

Esta tese apresenta uma introdução geral na qual o leitor terá acesso a temas pertinentes aos experimentos realizados. Inicialmente é feita uma coletânea de informações sobre o pirarucu, espécie utilizada para os testes de desempenho zootécnico das rações. Na seqüência, abordamos o tema “nutrição de peixes” com uma ampla revisão sobre o assunto naqueles aspectos de maior importância para esse trabalho. Finalmente é feita uma breve apresentação de informações sobre os ingredientes utilizados, com destaque para a farinha de sangue (FS), castanha-do-brasil, farinha de carne e ossos (FCO) e farelo de soja.

As três fases do trabalho são apresentadas na forma de artigos científicos nos capítulos I, II e III.

No capítulo I, foram testados oito níveis de inclusão de farinha de sangue “spray dried” (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21%). No capítulo II, utilizou-se o teor máximo de FSSD que não apresentou diferença estatística em relação à testemunha na primeira fase e o teor imediatamente maior (9 e 12%) respectivamente, combinados com dois percentuais de resíduo de castanha-do-brasil (2 e 4%). Finalmente o capítulo III contempla um experimento no qual testamos três níveis de inclusão de farinha de carne e ossos (FCO) combinados com duas fonte de energia distintas (banha de suíno e óleo de soja).

As rações foram formuladas utilizando-se uma planilha do programa Microsoft Office Excel 2007 além de dados referentes ao teor energético e nutricional de cada um dos ingredientes.

INTRUDUÇÃO GERAL

O Pirarucu

O Pirarucu, *Arapaima gigas*, é o maior peixe amazônico de escamas, considerado o "bacalhau da Amazônia", pertence à família *Osteoglossidae* (Nelson, 1994), habita as águas quentes (24° a 31°C) de diversos rios e lagos sendo muito apreciado por sua carne. Vive não só nas águas do Amazonas, mas também em muitos dos seus tributários, lagos e paranás, tanto no Brasil como em países como Peru, Colômbia e Guiana. É encontrado no rio Araguaia (Pereira, 1954). Bard e Imbiriba (1986) dizem não haver registro da presença desta espécie na bacia do Orinoco. O pirarucu é o maior peixe da sua família, alcançando até 3 metros de comprimento e podendo pesar 200 quilos. Segundo Fontenele (1948) e Pontes (1977), o pirarucu é um peixe essencialmente carnívoro e tem na sua alimentação, especial preferência pelos peixes conhecidos vulgarmente por cascudos *Loricariidae*. Essa espécie apresenta características favoráveis para a criação em cativeiro, destacando-se: suportar baixo nível de oxigênio dissolvido na água, alto rendimento da carcaça, aceitação de ração seca pelos alevinos quando treinados, além de alto valor de sua carne no mercado, tolerando altas densidades de estocagem (Cavero 2002), podendo alcançar 10 kg no primeiro ano de criação (Moura Carvalho e Nascimento, 1992; Imbiriba, 2001). Cavero *et al.* (2004) obtiveram sobrevivência de 100% com juvenis de pirarucu expostos a aproximadamente 2,0 mg/L de amônia não-ionizada (25mg/L de amônia total), mantendo-se os mesmos alimentando-se normalmente, sendo essa característica de grande valia para a criação em sistema intensivo dessa espécie. Segundo Bard e

Imbiriba (1986), o pirarucu possui dois aparelhos respiratórios: brânquias para a respiração aquática e a bexiga natatória que funciona como um pulmão, que o obriga a ir até a superfície da água em intervalos regulares para captar o ar atmosférico. Peixe de respiração aérea obrigatória, o pirarucu usa sua bexiga natatória modificada como se fosse um pulmão e a intervalos regulares de tempo emerge para respirar e desse hábito se valem os pescadores para capturá-lo. Testando o efeito sobre juvenis de pirarucu em três densidades de estocagem (15, 20 e 25 peixes/m³), peso médio inicial de 10,1± 0,3g, Cavero (2002), observou que o aumento da densidade de estocagem melhorou a conversão alimentar e a condição física dos peixes, não influenciando no crescimento dos juvenis na densidade de estocagem nem nas interações intra-específicas. Constatou ainda a ausência de canibalismo, competição por alimento ou atitudes agressivas entre os peixes. Pereira-Filho *et al.* (2003), obtiveram um incremento da biomassa/m² de 5297,5% em um período de 12 meses de criação para pirarucus estocados à razão de 1 peixe/3m² e alimentados com ração extrusada contendo 40% de proteína bruta e 3400 Kcal EB/kg, atingindo peso médio de 7,0± 1,1kg. A produtividade por área foi de 2,5kg de peixe/m². Este resultado indica rendimento superior a outras espécies da Amazônia para o mesmo período.

Nutrição de peixes

A ração constitui o item de maior custo na aquicultura, o que induz a um permanente esforço de pesquisa no sentido de identificar ingredientes mais econômicos e eficientes tanto no aspecto nutricional como ambiental. Entre os principais conhecimentos a serem obtidos para o desenvolvimento de tecnologia para o cultivo em cativeiro de uma espécie nova, esta a identificação de suas exigências nutricionais (Ituassu *et al.*, 2005). As rações para peixes são produzidas a partir de uma mistura de ingredientes, em diferentes proporções, e balanceadas para atender as exigências nutricionais. As rações extrusadas são as mais aceitas comercialmente. O processo de extrusão confere maior digestibilidade aos nutrientes porque gelatiniza o amido, desativa fatores antinutricionais termolábeis e destrói a maioria dos microorganismos nocivos aos peixes (fungos e bactérias). Além disso, este tipo de processamento melhora a estabilidade na água e confere fluatibilidade ao alimento, o que permite observar o comportamento alimentar dos peixes, traduzido em maior eficiência alimentar e produtiva (Lovell, 1989; Pezzato, 2002).

Webster *et al.* (1997) observaram que a palatabilidade de dietas para peixes carnívoros influencia muito o consumo alimentar e pode afetar o desempenho dos peixes. A quantidade ótima de proteína na dieta é determinada por um delicado equilíbrio entre a proteína e a energia, e geralmente os requerimentos de proteína têm uma relação inversa com o tamanho e a idade dos peixes. A otimização na utilização de proteína pode ser obtida pelo aumento do nível de energia na dieta quando se inclui fontes de energia não protéica, tais como lipídios e carboidratos (EL-Sayed e Garling 1988). Em proporções adequadas, estes nutrientes podem melhorar a eficiência na utilização das proteínas, reduzindo assim a excreção de nitrogênio e melhorando a

qualidade da água descartada dos tanques. Particularmente para os peixes, a quantidade de energia em uma dieta tem que estar ajustada à quantidade de proteína (Kaushik e Médale, 1994).

É importante observar como relata Abdel-Fattah (1999), que muitos trabalhos que avaliaram a substituição de ingredientes mais nobres como a farinha de peixe, consideraram a questão apenas do ponto de vista biológico e nutricional, desconsiderando o aspecto econômico, que em muitos casos justifica uma substituição de ingredientes, mesmo de menor desempenho, na formulação de rações.

Para Hiquera (1987), o valor nutritivo de um alimento depende não somente de seu conteúdo em nutrientes, mas também da capacidade do animal para digerir e absorver esses nutrientes, que varia em função da espécie, condições ambientais, quantidade e qualidade do nutriente, proporção relativa a outros nutrientes, processos tecnológicos, entre outros. Assim, a disponibilidade dos nutrientes para os peixes deve ser definida principalmente em termos de digestibilidade. Esta descreve a fração de nutrientes dos ingredientes ingeridos que não são excretados nas fezes (NRC, 1993; Goddard e McLean, 2001). Segundo Robinson *et al.* (1981), a fibra, composta basicamente de celulose, é praticamente indigerível para os peixes carnívoros e não tem qualquer valor na nutrição destas espécies, devendo ser restringida a menos que 7% da dieta.

A incorporação de ingredientes de origem vegetal nas dietas pode afetar o tempo de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal, em função da presença de fibras e açúcares (Storebakken *et al.*, 1999). Restrições ao cultivo de espécies carnívoras baseadas no conceito de ineficiência destas, ocupantes de um nível trófico mais elevado, esta sendo revista considerando a possibilidade da utilização de rações contendo proteínas de origem vegetal, assim como o maior valor da carne produzida e necessidade de preservação dos já reduzidos estoques naturais. A estimativa de valores

dos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes de uma ração traz conseqüências benéficas tanto econômicas (aproveitamento de nutrientes) como ecológicas (perdas de nitrogênio e fósforo para o ambiente). Uma fonte protéica pode ter um alto conteúdo em proteínas e apresentar um bom padrão de aminoácidos essenciais, mas sua digestibilidade poderá ser baixa, e a quantidade de cada aminoácido absorvido pode não cobrir, em seu conjunto, às necessidades para o crescimento (Watanabe, 1997; Webster *et al.*, 1997; Hiquera, 1987). Existem alguns ingredientes protéicos que contêm altos níveis de proteína bruta, mas que apresentam uma grande proporção de nitrogênio não-protéico. Neste caso, estes ingredientes não contribuem com aminoácidos suficientes para suprir as exigências nutricionais das espécies e simplesmente aumentam a produção de amônia e excreção de nitrogênio pelos peixes, com prejuízos à produtividade e à qualidade da água no sistema de produção (Cho, 1990). Cerca de 85% dos produtos originários do catabolismo protéico nos peixes são excretados como amônia, enquanto que a maioria destes componentes são excretados como uréia pelos mamíferos, e como ácido úrico pelas aves. (Smith *et al.*, 1989; Lovell, 1989; Cho *et al.*, 1982; Magouz, 1990). A maioria dos peixes tem pouca habilidade em utilizar carboidratos como fonte de energia e deste modo, exige uma maior porcentagem de proteína dietética (Kikuchi, 1999; Lovell, 1989). Talvez porque os peixes tenham se desenvolvido em um ambiente onde carboidratos eram escassos, seus sistemas, digestivo e metabólico parecem estar mais bem adaptados à utilização de proteínas e lipídios como fonte de energia (Wilson, 1994). Entretanto, alguns herbívoros e onívoros de águas quentes podem digerir e metabolizar os carboidratos relativamente bem.

As proteínas são os componentes orgânicos mais abundantes nos tecidos dos peixes, totalizando aproximadamente 65 a 75% do peso seco destes animais. Os peixes consomem proteína para obter os aminoácidos. No trato digestivo estas proteínas são hidrolizadas enzimaticamente, liberando aminoácidos livres que são distribuídos através

da corrente sanguínea para os órgãos e tecidos, onde são utilizados continuamente no processo de síntese e degradação de proteínas durante o processo de crescimento ou reprodução, ou como fonte de energia (Millward, 1989). Pezzato (2002) relata alguns estudos que têm demonstrado melhora no crescimento de peixes, mesmo carnívoros, com dietas a base de farelo de soja, farelo de trigo e fubá de milho, utilizando suplementação com aminoácidos metionina, leucina, lisina, valina, treonina e triptofano. A lisina é o aminoácido mais limitante em dietas para peixes e sua deficiência normalmente pode reduzir o crescimento e piorar os valores de conversão alimentar (Wilson, 1994).

A exigência protéica de uma espécie e o teor de proteína de uma ração é influenciada por fatores como tamanho do peixe, função fisiológica, qualidade da proteína e fatores econômicos. Entretanto, a taxa de crescimento pode aumentar mais rapidamente devido a uma melhora na conversão alimentar, associada a um aumento da quantidade de alimento ingerido por refeição (NRC, 1993). A taxa de alimentação não afeta somente a eficiência na conversão do alimento, mas também o fator de condição, que é muito utilizado para avaliar o estado nutricional do peixe e é um bom indicador de sua condição fisiológica (Ng *et al.*, 2000; Mihelakakis *et al.*, 2002).

Boa parte das rações balanceadas nutricionalmente, tem pobre desempenho devido à ausência de substâncias que estimulem uma resposta positiva no consumo por parte do animal (Proença, 1990). Segundo Pezzato (2002), os produtos de origem animal promovem um maior crescimento dos peixes e, portanto, as dietas de máxima eficiência necessitam da presença destes ingredientes como fonte protéica fundamental. A capacidade das espécies carnívoras hidrolisarem os carboidratos é limitada pela pouca atividade amilolítica no seu trato digestivo (Spannholf *et al.*, 2000).

Vários estudos relativos à nutrição de peixes indicam que a palatabilidade das rações influem no nível de ingestão, rejeição e quantidade de alimento ingerido. O

aumento na palatabilidade da ração resulta em melhor utilização do alimento como resposta ao reflexo cefálico (Giduck *et al.*, 1987). Davis *et al.* (1995) sugerem que a adição de atrativos às rações que contenham altos níveis de farelo de soja, pode aumentar o ganho de peso de espécies carnívoras. Estudos envolvendo substâncias estimulantes de consumo de alimento para peixes indicam que apesar do sabor ser quimicamente determinado por substâncias do próprio alimento, cada espécie apresenta sua própria quimiossensibilidade aos mesmos, implicando em maior ou menor consumo (Adams *et al.*, 1988). Substâncias utilizadas para estimular o consumo de alimento em peixes devem reunir quatro características: apresentar baixo peso molecular; conter nitrogênio; não ser volátil e solúvel em água; e apresentar propriedades ácidas e básicas. Já foi também demonstrado que as espécies carnívoras são mais atraídas por substâncias alcalinas e neutras, como glicina, prolina, valina e betaína, enquanto peixes herbívoros respondem melhor a substâncias ácidas, como os ácidos aspártico e glutâmico (NRC, 1993).

As rações utilizadas na aquicultura, além de atenderem às exigências nutricionais das espécies, devem proporcionar reduzidos excedentes de nutrientes, visando minimizar os impactos negativos sobre os sistemas de criação e ecossistemas aquáticos (Valenti, 2000; Henry-Silva, 2001). Os níveis de proteína na dieta devem assegurar quantidades adequadas de aminoácidos para atender uma espécie em particular. Isto permite que o organismo sintetize suas próprias proteínas para manutenção do desenvolvimento e crescimento. Excesso ou deficiência de certos aminoácidos pode determinar desequilíbrio na relação e interações entre os aminoácidos, causando sintomas metabólicos de toxicidade, antagonismo ou imbalances, afetando a taxa de ingestão, transporte de nutrientes, catabolismo, taxa de síntese e degradação de tecido muscular e a formação de metabólitos tóxicos (Jaramillo *et al.*, 1996). Bureau *et al.* (2000) sugeriram o uso de duas ou três fontes de proteína na formulação de rações

objetivando reduzir os efeitos negativos causados pelo desbalanceamento de nutrientes, baixa digestibilidade, excessiva quantidade de fatores anti-nutricionais e baixa palatabilidade, fatores estes que usualmente causam baixo desempenho zootécnico nos peixes alimentados com rações contendo reduzida quantidade de farinha de peixe. Vários ingredientes alternativos de origem vegetal são conhecidos por conter uma ampla variedade de substâncias antinutricionais. Antinutrientes são substâncias que, através delas próprias ou através da formação de derivados, interferem na utilização de alimentos, afetando a saúde e a produção dos animais. A inclusão de altos níveis de uma determinada fonte de proteína de origem vegetal pode exacerbar problemas, não só relacionados ao balanço de aminoácidos essenciais, mas também relacionados aos possíveis efeitos dos fatores antinutricionais (Watanabe *et al.*, 1997). Os antinutrientes podem ser divididos em quatro grupos: 1- fatores que afetam a utilização de proteína e digestão; inibidores de protease, taninos e lecitinas; 2- fatores que afetam a utilização de minerais; fitatos, gossipol, oxalatos, glucosinolatos; 3- antivitaminas e variados; como as micotoxinas, alcalóides, saponinas, nitratos, fitoestrogênios, etc. Antinutrientes também podem ser classificados de acordo com a habilidade de resistir a processos térmicos, o tratamento mais utilizado para destruí-los. Antinutrientes termolábeis incluem inibidores de protease, fitatos, lecitinas, tireotoxinas e antivitaminas, ao passo que os estáveis ao calor são representados pelas saponinas, polissacarídeos não amiláceos, proteínas antigênicas, estrogênios e alguns compostos fenólicos. Embora oligossacarídeos tornem-se mais digestíveis após tratamentos sob altas temperaturas, a eficiência deste tratamento para substâncias como o tanino, é incerta (Francis *et al.*, 2001).

Os lipídios são compostos orgânicos insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos, que representam fontes concentradas de energia, vitaminas, pigmentos, e fatores de crescimento essenciais para os peixes. Peixes em ambientes

naturais, não importando a temperatura da água ou sua salinidade, têm significativa quantidade de ácidos graxos poli-insaturados (20 ou mais carbonos) na carcaça, obtidos do alimento, principalmente algas (Sargent *et al*, 1989).

Altos níveis de lipídio na dieta induzem altos níveis de deposição de lipídio na carcaça, podendo levar também, a uma redução no consumo de alimento e ingestão de proteína e outros nutrientes, causando queda na taxa de crescimento (Cho, 1990; Lovell, 1991). Para Steffens (1989), a redução na digestibilidade da proteína em ingredientes com alto nível de lipídio pode estar relacionada à formação de peróxidos (complexos protéico-lipídicos oxidados).

A quantidade e o tipo de gordura dietética são particularmente importantes na composição corporal do pescado produzido em criação, bem como a quantidade de gordura na carcaça é primariamente determinada pelo nível de energia e pela relação energia:proteína da dieta. Desta maneira, o equilíbrio da relação energia:proteína e a manutenção de níveis adequados de lipídios em uma ração para peixes, são fatores determinantes do sucesso de uma criação. Trabalhos desenvolvidos por Britz e Hecht (1997), Dias *et al.* (1998), Samantaray e Mohanty (1997) e Tibaldi *et al.* (1996), utilizando peixes carnívoros como material biológico, determinaram que a melhor relação energia:proteína para alimentação das espécies carnívoras está entre 7 e 9 kcal ED/g de proteína. Estima-se que dietas naturais para carnívoros contenham 50% de proteína e 50% de gordura em relação ao peso seco (Sullivan e Reigh, 1995).

A temperatura é o principal fator abiótico que age sobre a taxa de metabolismo dos peixes e conseqüentemente no consumo de alimento e processo digestivo (Smith, 1989). Os peixes, como animais pecilotermos, apresentam uma grande variação de seu metabolismo em função da temperatura, havendo uma faixa ideal para cada espécie, na qual o índice de ingestão de alimentos e crescimento é máximo. Para a estimativa de crescimento de peixes, a temperatura da água é um importante fator, que deve ser

considerado, pois atividades metabólicas tais como síntese de proteínas e degradação de lipídios são claramente influenciadas pela temperatura. Em geral, o ritmo de todas as funções fisiológicas ligadas à alimentação e ao crescimento aumenta conforme aumenta a temperatura. Entretanto, a taxa de crescimento pode aumentar mais rapidamente devido a uma melhora na conversão alimentar, associada a um aumento da quantidade de alimento ingerido por refeição (NRC, 1993).

O choque térmico é um importante agente estressor para os peixes tropicais, pois a mudança brusca e repentina da temperatura ambiental pode causar extremos e imediatos desbalanços nas reações enzimáticas desses animais (Tanck *et al.*, 2000). Cowey (1979) relatou que a temperatura ideal para o desempenho ótimo de produção dos peixes, deve ser aquela na qual a assimilação voluntária da energia necessária, para manutenção e para crescimento, é máxima.

Farinha de sangue

A farinha de sangue é essencialmente os sólidos do sangue. Produzidas em indústrias de processamento, consiste principalmente de hemoglobina, membrana celular, eletrólitos celulares e baixa quantidade de lipídio sendo muito rica em lisina. Historicamente, o uso deste ingrediente tem sido limitado devido a problemas de palatabilidade e digestibilidade.

Farinhas de sangue produzidas por cozimento e posterior secagem do sangue, são citadas como deficientes em três aminoácidos essenciais (arginina, isoleucina e metionina) todos necessários para o crescimento de peixes além de apresentarem baixa digestibilidade (Hajen *et al.*, 1993). Se a farinha de sangue é super aquecida, adquire uma coloração mais escura, tendendo ao preto ao invés de marrom-avermelhado. Com tratamentos menos severos, a temperatura mais baixa (flash ou spray dry) os aminoácidos são mais estáveis, e há menos problemas com palatabilidade.

Abery *et al.* (2002) afirmam que em geral, a resposta de diferentes espécies de peixes a dietas com farinha de sangue “spray dried” é bastante variável, sendo que a maioria dos peixes não tolera níveis acima de 20%. Farinhas de sangue, independente da origem, têm sido relatadas como deficientes em três aminoácidos essenciais (arginina, isoleucina e metionina) requeridos para o crescimento de peixes, além de apresentar uma baixa digestibilidade (Hajen *et al.*, 1993). Allan *et al.* (2000), afirma que identificou um desbalanceamento em isoleucina e leucina nas farinhas de sangue que estudou, enquanto Hamm e Searcy (1976) observaram variações no valor alimentício/biológico em função do processo utilizado para a secagem do sangue. Este fator mostrou-se particularmente importante na biodisponibilidade da lisina. Albery *et al.* (2002), em avaliação durante 70 dias com alevinos de *Maccullochella peelii*, uma

espécie nativa da Austrália, testou vários níveis de farinha de sangue em substituição a farinha de peixe. Este trabalho mostrou que para essa espécie é possível a substituição de até 32% da farinha de peixe sem comprometimento da qualidade da carcaça e ganho de peso.

Em trabalho de avaliação do potencial de substituição de farinha de peixe (FP) por uma combinação de farinha de carne (FC) e farinha de sangue (FS) na proporção de (4:1), Millamena (2002), utilizando juvenis de *Epinephelus coioides* obteve resultados mostrando a possibilidade de substituição pela mistura FC/FS em até 80% da proteína da farinha de peixe sem que se observassem efeitos adversos no crescimento, sobrevivência e taxa de conversão. Sampaio *et al.* (2001), testou a digestibilidade aparente de uma farinha de peixe importada e outra de produção nacional além de uma farinha de sangue spray-dried e outra tostada em juvenis de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. Concluiu que a farinha de sangue tostada não é recomendada face à baixa digestibilidade, sendo entretanto adequada a utilização das duas farinhas de peixe testadas e da farinha de sangue spray-dried. Otubusin (1987) testou o efeito de três níveis de farinha de sangue (10, 25 e 50%) em uma ração peletizada para alevinos de *Oreochromis nilóticos*, tendo a dieta com 10% de farinha de sangue apresentado o melhor desempenho.

Luzier *et al.* (1995), substituiu parcialmente dietas com 49% de farinha de peixe por farinha de sangue spray-dried nos teores de 5,7; 11,4 e 22,7 % objetivando reduzir a concentração de fósforo na dieta de juvenis de truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss*. As dietas continham 1,22; 1,03; 0,8 e 1,36% de fósforo (P) respectivamente. Após 12 semanas não foi observada diferença significativa no crescimento e conversão alimentar. A digestibilidade aparente do P na dieta com 22,7% de farinha de sangue foi maior do que na dieta controle (45,2 vs. 31,6%). O teor de P nos tanques em que as

dietas com farinha de sangue foi administrada aos peixes foi reduzida entre 33 e 47% em relação aos tanques alimentados com a ração controle.

Jahan *et al.* (2002), utilizou diferentes combinações de ingredientes protéicos em dietas para carpas, objetivando reduzir a carga de fósforo na água descartada. Foram formuladas cinco dietas experimentais substituindo a farinha de peixe (FP; 10-20%) por fontes alternativas de proteínas tais como: farinha de carne (FC; 5-15%), farinha de sangue (FS; 5-7%) e farelo de soja desengordurado (FSD; 6-10%). O desempenho das rações foi proporcional ao teor de FP. A retenção de fósforo variou de 31,4 a 35,7% para as dietas testadas, enquanto a retenção de nitrogênio (RN) aumentou proporcionalmente ao nível de FP nas dietas, ficando na faixa de 34,7 a 41,7%. A carga total de fósforo (CTP) aumentou no mais alto teor de FP (9,1-10,7 kg/t de pescado produzido), enquanto o mais baixo teor de FP levou a uma maior carga de N (CTN, 34,6 - 43,1 kg/t de pescado produzido) enquanto para a dieta controle foram obtidos 13,9 CTP kg/t de produção e 35,6 CTN kg/t de produção. Os resultados indicaram que a substituição da FP em 10 - 20% por FC, FS e FSD na dieta de carpas constitui procedimento eficiente na redução da carga de N e P na água descartada.

Barros *et al.* (2004) testaram em alevinos de tilápia do nilo, o efeito da substituição da proteína do farelo de soja pela farinha de sangue. Media de ganho de peso, taxa de conversão da ração, percentual de sobrevivência, contagem de células vermelhas do sangue, contagem de células brancas do sangue, concentração de hemoglobina, percentagem de hematócrito, total de proteína plasmática, ferro no sangue, características do fígado, ferro no fígado e músculo foram determinados. Até o nível de 10%, a substituição do farelo de soja pela farinha de sangue não levou a nenhum efeito indesejável nos parâmetros hematológicos.

Castanha-do-brasil

A castanheira é uma espécie arbórea pertencente à família *Lecythidaceae*, considerada de grande valor econômico por causa da comercialização de seus frutos (castanhas). Árvore de grande porte que pode atingir até 50 m de altura e 2 m de diâmetro na base.

A castanha é a principal fonte de renda para mais de 25.000 famílias que vivem do extrativismo vegetal na Amazônia Brasileira. A castanha-do-brasil é o principal produto gerador de renda para as famílias que vivem do extrativismo no Acre. No processo de beneficiamento, cerca de 10% das amêndoas sofrem grande dano, constituindo resíduo de baixo valor comercial. A amêndoa da castanha-do-brasil é constituída de 60 a 70% de lipídios e de 15 a 20% de proteína, além de vitaminas e minerais. O óleo típico apresenta 13,8% de ácido palmítico, 8,7% de ácido esteárico, 31,4% de ácido oléico e 45,2% de ácido linoléico, além de pequenas quantidades dos ácidos mirístico e palmitoléico (Freitas *et al.* 2007). Quanto aos minerais pode ser citada a presença de Ba, Br, Ca, Co, Cs, Mg, Ni, Rb, Sr e Se, sendo esse último elemento o de maior destaque. Em relação ao teor vitamínico sobressaem-se as vitaminas do grupo B, principalmente, B1 e B3, pró-vitamina A e vitamina E (Rogez, 1995).

A proteína da amêndoa e torta de amêndoa de castanha-do-brasil é rica em todos os aminoácidos essenciais, com elevado teor dos sulfurados (metionina e cisteína), geralmente deficientes em proteínas vegetais (Souza e Menezes, 2004).

A torta da castanha, um subproduto resultante da extração do óleo, apesar de conter proteína de alta qualidade, não tem sido utilizada na alimentação humana, e sim na formulação de ração animal (Ramos e Bora, 2008).

Oishi (2007) estudando o efeito da inclusão em níveis crescentes de resíduo de castanha-do-brasil (0, 10, 20 e 30%) sobre os parâmetros produtivos e digestibilidade em tambaqui *Colossoma macropomum* não constatou diferença significativa entre os tratamentos, indicando ser possível a inclusão de 30% de farinha de resíduo de castanha-do-brasil em rações para juvenis de tambaqui sem prejuízo no desempenho zootécnico dos peixes. Observou ainda um aumento na gordura visceral nos tratamentos com maior inclusão de castanha.

Farinha de carne e ossos

Segundo o Compendio Brasileiro de Alimentação Animal (2004), farinha de carne e ossos é produzida em graxarias e frigoríficos a partir de ossos e resíduos de tecidos animais, após a desossa completa da carcaça de bovinos e/ou suínos. Não deve conter cascos, chifres, pêlos, conteúdo estomacal, sangue e outras matérias estranhas. A maior ou menor participação de restos de carne em relação ao conteúdo de ossos determinará o teor protéico, de cálcio e fósforo. Pelo fato dos minerais virem do osso, a proporção de Ca:P devem ser de 2:1, e desvios desses valores usualmente indicam adulteração com outras fontes de minerais. Variações no nível de Ca e P é um problema, especialmente em relação ao P, no que diz respeito ao valor máximo do P. Outro problema é em relação à oxidação, e para isso ser minimizado podem ser adicionados antioxidantes como a etoxiquina. Monhsen e Lovell (1990) citam que a inclusão da farinha de carne e ossos em níveis de até 11% aumenta a palatabilidade de dietas contendo farelo de soja e milho para o bagre do canal.

Sugiura *et al.* (2000) observaram em experimento com truta arco-íris, que subprodutos de origem animal que apresentam alto teor de minerais, incluindo fósforo, como a farinha de carne e ossos levaram a uma redução na disponibilidade de manganês e zinco não afetando as de potássio, sódio e cobre. Quando os peixes foram alimentados com dietas contendo teor mais elevado de ossos de peixes, a disponibilidade de P, Ca, Mg e Fe foi reduzida. Recomendam os autores, cuidados especiais na utilização de ingredientes com alto teor de cinzas (alto fósforo) na elaboração de rações com baixo potencial de poluição da água.

Bharadwaj *et al.* (2002) testaram oito dietas para avaliar farinha de carne e ossos (0, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45 %) substituídos por quantidades equivalentes

(isonitrogenadas) de farelo de soja e farinha de peixe como fonte de proteína e aminoácidos essenciais para juvenis de striped bass híbridos *Morone chaysops x M. Saxatilis*. Consumo, ganho de peso, taxa de conversão, composição corporal, gordura visceral e no fígado, apresentaram diferenças insignificantes entre os tratamentos. A disponibilidade aparente de proteína bruta, fósforo e aminoácidos foi significativamente menor em peixes alimentados com 45% de farinha de carne e ossos comparado com os arraçoados com 30% ou menos desse ingrediente. Bureau *et al.* (2000) em experimento com truta arco-íris, incorporando até 24% de farinha de carne e ossos (provendo até 25% da proteína disponível) não observaram efeito negativo sobre o crescimento dos peixes, entretanto, uma pequena porém significativa redução na eficiência alimentar em comparação à dieta controle foi constatada.

Xue, *et al.* (2001) estudaram o efeito de alguns estimulantes (betaina, glicina, L-lisina, L-metionina, L-fenilalanina e extrato de lula) adicionados a dietas de juvenis de gibel carp *Carassius auratus gibelio* tendo total ou parcialmente substituído a farinha de peixe por farinha de carne e ossos. Todos os estimulantes aumentaram a atratividade das rações sendo os níveis de inclusão de 0,5% para betaina; 0,1% para glicina, L-metionina e extrato de lula; 0,25% para L-lisina e L-fenilalanina. O extrato de lula apresentou a maior eficiência como atrativo nas rações com farinha de carne e ossos testadas.

Chang, *et al.* (2005) conduziram um experimento de digestibilidade com Japanese sea bass *Lateolabrax japonicus*. Os coeficientes de digestibilidade aparente de 16 aminoácidos em cada um dos ingredientes testados apresentaram-se similares. A disponibilidade dos aminoácidos com exceção da: histidina, metionina e valina na farinha de carne e ossos mostrou-se menor que nos outros ingredientes testados (farelo de soja, farinha de amendoim, torta de algodão e farinha de peixe). A disponibilidade da histidina foi menor na farinha de peixe enquanto que a da treonina foi menor na farinha de carne e ossos.

Eusebio, *et al.* (2004) determinaram a qualidade de vários ingredientes (farinha de lula, farinha de carne e ossos, carne solubilizada, concentrado protéico de soja com farelo de arroz, farinha de sangue, farinha de glúten de milho com farinha de trigo, farinha de penas) como fonte de proteína para juvenis de grouper *Epinephelus coioides*, baseados nas suas composições nutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e proteína bruta (CDAPB). Para todos os ingredientes o CDAPB foi relativamente alto (79 - 99%) com exceção do farelo de arroz (43%) e farinha de sangue (15%). Os valores dos CDAMS variaram com teor de fibra e outros carboidratos no ingrediente. Os valores mais altos de CDAPB foram observados nos ingredientes com mais alto teor protéico. Coeficientes de digestibilidade mais baixos podem ser atribuídos aos métodos de processamento utilizados na produção dos mesmos.

Tan, *et al.* (2005) avaliaram o uso de farinha de carne e ossos (FCO) como substituto de farinha de peixe nos níveis de (0, 20, 30, 40, 50, 60 e 80%) (dietas 1-7) respectivamente, em dietas práticas para camarão branco *Litopenaeus vannamei*. Não foi observada diferença significativa no crescimento entre os camarões das dietas 1 a 6. A taxa de sobrevivência variou entre 95 e 100%, não apresentando portando diferença significativa. A conversão alimentar e composição da carcaça também não foram afetadas pela variação no teor de FCO o mesmo ocorrendo com a eficiência protéica entre os tratamentos 1 a 6. Concluíram assim que até 60% da proteína da farinha de peixe pode ser substituída por FCO sem efeito adverso no crescimento, sobrevivência, conversão, eficiência protéica e composição corporal para *L. vannamei*.

Yang, *et al.* (2004) testaram o potencial de utilização da farinha de carne e ossos (FCO) e resíduos de abatedouros de aves como fonte de proteína para juvenis do camarão *Macrobrachium nipponense*. Em dieta com 38% de proteína, foi feita a substituição desta nos níveis de 15% e 50% pela FCO. Os resultados apontaram que a

substituição da farinha de peixe pela FCO nos dois níveis, não afetou o crescimento, parâmetros imunológicos e ainda aumentou a sobrevivência significativamente. Concluíram que tanto FCO como resíduos de abatedouros de aves podem substituir até 50% da proteína da farinha de peixe em dietas para *M. nipponense*.

Kikuchi, *et al.* (1997) testaram o desempenho de farinha de carne e ossos (FCO) como fonte de proteína na dieta de juvenis de *Paralichthys olivaceus* em dietas contendo 0, 9, 18, 36 e 44% de FCO. Foram realizados dois experimentos com duração de 4 e 7 semanas. Em ambos, o peso final, ganho de peso, eficiência na conversão alimentar (ECA) e eficiência protéica (EP) diminuíram proporcionalmente ao aumento no teor de FCO. A ECA dos peixes alimentados com 44% de FCO e a EP daqueles alimentados com 36 e 44% de FCO foi significativamente menor do que aqueles da dieta controle. O ganho de peso dos peixes alimentados com 36 e 44% de FCO também foi menor do que daqueles da dieta controle no experimento 2. Ocorreu pequena diferença na composição corporal do peixe inteiro e nos parâmetros hematológicos e constituintes plasmáticos entre os animais alimentados com 18% de FCO e o grupo controle.

Farelo de soja

O farelo de soja tem sido utilizado para várias espécies com relativo sucesso apesar de ser pouco palatável. Assim, deve-se limitar a quantidade utilizada, devido ao problema de palatabilidade e principalmente quanto à necessidade de suplementação com aminoácidos sintéticos. O farelo de soja, apesar de possuir um bom balanceamento de aminoácidos essenciais (AA), é pobre em aminoácidos sulfurados (AS), principalmente metionina (NRC, 1993).

Uma boa palatabilidade da ração resulta em melhor utilização do alimento como resposta ao reflexo cefálico (Giduck *et al.*, 1987). O nível de proteína na farinha de soja pode variar, e isto pode ser reflexo da variação de sementes e/ou as condições de processamento envolvidas na extração de gordura.

Davis *et al.* (1995) sugerem que a adição de atrativos às rações que contenham altos níveis de farelo de soja, pode aumentar o ganho de peso de espécies carnívoras. Tradicionalmente as farinhas com alto teor de proteína provêm de soja sem casca, enquanto que as de baixa proteína (44% PB) invariavelmente contêm as cascas, alto teor de fibras e baixo em energia metabolizável. Existe alguma variação nas variedades de sementes cultivadas, sendo este o fator que pode afetar o conteúdo protéico e de gordura que são negativamente correlacionados. Enquanto o conteúdo de gordura é determinado cedo no desenvolvimento do grão, a proteína é depositada quase no final da maturidade, portanto as condições de crescimento e colheita tendem a ter maior efeito no conteúdo protéico do grão.

Como o farelo de soja apresenta 75% de fósforo na forma de ácido fítico, é possível que a disponibilidade do fósforo diminua com o aumento da inclusão na dieta.

Furuya *et al.* (2001) afirmam que um inadequado tratamento térmico do farelo de soja, resulta numa não inativação dos fatores antinutricionais e por outro lado, o tratamento excessivo pode levar a perda de aminoácidos.

Pezzato (2002) relata alguns estudos que têm demonstrado melhora no crescimento de peixes, mesmo carnívoros, com dietas a base de farelo de soja, farelo de trigo e fubá de milho, utilizando suplementação com aminoácidos metionina, leucina, lisina, valina, treonina e triptofano.

Em experimento utilizando farelo de soja como substituto para a farinha de peixe em rações para o “Japanese flounder” *Paralichthys olivaceous*, Kikuchi (1999) mostrou que a inclusão de 25% de farelo de soja em combinação com a farinha de sangue ou farelo de glúten de milho e mexilhão azul como atrativo promoveu bom crescimento e conversão alimentar relacionados ao aumento do consumo de alimento pelos peixes.

Referências bibliográficas

ABDEL-FATTAH M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia *Oreochromis spp.* Aquaculture 179 p. 149-168, 1999.

ABERY, N. W., GUNASEKERA, R. M., SILVA, S. S. de. Growth and nutrient utilization of Murray cod *Maccullochella peelii peelii* (Mitchell) fingerlings fed diets with varying levels of soybean meal and blood meal Aquaculture Research, Volume 33, Issue 4, Page. 279-289, Mar 2002.

ADAMS, M. A., JOHNSEN, P. B.; ZHOU, H-qi. Chemical enhancement of feeding for the herbivorous fish *Tilapia zillii*. Aquaculture, v.72, p.95-107, 1988.

ALLAN, G.L., PARKINSON, S., BOOTH, M. A., STONE, D. A. ., ROWLAND, S.J., FRANCES, J., WARNER-SMITH, R. Replacement of fishmeal in diets for Australian silver perch, *Bidyamus bidyamus*: 1. Digestibility of alternative ingredients. Aquaculture 186, 293– 310. 2000.

BARD, J. e IMBIRIBA, E. P. Piscicultura do pirarucu *Arapaima gigas*. EMBRAPA CPATU. Circular Técnica, 52. 17p. 1986.

BARROS, M. M., PEZZATO, L. E., HISANO, H., FALCON, D. R., CARMO e SÁ, M. V. do. Blood meal on practical diets for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. Acta Scientiarum - Animal Sciences, 26(1):5-13. 2004. 2004.

BHARADWAJ, A. S., BRIGNON, W. R.; GOULD, N. L., BROWN, P. B., WU, Y. V. Evaluation of meat and bone meal in practical diets fed to juvenile hybrid striped bass *Morone chrysops* x *M. saxatilis*. Journal of the World Aquaculture Society, 33(4):448-457. 2002.

BRANT, P. C., BARBOSA, C. H. S., COSTA, A. S., GOLVEIA A. L. Rendimento em carcaça, vísceras e cortes de carne de bovinos zebu abatidos para consumo. Arq. Esc.Vet., 20: 49-53. 1968.

BRITZ, P. J., HECHT, T. Effect of dietary protein and energy level on growth and body composition of south African abalone, *Haliotis midae*. Aquaculture, v.156, p.195- 210, 1997.

BUREAU, D. P., HARRIS, A. M., BEVAN, D. J., SIMMONS, L. A., AZEVEDO, P. A., CHO, C.Y. Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* diets. Aquaculture 181, 281– 291. 2000.

CASTAGNOLLI, N., CYRINO, J. E. P. Piscicultura nos trópicos. São Paulo: Manole.150 p. 1986.

CAVERO, B. A. S. Densidade de estocagem de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) em tanques-rede de pequeno volume. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 51p. 2002.

CAVERO, B. A. S., PEREIRA-FILHO, M., BORDINHON, A. M., FONSECA, F. A. L. da; ITUASSÚ, D. R., ROUBACH, R., ONO, E. A. Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, n.5, p.513-516, maio 2004.

CAVERO, B. A. S., PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D. R., GANDRA, A. L., CRESCÊNCIO., R. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu, em ambiente confinado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 38:103-107. 2003.

CHANG, Q., LIANG, M., WANG, J. ZHAI., Y. Apparent digestibility coefficients of various feed ingredients for Japanese sea bass *Lateolabrax japonicus*. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 29(2):172-176. 2005.

CHO, C. Y., SLINGER, S. J., BAYLEY, H. S. Bioenergetics of salmonids fishes: energy intake, expenditure and productivity. *Comparative Biochememistry Physiology. Part B*, Oxford, v.73, n.1, p.25-41, 1982.

CHO, C. Y. Fish nutrition, feeds, and feeding: with special emphasis on salmonid aquaculture. *Food Reviews International*, v.6, n.3, p.333-357.1990.

COMPENDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. SINDIRAÇÕES. São Paulo-SP. 400p. 2004.

CÓSER, A. M. L. Efeito da temperatura de processamento e da adição de isoleucina sobre o valor nutritivo da farinha de sangue. Belo Horizonte. Universidade Federal de Minas Gerais, 1975. 48p. (Dissertação de mestrado).

COWEY, C. B. Exigências de proteínas e aminoácidos pelos peixes. In: *Fundamentos de nutrição de peixes*. Piracicaba, Livroceres Ltda. 108 p. 1979.

DAVIS, D. A. JIRSA, D., ARNOLD, C. R. Evaluation of soybean proteins as replacements for menhaden fish meal in practical diets for red drum *Sciaenops ocellatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, v.26, p.48-58, 1995.

DIAS, J. Regulation of hepatic lipogenesis by dietary protein/energy in juvenile European seabass *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, v.161, p.169-186, 1998.

EL-SAYED, A. M. e GARLING, D. L. Jr. Carbohydrate-to-lipid ratio in diets for *Tilapia zillii* fingerlings. *Aquaculture*, 73,157–163. 1988.

EUSEBIO, P. S., COLOSO, R. M., MAMAUAG, R. Apparent digestibility of selected feed ingredients in diets for grouper *Epinephelus coioides* juveniles. *Advances in grouper aquaculture*, 75-78. 2004.

FONTENELE, O. Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu *Arapaima gigas* Cuvier, em cativo *Actinopterygii, Osteoglossidae*. Rio de Janeiro/BR. *Revista Brasileira Biología*, 8 (4):445-459. 1948.

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.197-227, 2001.

FREITAS, S. P., FREITAS-SILVA, O., MIRANDA, I. C., COELHO, A. Z. Extração e fracionamento simultâneo do óleo da castanha-do-Brasil com etanol. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* vol.27 suppl.1 Campinas Aug. 2007.

FURUYA, W. M., PEZZATO, L. E., PEZZATO, A. C. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. *Revista Brasileira de Zootecnia*. Vol.30, n.4. Viçosa. Jul/Ago 2001.

GIDUCK, S. A., THREATTE, R. M.; KARE, M. R. Cephalic reflexes: their role in digestion and possible roles in absorption and metabolism. *Journal of Nutrition*, v.117, p.1191-1196. 1987.

GODDARD, J. S., McLEAN, E. Acid-insoluble ash as an inert reference material for digestibility studies in tilapia, *Oreochromis aureus*. *Aquaculture*, v.194, p.93-98. 2001.

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* 112, 333–348. 1993.

HAMM, D., e SEARCY, G. K. Some factors which affect the availability of lysine in blood meals. *Poult. Sci.* 55:582–587. 1976.

HAVASHI, C., GONÇALVES, G. S. e FURUYA, V. R. B. Utilização de diferentes alimentos durante o treinamento alimentar de alevinos de pintado *Pseudoplatystoma corruscans*, Agassiz, 1829. In: *Acuicultura en harmonia con el ambiente*, Acuicultura 99. Puerto La Cruz. Venezuela. p. 258-267. 1999.

HENRY-SILVA, G. G. Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta* no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de aproveitamento da biomassa vegetal. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista. 56p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Universidade Estadual Paulista, 2001.

HIQUERA, M. Diseños y métodos experimentales de evaluación de dietas. In: MONTEROS, J.E. de los, LABARTA, M. (Ed.). *Nutricion en Acuicultura II*. Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y Tecnica. p. 291-318. 1987.

IMBIRIBA, E. P. Produção e manejo de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (CUVIER). *Bol. EMBRAPA-CPATU* nº 57. 19p. 1991.

IMBIRIBA, E. P. Potencial da criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. *Acta Amazônica*, 31(2):299-316. 2001.

ITUASSÚ, D. R., PEREIRA-FILHO, M., ROUBACH, R., CRESCÊNCIO, R., CAVERO, B. A. S., GANDRA, A. L. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, n.3, p.255-259, mar.2005.

IOSHI, C. A. Resíduo da castanha da Amazônia *bertholletia excelsa* como ingrediente em rações para juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum*. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 60 p. 2007.

JAHAN, P., WATANABE, T., SATOH, S., KIRON, V. Different combinations of protein ingredients in carp diets for reducing phosphorus loading. Fisheries Science, 68(3):595-602. 2002.

JARAMILLO, M. P. S. Nutrientes essenciais. In: JARAMILLO, H.R. et al. Fundamentos de nutrición y alimentación en acuicultura. Bogotá: INPA. p.53-63. 1996.

KAUSHIK, S. J. e MEDALE, F. Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids. Aquaculture, 124, 81-97. 1994.

KIKUCHI, K. Use of defatted soybean meal as a substitute for fish meal in diets of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture, v.179, p.3-11, 1999.

KIKUCHI, K., SATO, T., FURUTA, T.; SAKAGUCHI, I., DEGUCHI, Y. Use of meat and bone meal as a protein source in the diet of juvenile Japanese flounder. Fisheries Science, 63(1):29-32. 1997.

KILANI, J. S. Studies on the treatment of dairy wastes in an algal pond. Water S/A, v.18, p. 57-62, 1992.

KUBITZA, F. Preparo de rações e estratégias de alimentação no cultivo intensivo de peixes carnívoros. Anais do Simpósio Internacional sobre nutrição de peixes e crustáceos. Campos do Jordão, SP. 91-115. 1995.

LI, G. Q. WILSON. M. V. H. Phylogeny of Osteoglossomorpha. In: Interrelations of Fishes. Ed. Melanie L. Stiassny; Lynne R. Parenti e G. David Johnson. Academic Press, Inc. 525 B Street, Suit 1900, San Diego, California, USA. P. 163-174. 1996.

LOVELL, R. T. Nutrition and feeding of fish. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989. 260p.

LOVELL, R. T. Nutrition of Aquaculture Species. Journal of Animal Science, v.69, p. 4193-4200. 1991.

LUZIER, J. M. SUMMERFELT, R. C.; KETOLA, H. G. Partial replacement of fish meal with spray-dried blood powder to reduce phosphorus concentrations in diets for juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aquaculture Research, 26(8):577-587. 1995.

MAGOUZ, F. I. Studies on optimal protein and energy supply for tilapia *Oreochromis niloticus* in intensive culture. Thesis (Agriculture Science)134p -- Göttingen: Faculty of Agriculture Georg-August, Aus dem Institut Tierphysiologie und Tierernährung der Georg-August - Universität zu Göttingen, West Germany.1990.

MIHELAKAKIS, A., TSOLKAS, C., YOSHIMATSU, T. Optimization of feeding rate of hatchery-produced juvenile gilthead sea bream *Sparus aurata*. Journal of the World Aquaculture Society, v.33. p.169-175, 2002.

MILLAMENA, O. M. Replacement of fish meal by animal by-product meals in a practical diet for grow-out culture of grouper *Epinephelus coioides*. Aquaculture, 204(1/2):75-84. 2002.

MILLWARD, D. J. The nutritional regulation of muscle growth and protein turnover. Aquaculture, v.79, p. 1-28, 1989.

MOHSEN, A. A., LOVELL, R. T. Partial substitution of soybean meal with animal protein sources in diets for channel catfish. *Aquaculture*, v.90, p.303-311, 1990.

MOURA CARVALHO, L. O. D., NASCIMENTO, C. N. B. do. Engorda de pirarucus *Arapaima gigas* em associação com búfalos e suínos. Belém: EMBRAPACPATU. Circular Técnica 65. 21p. 1992.

NRC -NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of fish. Washington: National Academic Press. 114p. 1993.

NELSON, J. S. Fishes of the World. 3^oed. John Wiley e Sons. Inc. New York/USA. 1994.

NG, W. K., LU, K. S., HASHIM, R., ALI, A. Effects of feeding rate on growth, feed utilization and body composition of a tropical bagrid catfish. *Aquaculture International*, v.8, p.19-29, 2000.

NIGEL, W. A., RASANTHI M. G. E SENA, S. De Silva. Growth and nutrient utilization of Murray cod *Maccullochella peelii peelii* (Mitchell) fingerlings fed diets with varying levels of soybean meal and blood meal *Aquaculture Research*, Volume 33, Issue 4, Page 279-289, Mar 2002.

NELSON, J. S. Fishers of the world. 3^a Ed. Ed. John Wiley & Sons. Inc. New York, N.Y. 600p. 1994.

OLIVEIRA, A. M. B. de M. S. Substituição de fontes protéicas de origem animal por fontes protéicas de origem vegetal em rações para o “Black Bass” *Micropterus salmoides*/ Piracicaba. 103 p. Tese (doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.

OTUBUSIN, S. O. Effects of different levels of blood meal in pelleted feeds on Tilapia, *Oreochromis niloticus*, production in floating bamboo net-cages. *Aquaculture*, 65(3/4):263-266. 1987.

PEREIRA-FILHO, M.; CAVEIRO, B. A. S.; ROUBACH, R.; ITUASSU, D. R., GANDRA, A. L., CRESCÊNCIO, R. Cultivo do pirarucu *Arapaima gigas* em viveiro escavado. *Acta Amazônica* vol. 33 (4): 715-718. Out/Dez 2003.

PEREIRA, N. O Pirarucu *Arapaima gigas*. Ministério da Agricultura, Divisão de Caça e Pesca. Rio de Janeiro/BR. 23p. 1954.

PEZZATO, L. E. Qualidade dos ingredientes, processamento e eficiência alimentar em aqüicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE Aqüicultura, GOIÂNIA. Anais: IMBRAQ. P.62-75. 2002.

PONTES, A. C. O pirarucu *Arapaima gigas* Cuvier, nos açudes públicos do nordeste brasileiro. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Ceará/BR. 50p. 1977.

PROENÇA, C. E. M. An evaluation of feeding attractants for one growing *Macrobrachium rosenbergii*. Stirling, Institute of Aquaculture, University of Stirling. 67p. Dissertação de mestrado. 1990.

RAMOS, C. M. P., BORA, P. S. Extraction and Functional Characteristics of Brazil Nut *Bertholletia excelsa* . Downloaded: <http://fst.sagepub.com> , CAPES em 12 de setembro de 2008.

REFSTIE, S., KORSOEN, O. J., STOREBAKKEN. Differing nutritional responses to dietary soybean meal in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and Atlantic salmon *Salmo salar*. *Aquaculture*, v.190, p.49-63, 2000.

RIBEIRO, R. A. Utilização de efluentes industriais na elaboração de ração para peixes. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Acre. 85p. 2003.

ROBINSON, E. H.; WILSON, R. P.; POE, W. E. Arginine requirement and apparent absence of a lysine-arginine antagonist in fingerling channel catfish. *Journal of Nutrition*, v.11, p.46-52, 1981.

ROGEZ, H. Primeiro Seminário do Projeto “Estudo pluridisciplinar sobre a valorização de frutas Amazônicas e de seus derivados”. VII Castanha do Pará, Belém, Brasil, janeiro, 1995.

SAMANTARY, K., MOHANTY, S. S. Interactions of dietary levels of protein and energy on fingerling snakehead, *Channa striata*. *Aquaculture*, v.156, p.241-249. 1997.

SAMPAIO, F. G., HISANO, H., YAMAKI, R. A., KLEEMANN, G. K.; PEZZATO, L. E; BARROS, M. M. Apparent digestibility by Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) of Brazilian-made meal, imported fish meal and toasted and spray-dried blood meals. *Acta Scientiarum*, 23(4):891-896. 2001.

SARGENT, J., HENDERSON, R. J., TOCHER, D. R. The lipids. In: HALVER, J. (Ed.). *Fish nutrition*. Washington: Academic Press. cap.4, p.153-217. 1989.

GOVERNO DO ESTADO DO ACRE. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DO ACRE – SEPLAN. *Acre em Números 2007*. (relatório anual).

SMITH, R. R. Nutritional energetics. In: Halver, J. E. (Ed). *Fish Nutrition*. Academic Press, San Diego. p. 2-31. 1989.

SOUZA, M. L. e MENEZES, H. C. Processamentos de amêndoas e torta de castanha-do-Brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. SOUZA, R. H. e Val, A. L. O Gigante das águas doces. *Ciência Hoje*, 11(64): 9–12. 1998.

SPANNHOF, L., PLANTIKOW, H., STONE, D. A. J., ALLAN, G. L., PARKINSON, S. et al. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*. III. Digestibility and growth using meat products. *Aquaculture*, v.186,p.311-326, 2000.

STEFFENS, W. Principles of fish nutrition. Chichester: Ellis Harwood. p.184- 208: Energy requirement. 1989.

STOREBAKKEN, T., KVIEN, I. S., SHEAER, K. D. Estimation of gastrointestinal evacuation rate in Atlantic salmon *Salmo salar* using inert markers and collection of faeces by sieving: evacuation of diets with fish meal, soybean meal or bacterial meal. *Aquaculture*, v.172, p. 291-299. 1999.

SUGIURA, S. H., BABBITT, J. K.; DONG, F. M., HARHY, R. W. Utilization of fish and animal by-product meals in low-pollution feeds for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research*, 31(7):585-593. 2000.

SULLIVAN, J. A., REIGH, R. C. Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass *Morone saxatilis* x *Morone chrysops*. *Aquaculture*, v.138, p.313-322, 1995.

TAN, B., MAI, K., ZHENG, S., ZHOU, Q., LIU, L., YU, Y. Replacement of fish meal by meat and bone meal in practical diets for the white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture Research*, 36(5):439-444. 2005.

TANCK, M., BOOMS, G., EDING, E., WENDELAAR BONGA, S., KOMEN, J. Cold shocks: a stressor for common carp. *Journal of Fish Biology*, v 57, p. 881-894. 2000.

TIBALDI, E., BERALDO, P., VOLPELLI, L.A. Growth response of juvenile dentex *Dentex dentex* L. to varying protein level and protein to lipid ratio in practical diets. *Aquaculture*, v.139, p.91-99.1996.

VALENTI, W. C. Aqüicultura no Brasil; bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia. 399p. 2000.

WATANABE, T., VERAKUNPIRIYA, V., WATANABE, K. Feeding of rainbow trout with non-fish meal diets. *Fishery Science*, v.63, p.258-266. 1997.

WEBSTER, C. D., THOMPSON, K. R., MORGAN, A. M. Use of hempseed meal, poultry by-product meal, and canola meal in practical diets without fish meal for sunshine bass *Morone chrysops* x *M. saxatilis*. *Aquaculture*, v.188, p.299-309. 2000.

WEBSTER, C. D., TIU, L. G., TIDWELLI, J. H. Effects of replacing fish meal in diets on growth and body composition of palmetto bass *Morone saxatilis* x *Morone chrysops* raised in cages. *Journal of Applied Aquaculture*, v.7, n.1, p.53-67. 1997.

XUE, M., CUI, Y. Effect of several feeding stimulants on diet preference by juvenile gibel carp *Carassius auratus gibelio*, fed diets with or without partial replacement of fish meal by meat and bone meal. *Aquaculture*, 198(3/4):281-292. 2001.

WILSON, R. P. Utilization of dietary carbohydrate by fish. *Aquaculture*, 124, 67 – 80. 1994.

YANG, Y., XIE, S., LEI, W., ZHU, X., YANG, Y. Effect of replacement of fish meal by meat and bone meal and poultry by-product meal in diets on the growth and immune response of *Macrobrachium nipponense*. *Fish & Shellfish Immunology*, 17(2):105-114. 2004.

CAPÍTULO I

Use of spray-dried blood meal as an alternative protein source in pirarucu (*Arapaima gigas*) diets

Abstract

Pirarucu, *Arapaima gigas*, the largest Amazon fish species, is in endangered of extinction and its aquaculture production may be an efficient solution for the decline of the wild stock. However, very little specific information on nutrition and feeding of pirarucu is available. Considering that the cost-effectiveness of the pirarucu aquaculture could be improved by using locally available protein sources, the effects of various dietary blood meal levels on the performance of pirarucu juveniles were determined. Fish (IBW: 8.5±0.4g) were stocked into 24 tanks (8 fish/tank) and fed for 60 days with eight isoproteic diets, having 0% to 21% incorporation of blood meal. The highest final body weights (117-135g), growth rates (4.4-5.0% BW/day) and protein retentions (19%) were observed in fish fed 0 to 6% blood meal. Voluntary feed intake increased from 2.94 to 4.36% BW/day with increasing blood meal level. Feed conversion ratio (FCR: 1.0-1.1) did not vary between groups fed 0 to 6% blood meal (P<0.001). However, when fish were fed diets with more than 9% blood meal, FCR (1.33-1.71) and protein retention (11.1-13.7) deteriorated sharply. Lipid (7.7-11.7%) and energy (18.7-21.2 kJ/g) content increased linearly with increasing blood meal level, but only until 9% incorporation. Based on the results of growth performance and nutrient utilization, dietary blood meal incorporation should not exceed 9% in pirarucu diet

Keywords: Spray-dried blood meal, *Arapaima gigas*, fishmeal replacement, growth performance, nutrient utilization.

Introduction

To date, most rural area populations in the Amazon region rely on the exploitation of fishery resources for subsistence and income. However, the increase in the catch and fishing effort of certain native fish species is causing a sharp decrease in the natural stock size overtime. In some cases, such as for the pirarucu *Araipama gigas*, the natural stock has reduced so drastically that the Brazilian federal government has imposed fishing quotas, when fishing is not entirely prohibited. The decline of pirarucu natural populations have also prompted private and governmental organization to finance research projects to initiate juvenile production programs for re-stocking (Saint-Paul, 1986; Queiroz, 1999; Viana, 2004; Castello, 2005) and for meat production purposes (Crossa, 2005). *A. gigas* is an compulsory air-breather, from the *Osteoglossidae* family (Nelson, 1994; Li e Wilson, 1996), commonly found in flood-plain systems from Brazil, Peru, Colombia and Guiana, where large lakes are formed, and also observed in slow running rivers. According to Fontenele (1948) and Pontes (1977), *A. gigas* is one of the largest species among the South America freshwater fishes. It is an excellent candidate species for aquaculture due to its high market price, very high growth rates, reproduction in captivity, tolerant to poor water quality, and accelerating decline due to overfishing. Cavero *et al.* (2003) showed that feed consumption were not affected in pirarucu exposed to 2.0mg non-ionized ammonia (about 25mg/L total ammonia), with 0% mortality. The piscivore feeding habit of adult pirarucu is, however, the greater bottleneck for its production in captivity. Its low acceptance to formulated feed (Kubitza 1995 and Hayashi *et al.*, 1999), can be overcome by the application of an efficient feeding strategies, as the feeding training of juvenile pirarucu, gradually replacing live food by inert feed (Crescêncio, 2001; Cavero, 2003; Silva 2004; Scorvo-Filho, 2004). Successful growth results were obtained with juvenile pirarucus, at semi intensive

conditions, fed on dry diets. Pereira-Filho *et al.* (2003) obtained biomass growth of 5298% in 12 month period, with fish fed on extruded diets (40% crude protein, 3.400 Kcal EB/kg diet), indicating higher performances when compared to other Amazon species for the same fattening period.

Cavero (2003), testing the effect of stocking density (15, 20 e 25 peixes/m³) on the growth performance of pirarucu (initial body weight, 11g; final body weight, 108 g) fed on extruded diets (45% crude protein), showed that feed conversion (0.8) and condition factor were improved at higher densities. In addition, aggressive behavior (cannibalism and feed competition) were significantly reduced with increasing stocking density.

The data obtained so far on nutrition and feeding of pirarucu has contributed, firstly, to the conservation of the species which is presently under the regulation of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). Secondly, growth data obtained experimentally may encourage small-scale fisherman to grow pirarucu semi-intensively instead of hunting them.

Feed is one of the fish farmers' biggest operational expenses. Fishmeal, more than often an imported commodity in tropical countries, is the primary protein source for aquafeeds. The scarcity of fishmeal and the yawning gap in demand and supply for fishmeal are boosting its price and may eventually hamper the consolidation of small and medium pirarucu farming. Therefore, there is an urgent need to find alternatives, locally available, for fishmeal to combine protein production with environment preservation.

Many outputs, often called "wastes" or "byproducts" of farming and agro-industries subsystems, can become alternative protein sources to fish farmers. This is the case of

rendered animal protein ingredients, including blood meal, a by-product made by processing or recycling.

Currently, the State of the Acre, Brazil, possesses a bovine herd of 2.100.000 oxes, having been abated 250,000 only in 2004. All blood produced in the slaughterhouses is deposited in stabilization lagoons. Because of their precarious conditions, blood is frequently wasted and adds to environmental pollution. It is desirable either on the environmental or on the aquaculture viewpoint, to process such waste into dried blood meal to be included as an ingredient of pirarucu diet

Alan *et al.* (2000) and Gomes da Silva and Oliva-Teles (1998) reported that spray-dried blood meal were effective protein source in fish diet. Previous research has shown that blood meal incorporated in diets of groupers, *Epinephelus coioides* (Millamena, 2002) and tambaqui, *Colossoma macropomum* (Martins and Guzman, 1994) up to a level of 6% resulted in similar growth performance when compared with those fed fishmeal based diets. However, problems with palatability and variation in amino acid availability may limit the use of spray-dried blood meals in fish diets.

The aim of the current study is to evaluate whether less expensive than fishmeals and locally available rendered animal protein products, such as blood meal, can efficiently meet the protein needs of pirarucu.

Material and Methods

Fish and experimental procedures

A total of 192 pirarucus *Arapaima gigas* juveniles, siblings with identical nutritional history, were obtained from a commercial fish hatchery licensed by IBAMA (license number: 0004633/ NUCOF/SEDAM, Brazil). The feeding trial was carried out in the research facility of Agrarian Sciences Department of the Federal University of Acre, Brazil, 9° 57' 15'' S ; 67° 51' 40'' W.

After 2 weeks acclimatization period, fish averaging 8.5 ± 0.4 g were randomly distributed into the 24 circular fiber glass tanks of 250-L each (8 fish/tank), connected to a flow-through system. Dissolved oxygen (4.0 ± 0.6 mg/L), pH (6.48 ± 0.17), total ammonia nitrogen (0.61 ± 0.4 mg/L) and nitrite (0.07 ± 0.06 mg/L) was monitored on weekly basis. Water temperature (25.2 ± 1.2 °C) were checked in a daily basis. Fish were kept under a natural photoperiod (12 L:12 D). Two fish at the start and ten fish at the conclusion of the feeding trial were sacrificed by an anesthetic overdose (Benzocaine; 0.2 g L⁻¹ H₂O) and weighed to the nearest 0.1 g. Fish from each tank were pooled together and immediately stored at -20°C. Frozen fish were cut minced and freeze-dried for subsequent proximate analyses.

Diets

Fish were fed eight extruded diets, identical in digestible energy/crude protein ratio (DE/CP, 9 kcal/g) with different dietary blood meal levels (0; 3; 6; 9; 12, 15, 18 and 21%) (Table 1). Diets were randomly assigned to triplicate tanks and hand-fed *ad libitum*, seven days a week. Uneaten pellets were removed after 20 min for accurate determination of consumption. To increase the acceptability to the

experimental diets, as well as to improve its good growth performance, pirarucu were fed at three different feeding frequencies according to Gandra (2002). Four times per day (day 0 to day 10: 07:00, 11:00, 15:00 e 19:00 hs), three times per day (day 11 to day 20: 08:00, 12:00 e 18:00 hs) and two times per day (day 21 to day 60: 08:00 e 17:00 hs).

The blood meal used was the spray dried, sterilized, powdered bovine blood (Polinutre Alimentos Ltda., São Paulo, Brazil). Fishmeal, meat and bone meal, and poultry fat contents were adjusted to keep the diets with similar digestible energy to protein ratios.

For diet preparation, dry ingredients were homogeneously ground to 500 µm, thoroughly mixed, and humidified to 50%. Moist mixtures were cold-extruded through a 5.0-mm die mincer and dried for 24 hours in a forced-air oven (55°C). Dried diets were crumbled and sieved into 1-3 mm pellets, procedure necessary during the first 30 days of the feeding trial. After that fish were large enough to feed on 5.0-mm diet All diets were kept frozen (-10°C) until immediately before use.

Growth, nutrient retention and chemical analyses

Performance and feed efficiency were measured as individual weight gain, feed conversion ratio (feed intake/weight gain, g/g), voluntary fed intake (g/kg/day), daily growth index (%/day), protein efficiency ratio (g/g), protein retention and condition factor. Proximate composition of the diets and carcass were carried out by the National Institute for Research in the Amazon (INPA), Laboratory of Fish Nutrition. samples were submitted to Dry matter (4 h, 105°C) and ash (5 h, 550°C) were determined on fresh matter basis. Crude Fat (petroleum ether extraction, Soxhlet

method, 40-60°C), crude protein (macro-Kjeldahl; N x 6.25) and gross energy (adiabatic bomb calorimeter, IKA C2000) were determined on freeze-dried material.

Statistical Analyses

One-way analysis of variance (ANOVA) was performed, followed by Tukey's multiple range test. Data were expressed as the mean \pm S.D of three replicates, using each tank as the experimental unit. Differences were considered significant if P was less than 0.05. All statistical analyses were performed using ASSISTAT (2008).

Results

Growth performances and nutrient utilization were significantly affected by the different dietary blood meal levels. Fish fed above 12% blood meal had reduced weight gain and lower growth rates (DGI) when compared with fish fed 0, 3, 6 and 9% blood meal incorporation ($P < 0.01$) (Table 2). Fish fed up to 6% blood meal showed the lowest feed conversion ratio (FCR, 1.0-1.1) when compared to fish fed 9% blood meal or more (1.3-1.7). Voluntary feed intake (VFI) and protein intake increased from 2.9 to 4.4%/day and 62-74g/fish, respectively ($P < 0.01$), while protein efficiency rate (PER) decreased linearly from 1.86 to 1.0 g/g with increasing dietary blood meal level ($P < 0.0001$). The condition factor (K) varied between 5.2 to 5.8, but values were not statistically different between the different dietary treatments.

Protein retention was significantly higher in fish fed up to 6% blood meal (19.3-20.0% intake), when compared to those fed 9 to 21% blood meal (13.7-11.1% intake). Lipid retention increased linearly from 7 to 11% intake as dietary blood meal level increased from 0 to 6% incorporation, and then level off to 6% intake.

The whole body composition of fish before and after the experiment is shown in Table 3. Moisture (83.8-86.3%, DM basis) and protein (64-68%) did not vary between the dietary groups. There were statistical differences in lipid ($P<0.03$), ash ($P<0.02$) and energy ($P<0.034$) contents between the dietary treatments. Lipid (7.7-11.7%) and energy (18.7-21.2 kJ/g) content increased linearly with increasing blood meal level from 0 to 9% incorporation. Ash decreased from 15.6% to 12.7% as dietary blood meal level increased from 0 to 18%.

Discussion

There were five casualties during the feed training. Necrosis in the caudal fin was observed and *Klebsiella spp.* was isolated from plate culture. The initial stress caused by constant manipulation probably predispose the fingerlings to a pathogenic condition.

The results of this study showed a decrease in performance in fish fed diets supplemented with more than 9% spray dried blood meal. Similar results were obtained for gilthead sea bream, *Sparus aurata*, in two parallel trials conducted to evaluate the effect of partial substitution of fish meal by blood meal (BM) and haemoglobin meal (H) (Martínez-Llorens *et al.*, 2008). In trial 1, fish fed with 5% and 10% of haemoglobin showed reduced growth, although feed efficiency, protein efficiency ratio and muscle composition were similar in all dietary groups. In trial 2, fish fed 10% hemoglobin showed the lowest growth, although nutrient efficiency and muscle

composition were not significantly affected. Their results demonstrated that blood meal can partially substitute fish meal (up to 10%) in seabream diets with no negative effect on performance. Luzier *et al.* (1995) showed that juvenile trout performed well when fed diets with up to 20% blood meal incorporation, while Murray cod showed retarded growth and high mortalities when fed diets supplemented with blood meal (Abery *et al.* 2002). The differences among these results may have been related to quality and processing of blood meal, species and size, experimental period and culture systems. Many studies indicated that time of exposure to heating and the actual temperature of processing are critical factors determining the digestibility of protein and amino acids of blood meal and others heat treated ingredients. The spray-dried blood meal used in this trial, similar to that used by Martínez-Llorens *et al.* (2008), has methionine as the limiting amino acid. Blood meal is produced using a wide variety of processing techniques (Bureau *et al.*, 1999). Drying process can severely reduce protein digestibility, ranging from 40% to 90%. Zhou *et al.* (2008) working with bluntnose black bream, *Megalobrama amblycephala*, observed that dried blood meal had low protein digestibility (23.7%). Although, when blood meal is produced by either spray-drying or by fermentation, protein digestibility may reach 90% or above.

Some animal by-products can produce lower palatability of diets and that can result low intake and poor growth. The reduced weight gain and lower growth rates (DGI) observed in fish fed above 12% probably bare the lower blood meal digestibility and palatability. Low dietary palatability has been demonstrated responsible to the reduced growth of fish fed the diets in which high levels of fish meal was replaced by economically more accessible and locally available plant or animal protein ingredients (Davis *et al.*, 1995; Xue and Cui, 2001).

Fish fed 9% blood meal or more showed a higher feed conversion. Guo *et al.* (2007), testing several rendered animal ingredients, including blood meal, to replace fishmeal in cuneate drum, *Nibea miichthioides*, observed that a blend of those ingredients provided a nutritionally balanced and cost-effective diet when compared with their use alone. Protein quality of a diet is determined by the total amino acid balance and the bioavailability of amino acids from that ingredient (Boorman, 1992). In fact, methionine intake in the present study was lower in fish fed blood meal diets. This was expected since blood meal is deficient in this amino acid. Probably the use of blood meal in combination with methionine rich protein source, such as Brazil nut, *Bertholletia excelsa* (Souza e Menezes, 2004), could allow higher inclusion levels of blood meal with no adverse effects.

Voluntary feed intake (VFI) increased linearly with increasing dietary blood meal level. Moreover, dietary protein retention was statistically depressed, while lipid retention increased in fish fed up to 9% blood meal. Fasakin *et al.* (2005) observed that hybrid tilapia fed diet with 22% blood meal showed reduced feed intake. Similar results were reported by others researchers (Xue and Cui, 2001; Martínez-Llorens *et al.* 2008). If a diet have a mild deficient in an essential amino acids, fish may increase feed intake to try and meet these nutrient requirements (Hajen *et al.*, 1993), as it happened in the current study. However, when the amino acid deficiency exceeds the minimum value tolerated by the animal, then intake is depressed while dietary amino acid catabolism and lipid retention is enhanced (Aragao *et al.*, 2004). The increase in lipid and energy content in pirarucu whole body with increasing dietary blood meal level corroborate with the assumption of dietary protein catabolism due to amino acid unbalance. In these cases, supplementation of the limiting amino acid could be beneficial in preventing the

decrease of feed intake and protein retention that could otherwise occur as a result of amino acid imbalance.

The condition factor (K) varied between 5.2 to 5.8, but values were not statistically different between the different dietary treatments. Wang, Y. *et al.* (2008) in a experiment carried out to assess the potential of using a blend of poultry by-products meal, meat and bone meal, feather meal and blood meal to replace fishmeal in malabar grouper, *Epinephelus malabaricus*, diet did not detected statistical differences in condition factor in fish fed different dietary blood meal levels.

Most studies have evaluated fish meal replacements in fish feeds from biological or nutritional viewpoints. Little attention has been paid to economic analyses of alternative protein sources like blood meal. Some studies have indicated that those unconventional ingredients could be more economical than fish meal because those alternative protein sources are locally available at lower prices (El-Sayed, 1998). EL-Haroun and Bureau (2007) using an animal by-product, mainly blood meal at low levels (5%) get 7% fish meal reduction and an increase in lysine content, reducing the need to add synthetic amino acids.

In conclusion, our results indicate that fish meal can be successfully replaced by spray-dried blood meal in pirarucu diets for a period of time of 60 days without affecting growth performance and body composition before and after fish growth or the nutritive utilization of the diet. The inclusion of another protein source with high methionine level, such as Brazil nut, could make feasible the increase in blood meal incorporation.

Acknowledgements

We are thankful to the following staff for assistance in diet processing, experimental trial, carcass and rations analyses: Ms. Maria Inês, Mr. Rui Sant'Ana, Ms. Cydia Furtado, Mr. Rondon and Mr. Francisco.

References

Abery, N. W., M. R. Gunasekera, and S. S. De-Silva. 2002. Growth and nutrient utilization of Murry Cod *Maccullochella peelii peelii* (Mitchell) fingerlings fed diets with varying levels of soybean and blood meal. *Aquaculture Research* 33: 279-289.

Allan, G. L., S. Parkinson, M. A. Booth, D. A. J. Stone, S. J. Rowland, J. Frances, and R. Warner-Smith. 2000. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture* 186:293–130

Aragão, C., L. E. C. Conceição, D. Martins, I. Ronnestad, E. Gomes, and M. T. Dinis. 2004. A balanced dietary amino acid profile improves amino acid retention in post-larval Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture* 233: 293-304.

Assistat, Assistente para Análise Estatística versão 7.5. - 2008. Prof. Francisco de Assis. Universidade Federal de Campina Grande – PB (UFCG). Software.

Boorman, K. N. 1992. Protein quality and amino acid utilization in poultry. Pages 51-70 In: Garnsworthy, P.C., Haresign, W., Cole, D.J.A. (Eds.), *Recent Advances in Animal Nutrition*. Butterwoth-Heinman Ltd., Boston, MA.

Bureau, D. P., A. M. Harris, and C. Y. Cho. 1999. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 180: 345-358.

Castello, L., J. P. Viana, and G. Watkins. 2005. Conditions for community-based management: the pirarucu fishery at the Mimiraua Reserve, Amazon. Paper presented at the XIX Annual meeting of the Society for Conservation Biology, July 2005, Brasilia.

Cavero, B. A. S., D. R. Ituassu, M. Pereira-Filho, R. Roubach, A. M. Bordinhon, F. A. L. Fonseca, and E. A. Ono. 2003. Uso de alimento vivo como dieta inicial no treinamento alimentar de juvenis de pirarucu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38: 1011-1015.

Cavero, B. A. S., M. Pereira-Filho, R. Roubach, D. R. Ituassú, A. L. Gandra, and R. Crescêncio. 2003. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu, em ambiente confinado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38:103-107.

Cavero, B. A. S., M. Pereira-Filho, R. Roubach, D. R. Ituassú, A. L. Gandra, and R. Crescêncio. 2003. Stocking density effect on alimentary efficiency in juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in a confined environment. *Acta Amazonica* 33: n. 4 631-635.

Crescencio, R. 2001. Treinamento alimentar de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829), utilizando atrativos alimentares. Master's thesis. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Manaus, Amazonas, Brazil.

Crossa, M., and J. D. A. Chaves. 2005. The adaptive management of impacts as a strategy for the sustainable use of the pirarucu in the Amazon basin. MARINI, MÂ. (ed.). XIX Annual Meeting of the Society for Conservation Biology. *Proceedings*. Universidade de Brasília, Brasília, Society for Conservation Biology.

Davis, D.A., D. Jirsa, and C. R. Arnold. 1995. Evaluation of soybean proteins as replacements for menhaden fish meal in practical diets for red drum, *Scianops ocelltus*. *Journal World Aquaculture Society* 26: 48-58.

El-Haroum, E. R, and D. P. Bureau. 2007. Comparison of the bioavailability of lysine in blood meals of various origins to that of L-lysine HCL for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 262: 402-409.

El-Sayed, A. F. M. 1998. Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feeds. *Aquaculture Research* 29: 275-280.

Fasakin, E.A., R. D. Serwata, and S. J. Davies. 2005. Comparative utilization of rendered animal derived products with or without composite mixture of soybean meal in hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mossambicus*) diets. *Aquaculture* 249: 329-338.

Fontenele, O. 1948. Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu (*Arapaima gigas*, Cuvier), em cativo (Actinopterygii, Osteoglossidae). Rio de Janeiro/Br.Revista Brasileira Biología 8 (4):445-459.

Gandra, A. L. 2002. Estudo da frequência alimentar do pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829). Master's thesis. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brazil.

Gomes, J. S. and A. Oliva-Teles. 1998. Apparent digestibility coefficients of feedstuffs in seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquatic Living Resources* 11:187-191.

Guo, J., Y. Wang, and D. P. Bureau. 2007. Inclusion of rendered animal ingredients as fishmeal substitutes in practical diets for cuneate drum, *Nibea miichthioides*. *Aquaculture Nutrition* 13: 81-87.

Hajen, W. E., D. A. Higgs, R. M. Beames, and B. S. Dosanjh. 1993. Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water: 2. Measurement of digestibility. *Aquaculture* 112: 333-348.

Hayashi, C., G. S. E. Gonçalves, and V. R. B. Furuya. 1999. Utilização de diferentes alimentos durante o treinamento alimentar de alevinos de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*, Agassiz, 1829). In: Acuicultura en harmonia con el ambiente, Acuicultura 99. Puerto La Cruz. Venezuela. 99: 258-267.

Kubitza, F. 1995. Preparo de rações e estratégias de alimentação no cultivo intensivo de peixes carnívoros. Anais do Simpósio Internacional sobre nutrição de peixes e crustáceos. Campos do Jordão, SP. 91-115.

Luzier, M. J., R. C. Summerfelt, and H. G. Ketola. 1995. Partial replacement of fish meal with spray-dried blood powder to reduce phosphorus concentrations in diets for juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aquaculture Research. 26: 577-587.

Martínez-Llorens, S., A. T. Vidal, A. V. Moñino, J. G. Ader, M. P. Torres, and J. M. Cerdá. 2008. Blood and haemoglobin meal as protein sources in diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata*): effects on growth, nutritive efficiency and fillet sensory differences. Aquaculture Research 39: 1028-1037.

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

Millamena O. M. 2002. Replacement of fish meal next term by animal by-product previous term meals next term in a practical diet for grow-out culture of grouper *Epinephelus coioides*. Aquaculture 204: 75-84.

Nelson, J. S. 1994. Fishes of the World. 3^aed. Ed. John Wiley e Sons. Inc. New York/USA.

Pereira-Filho, M., B. A. S. Cavero, R. Roubach, D. R. Ituassú, A. L. Gandra, and R. Crescêncio. 2003. Cultivo do Pirarucu (*Arapaima gigas*) em viveiro escavado. *Acta Amazônica* 33: 715-718.

Pontes, A C. 1977. O pirarucu *Arapaima gigas* Cuvier, nos açudes públicos do nordeste brasileiro. Master's thesis. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brazil.

Queiroz, H. L., and A. D. Sardinha. 1999. A preservação e o uso sustentado dos pirarucus *Arapaima gigas*, *Osteoglossidae* em mamirauá. In: Estratégias de Manejo para Recursos Pesqueiros na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Queiroz, H. L. and Crampton, W. G. R, eds. MCT-CNPq/Sociedade Civil Mamirauá. Brasília, Brazil.

Saint-Paul, U. 1986. Potential for aquaculture of South American freshwater fishes: a review. *Aquaculture* 54: 205-240.

Scorvo-Filho, J. D., N. E. T. Rojas, C. M. Silva, and T. Konoike. 2004. Criação de *Arapaima gigas* (Teleostei Osteoglossidae) em estufa e sistema fechado de circulação de água no Estado de São Paulo. *B. Instituto de Pesca de São Paulo* 30(2): 161-170.

Silva, E. C. S. 2004. Efeito de protease exógena sobre o aproveitamento da proteína vegetal pelo tucunaré paca, *Cichla sp.* Thesis. Universidade Federal do Amazonas/ Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas, Brazil.

Souza, M. L. and H. C. Menezes. 2004. Processamentos de amêndoas e torta de castanha-do-brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. *Ciência Tecnologia de Alimentos* 24 n.1 Jan/mar.

Viana, J. P., J. M. B. Damasceno, L. Castello, W. G. R. 2004. Economic incentives for sustainable community management of fishery resources in the Mamirauá Sustainable

Development Reserve, Amazonas, Brazil. Columbia University Press. In: K.M. Silvius, R.E. Bodmer and J.M.V. Fragoso [eds.]. People in Nature: Wildlife Conservation in South and Central America.

Xue, M., Y. B. Cui. 2001. Effect of several feeding stimulants on diet preference by juvenile gibel carp *Carassius auratus gibelio*, fed diets with or without partial replacement of fish meal by meat and bone meal. *Aquaculture* 198: 281-292.

Wilson, M. V. H., G. Q. Li. 1996. Phylogeny of Osteoglossomorpha.. In: Interrelations of Fishes. Ed. Melanie L. Stiassny; Lynne R. Parenti e G. David Johnson. Academic Press, Inc. San Diego, California/USA. p. 163-174.

Zhou, Z., Z. Ren, H. Zeng, and B. Yao. 2008. Apparent digestibility of various feedstuffs for bluntnose black bream *Megalobrama amblycephala* Yih. *Aquaculture Nutrition* 14: 153-165.

Table 1 Feed formulation and chemical composition of the experimental diets (% as-fed basis).

<i>Ingredients (%)</i>	Dietary blood meal level (%)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Fish meal ¹	42	39	36	32.5	29	25	21.5	18
Blood meal ²	0	3	6	9	12	15	18	21
Soya meal	21	21	21	21	21	21	21	21
Wheat	19	19	20	20	20	20.5	20.5	20.5
Meat and bone meal ³	7	6.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
Poultry fat	10	10.5	10.5	11	11.5	12	12.5	13
Premix ⁴	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nutrients</i>								
Dry matter (%)	96.4	95.8	95.8	96.0	94.4	96.3	96.6	94.5
Crude Protein (%)	53.4	53.5	53.6	54.3	57.5	55.5	55.8	56.6
Crude lipid (%)	15.4	15.5	15.1	14.2	15.4	15.5	15.7	15.8
Ash (%)	11.8	10.9	10.5	9.8	9.6	8.4	8.3	8
DE/CP (kcal/g)	9	9	8.9	9	9	9	9	9
Indispensable amino acids (estimated)								
Lysine	2.90	2.91	2.89	2.62	2.85	2.81	2.79	2.77
Methionine	1.01	0.98	0.93	0.84	0.84	0.79	0.74	0.70
Arginine	1.97	1.96	1.93	1.90	1.88	1.83	1.81	1.78
Histidine	0.70	0.76	0.82	0.87	0.92	0.97	1.03	1.08
Isoleucine	1.33	1.30	1.26	1.22	1.17	1.12	1.08	1.04
Leucine	2.33	2.39	2.45	2.50	2.55	2.58	2.63	2.68
Valine	1.60	1.64	1.69	1.73	1.77	1.79	1.83	1.87
Phenylalanine	1.23	1.26	1.30	1.33	1.36	1.38	1.41	1.44
Threonine	1.72	1.71	1.71	1.67	1.69	1.67	1.67	1.66
Tryptophan	0.47	0.51	0.54	0.52	0.61	0.64	0.68	0.72

¹ Dry matter, 89.5%; crude protein, 67%; crude lipid, 10%; Lys, 5.0%; Met, 1.9%; Thr, 2.8%; Trp, 0.67%

² Blood meal spray dried (dry matter, 91.3%; crude protein, 83%; crude lipids, 0.5%; ash, 1.5%; energy, 4.9 MCal/kg; Lys, 5.17%; Met, 0.71%; Phe, 3.82%; Arg, 3.7%; His, 3.45%; Iso 1.76%; Leu, 7.22%; Thr, 3.04%; Val, 5.15%; Trp, 1.96%)

³ Dry matter, 95%; crude protein, 45.6%; crude lipid, 11%; Ash, 33%

⁴ Contained per kg mixture: vitamin: A, 6000000 IU; B₁, 5000 mg; B₂, 1120 mg; B₃, 30000 mg; B₅, 30000 mg; B₆, 8000 mg; B₈, 2000 mg; B₉, 3 000 mg; B₁₂, 20000 mcg; C, 500 mg; D₃, 2250000 IU; K₃, 3000 mg; E, 75000 mg. Minerals: ZnSO₄, 150000; MnSO₄, 60000; KI, 4500; FeSO₄, 100000 mg; CoSO₄, 2000 mg; Na₂SeO₃, 400 mg.

Table 2 Effect of different dietary blood meal levels on weight gain, feed efficiency and nutrient utilization in juvenile pirarucu fed over 60 days.

	Dietary blood meal level (%)							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Initial body weight (IBW, g)	8.5±0.3	8.3±0.3	8.2±0.6	8.6±0.5	8.3±0.2	8.5±0.5	8.7±0.4	8.6±0.1
Final body weight (FBW, g)	135.2±3.5 ^a	122.7±11.2 ^{ab}	117.0±11.8 ^{ab}	115.3±13.7 ^{ab}	105.5±9.5 ^{bc}	89.2±1.5 ^{cd}	74.1±1.8 ^d	72.4±3.0 ^d
Daily growth index ¹ (%BW/day)	5.03±0.31 ^a	4.52±0.27 ^{ab}	4.79±0.22 ^a	4.44±0.46 ^{ab}	4.38±0.44 ^{ab}	3.82±0.48 ^{bc}	3.58±0.07 ^{bc}	3.31±0.26 ^c
Voluntary feed intake ² (%BW/day)	2.94±0.13 ^c	3.14±0.14 ^c	3.00±0.22 ^c	3.75±0.09 ^b	3.75±0.09 ^b	4.07±0.13 ^{ab}	4.35±0.26 ^a	4.36±0.14 ^a
Feed Conversion Ratio ³ (g/g)	1.01±0.05 ^c	1.10±0.07 ^c	1.04±0.08 ^c	1.33±0.07 ^b	1.33±0.01 ^b	1.52±0.12 ^{ab}	1.65±0.08 ^a	1.71±0.09 ^a
Protein intake (g/fish)	62.36±3.46 ^{abc}	58.09±1.91 ^c	60.3±1.95 ^{bc}	71.82±8.46 ^{ab}	74.07±2.36 ^a	63.26±1.27 ^{abc}	57.53±3.58 ^c	56.15±2.05 ^c
Protein Efficiency Ratio ⁴	1.86±0.10 ^a	1.70±0.11 ^a	1.80±0.14 ^a	1.38±0.08 ^b	1.31±0.01 ^{bc}	1.19±0.09 ^{bcd}	1.09±0.05 ^{cd}	1.04±0.06 ^d
Condition factor	5.23±0.56	5.14±0.53	5.81±0.47	5.43±0.85	5.48±0.63	4.95±0.67	5.49±0.29	5.23±1.15
<i>Nutrient retention</i>								
Protein ⁶ (%)	20.0±2.3 ^a	18.6±1.9 ^a	19.3±0.8 ^a	11.8±1.7 ^b	13.7±1.2 ^b	12.9±0.9 ^b	11.1±0.6 ^b	11.1±0.8 ^b
Lipid ⁶ (%)	6.7±1.5 ^b	9.0±1.1 ^{ab}	10.8±0.1 ^a	8.7±1.7 ^{ab}	7.9±0.6 ^{ab}	7.2±1.1 ^b	7.1±1.3 ^b	6.1±0.4 ^b

Values (mean ±SD n=3) sharing common superscripts within rows are not significantly different (P > 0.05).

¹ DGI: $[(100)(\text{FBW}^{1/3} - \text{IBW}^{1/3}) / \text{trial duration}]$, where trial duration = 60 days.

² VFI= $[(100)(\text{crude feed intake} / \text{ABW} / \text{trial duration})]$, where ABW = $(\text{IBW} + \text{FBW})/2$.

³ FCR: weight gain / feed intake.

⁴ PER: weight gain / protein intake.

⁵ K= $[(100)(\text{FBW, g})/(\text{Lt}^3, \text{cm})]$, where Lt is the final standard length.

⁶ Nutrient retention = $[(100)(\text{nutrient gain})/(\text{nutrient intake})]$

Table 3. Effect of different dietary blood meal levels on whole body composition (% dry matter basis) of juvenile pirarucu fed over 60 days.

	Dietary blood meal level (%)								
	Initial	0	3	6	9	12	15	18	21
Moisture (%)	85.4±0.2	85.3±2.6	83.8±1.4	84.2±0.7	86.3±1.9	84.5±1	84.1±0.7	84.4±0.8	84.4±0.2
Crude protein (%)	75.6±5.7	65.5±2.3	67.6±3.0	67.9±1.4	64±1.7	68±1.9	67.8±2.3	66.4±0.5	68.1±0.8
Crude Lipid (%)	2.9±0.3	7.7±2.0 ^b	9.3±0.6 ^{ab}	10.5±0.4 ^{ab}	11.7±2.1 ^a	10.4±0.1 ^{ab}	10.1±0.7 ^{ab}	11.2±2.4 ^a	9.9±0.1 ^{ab}
Ash (%)	18.2±2.4	15.6±1.9 ^a	15.2±0.7 ^{ab}	14.5±0.5 ^{abc}	13.1±0.7 ^{bc}	14±0.7 ^{bc}	13.2±0.8 ^{bc}	12.7±0.9 ^c	13.6±0.9 ^{bc}
Energy (kJ/g)	-	18.7±0 ^b	20.4±0.7 ^{ab}	19.8±0.2 ^{ab}	21.2±1.2 ^a	20.1±0.4 ^{ab}	19.9±0 ^{ab}	19.6±0.4 ^{ab}	20.3±0.7 ^{ab}

CAPÍTULO II

Uso de resíduo de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em associação com farinha de sangue spray-dried como fonte alternativa de proteína em dietas para pirarucu (*Arapaima gigas*).

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de juvenis de pirarucu alimentados com rações elaborados com 2 e 4% de resíduo de castanha-do-brasil (RCB) em combinação com farinha de sangue “spray-dried”(FSSD) nos níveis de 9 e 12%. Uma quinta dieta sem RCB e FSSD foi utilizada como testemunha perfazendo um total de 20 unidades experimentais. Cento e vinte peixes ($13,10 \pm 1,9$ g), após treinamento por 12 dias para aceitação de ração seca, foram distribuídos aleatoriamente por 20 caixas em fibra de vidro (6 peixes/caixa) com capacidade de 500 litros e abastecidas com 300 litros de água. Os maiores pesos finais (1.072,2 - 1.011,0 g), taxa de crescimento diária (9,9-9,5%) e eficiência protéica (2,01-1,89%) foram observados nos peixes alimentados com a dieta testemunha (0%FSSD + 0%RCB) e 9%SDBM + 4%RCB respectivamente. O consumo voluntário aumentou de 2,98 para 3,73% com o aumento no teor de FSSD e a diminuição no teor de RCB. A taxa de conversão foi menor (1,04) na dieta sem FSSD e resíduo de castanha, maior nas dietas com 12% de FSSD incorporada e assumiu um valor intermediário nas dietas com 9% de FSSD. Entretanto, nenhuma diferença significativa no desempenho dos peixes foi observada ($P > 0,05$) em relação a dieta testemunha, quando a dieta com 9% de FSSD foi suplementada com 4% de RCB. A retenção de proteína foi maior na dieta 4%RCB + 9%FSSD e menor na ração 2%RDB + 12%FSSD. A retenção de lipídio não apresentou nenhum padrão, variando de 7,29 na dieta 2%RCB + 12%FSSD até 10,12 na dieta 4%RCB + FSSD. Com base nos resultados de crescimento e utilização de nutrientes, é possível incorporar 9% de FSSD na dieta de pirarucu quando combinado com a adição de 4% de RCB.

Palavras-chave: Farinha de sangue, castanha-do-brasil, pirarucu, *Arapaima gigas*.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the performance of Pirarucu juveniles, *Arapaima gigas*, in a 60-day feeding trial with diets elaborated with spray dried blood meal (SDBM) and Brazil nut residue (BNR) having 9%,12% and 2%,4% incorporation respectively. One hundred twenty fish (13.3 ± 1.9 g) in a complete randomized design of five treatments were stocked into 20 tanks (6 fish/tank) and fed with isoproteic diets. The highest final body weights (1072 - 1011g), growth rates (9.9-9.5% BW/day) and protein efficiency (2.01-1.89%) were observed in fish fed 0%SDBM+0%BNR and 9%SDBM + 4%BNR respectively. Voluntary feed intake increased from 2.98 to 3.72% BW/day with increasing blood meal level and decrease BNR level. Feed conversion ratio was lower (1.04) in 0%SDBM + 0%BNR diet, higher in the diets with 12%SDBM incorporated and had an intermediate value in diets with 9%SDBM. However, no significant difference in performance were observed ($P > 0.05$) diet with 9%SDBM supplemented with 4%BNR compared to the 0%SDBM ration). Protein retention was higher in diet 4%BNR + 9%SDBM and lowest in 2%BNR + 12%SDBM. Lipid retention does not present a pattern, ranging from 7.29 in 2%BNR + 12%SDBM to 10.12 in 4%BMR + 12%SDBM. Based on the results of growth performance and nutrient utilization, is possible to incorporate 9% SDBM in pirarucu diet if included 4% BNR.

Keywords: Spray-dried blood meal, Brazil nut, *Arapaima gigas*, pirarucu.

Introdução

A ração constitui o item de maior custo na aquicultura, o que induz a um permanente esforço de pesquisa no sentido de identificar ingredientes mais econômicos e eficientes tanto no aspecto nutricional como ambiental. Entre os principais conhecimentos a serem obtidos para o desenvolvimento de tecnologia para o cultivo em cativeiro de uma espécie nova, está a identificação de suas exigências nutricionais (Ituassu *et al.*, 2005).

É importante observar como relata Abdel-Fattah (1999), que muitos trabalhos que avaliaram a substituição de ingredientes mais nobres como a farinha de peixe, consideraram a questão apenas do ponto de vista biológico e nutricional, desconsiderando o aspecto econômico, que em muitos casos justifica uma substituição de ingredientes, mesmo de menor desempenho, na formulação de rações.

A piscicultura com peixes carnívoros exige a adoção de sistemas de criação manejados em regime intensivo, em que o manejo da nutrição desempenha papel importante, exigindo sério esforço de pesquisa para a geração de tecnologia adequada.

Segundo Kubitza (1995) e Hayashi *et al.* (1999), o hábito alimentar de peixes carnívoros constitui a maior das dificuldades para sua criação em cativeiro, sugerindo assim, a utilização de estratégias alternativas de alimentação, como o treinamento para aceitação de ração seca. Webster *et al.* (1997) observaram que a palatabilidade de dietas para peixes carnívoros influencia muito o consumo alimentar e pode afetar o desempenho dos peixes.

Restrições ao cultivo de espécies carnívoras baseadas no conceito de ineficiência destas, ocupantes de um nível trófico mais elevado, esta sendo revista considerando a possibilidade da utilização de rações contendo proteínas de origem vegetal, assim como

o maior valor da carne produzida e necessidade de preservação dos já reduzidos estoques naturais.

O Pirarucu, é o maior peixe amazônico de escamas, pertence à família *Osteoglossidae* (Nelson, 1994; Li e Wilson, 1996), habita as águas quentes (24° a 31°C) de diversos rios e lagos sendo muito apreciado por sua carne. Segundo Fontenele (1948) e Pontes (1977), o pirarucu é um peixe essencialmente carnívoro e tem na sua alimentação, especial preferência pelos peixes conhecidos vulgarmente por cascudos *Loricariidae*. Essa espécie apresenta características favoráveis para a criação em cativeiro, destacando-se: suportar baixo nível de oxigênio dissolvido na água, alto rendimento da carcaça, aceitação de ração seca pelos alevinos quando treinados, além de alto valor de sua carne no mercado. Suporta altas densidades de estocagem (Cavero, 2002), podendo alcançar 10 kg no primeiro ano de criação (Moura Carvalho e Nascimento, 1992; Imbiriba, 2001). Cavero *et al.* (2004) obtiveram sobrevivência de 100% com juvenis de pirarucu expostos a aproximadamente 2,0 mg/L de amônia não-ionizada (25mg/L de amônia total), mantendo-se os mesmos alimentando-se normalmente, sendo essa característica de grande valia para a criação em sistema intensivo dessa espécie. Peixe de respiração aérea obrigatória, o pirarucu usa sua bexiga natatória modificada como se fosse um pulmão e a intervalos regulares de tempo emerge para respirar e desse hábito se valem os pescadores para capturá-lo. Testando o efeito sobre juvenis de pirarucu em três densidades de estocagem (15, 20 e 25 peixes/m³), peso médio inicial de 10,1± 0,3g, Cavero (2002) observou que o aumento da densidade de estocagem melhorou a conversão alimentar e a condição física dos peixes, não influenciando no crescimento dos juvenis na densidade de estocagem nem nas interações intra-específicas. Constatou ainda a ausência de canibalismo, competição por alimento ou atitudes agressivas entre os peixes. Pereira-Filho *et al.* (2003), obtiveram um incremento da biomassa/m² de

5.297,5% em um período de 12 meses de criação para pirarucus estocados à razão de 1 peixe/3m² e alimentados com ração extrusada contendo 40% de proteína bruta e 3.400 Kcal EB/kg de ração, atingindo peso médio de 7,0± 1,1kg. A produtividade por área foi de 2,5kg de peixe/m². Este resultado indica rendimento superior a outras espécies da Amazônia para o mesmo período.

Segundo a Secretaria de Planejamento do Estado do Acre (2007) (Relatório Estatístico Anual), atualmente o Estado do Acre possui um rebanho bovino estimado em 2.400.000 (dois milhões e quatrocentas mil) cabeças, tendo sido abatidas no ano de 2007 aproximadamente 300.000 nos frigoríficos atualmente em funcionamento. Segundo Brant *et al.* (1968), cada bovino abatido fornece, em média 12,9 kg de sangue para industrialização. Considerando-se que em condições normais de produção, o rendimento em farinha de sangue é de 23% (Cóser, 1975), com esta quantidade de sangue é possível produzir aproximadamente de 890,1 toneladas de farinha de sangue. Infelizmente, todo o sangue produzido no ano de 2007 foi lançado em lagoas de estabilização para posterior despejo nos igarapés e demais cursos d'água adjacentes a estas unidades industriais.

Além do sangue bovino na forma de farinha, o resíduo da castanha do Brasil *Bertholletia excelsa* e outro ingrediente de alto valor nutricional desperdiçado ou utilizado de forma ineficiente. É prática comum nos municípios do alto Rio Acre, a utilização deste resíduo constituído por castanhas quebradas no processo industrial ou com “cáries” no arraçoamento de tabaqui. O mais grave nesse procedimento, é que o lançamento do resíduo nos tanques compromete a qualidade da água, constitui uma forma inadequada de arraçoamento pelo desbalanceamento nutricional, além de dar destino “pouco nobre” a um produto de alto valor protéico e energético.

Bureau *et al.* (2000) sugeriram o uso de duas ou três fontes de proteína na formulação de rações objetivando reduzir os efeitos negativos causados pelo desbalanceamento de nutrientes, baixa digestibilidade, excessiva quantidade de fatores anti-nutricionais e baixa palatabilidade, fatores estes que usualmente causam baixo desempenho zootécnico nos peixes alimentados com rações contendo reduzida quantidade de farinha de peixe.

Abery *et al.* (2002) afirmam que em geral, a resposta de diferentes espécies de peixes a dietas com farinha de sangue “spray dried” é bastante variável, sendo que a maioria dos peixes não tolera níveis acima de 20%. Farinhas de sangue, independente da origem, têm sido relatadas como deficientes em três aminoácidos essenciais (arginina, isoleucina e metionina) requeridos para o crescimento de peixes, além de apresentar uma baixa digestibilidade (Hajen *et al.* 1993). Allan *et al.* (2000), afirma que identificou um desbalanceamento em isoleucina e leucina nas farinhas de sangue que estudou, enquanto Hamm e Searcy (1976) observaram variações no valor alimentício/biológico em função do processo utilizado para a secagem do sangue. Este fator mostrou-se particularmente importante na biodisponibilidade da lisina. Abery *et al.* (2002) em avaliação durante 70 dias com alevinos de *Maccullochella peelii*, uma espécie nativa da Austrália, testou vários níveis de farinha de sangue em substituição a farinha de peixe. Este trabalho mostrou que para essa espécie é possível a substituição de até 32% da farinha de peixe sem comprometimento da qualidade da carcaça e ganho de peso.

Sampaio *et al.* (2001) testou a digestibilidade aparente de uma farinha de peixe importada e outra de produção nacional além de uma farinha de sangue spray-dried e outra tostada em juvenis de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. Concluiu que a farinha de sangue tostada não é recomendada face à baixa digestibilidade, sendo,

entretanto adequada a utilização das duas farinhas de peixe testadas e da farinha de sangue spray-dried.

Barros *et al.* (2004), testaram em alevinos de tilápia do nilo, o efeito da substituição da proteína do farelo de soja pela farinha de sangue. Media de ganho de peso, taxa de conversão da ração, percentual de sobrevivência, contagem de células vermelhas do sangue, contagem de células brancas do sangue, concentração de hemoglobina, percentagem de hematócrito, total de proteína plasmática, ferro no sangue, características do fígado, ferro no fígado e músculo foram determinados. Até o nível de 10%, a substituição do farelo de soja pela farinha de sangue não levou a nenhum efeito indesejável nos parâmetros hematológicos. A concentração de ferro no fígado e no músculo foi positivamente correlacionada com a concentração de ferro na ração.

A castanha é a principal fonte de renda para mais de 25.000 famílias que vivem do extrativismo vegetal na Amazônia Brasileira. A castanha-do-brasil é o principal produto gerador de renda para as famílias que vivem do extrativismo no Acre. No processo de beneficiamento, cerca de 10% das amêndoas sofrem grande dano, constituindo resíduo de baixo valor comercial. A amêndoa da castanha-do-brasil é constituída de 60 a 70% de lipídios e de 15 a 20% de proteína, além de vitaminas e minerais. O óleo típico apresenta 13,8% de ácido palmítico, 8,7% de ácido esteárico, 31,4% de ácido oléico e 45,2% de ácido linoléico, além de pequenas quantidades dos ácidos mirístico e palmitoléico (Freitas *et al.* 2007).

A proteína da amêndoa e torta de amêndoa de castanha-do-brasil é rica em todos os aminoácidos essenciais, com elevado teor dos sulfurados (metionina e cisteína), geralmente insuficientes em proteínas vegetais (Souza e Menezes, 2004).

Oishi (2007) estudando o efeito da inclusão em níveis crescentes de resíduo de castanha-do-brasil (0, 10, 20 e 30%) sobre os parâmetros produtivos e digestibilidade em tambaqui *Colossoma macropomum* não constatou diferença significativa entre os tratamentos, indicando ser possível a inclusão de 30% de farinha de resíduo de castanha-do-brasil em rações para juvenis de tambaqui sem prejuízo no desempenho zootécnico dos peixes. Observou ainda um aumento na gordura visceral dos peixes nos tratamentos com maior inclusão de castanha.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campus da Universidade Federal do Acre, Departamento de Ciências Agrárias, Setor de Aquicultura em Rio Branco – Acre, coordenadas geográficas 9° 57' 15'' sul e 67° 51' 40'' oeste no período de 25 de fevereiro a 25 de abril de 2008. Foi utilizado o resíduo proveniente da indústria de beneficiamento de castanha-do-brasil *Bertholletia excelsa* (RCB) nos teores de (2,0 e 4,0%) combinados com dois percentuais de farinha de sangue spray dried (FSSD) (9,0 e 12%) além de um tratamento sem adição de RC, perfazendo um total de 5 tratamentos, incluindo a testemunha. O resíduo de castanha utilizado foi obtido na Cooperativa Central de Comercialização Extrativista do Estado do Acre (Cooperacre) no município de Brasiléia- Acre e a farinha de sangue na Poli-Nutre Alimentos Ltda. (Osasco- SP). Foram utilizadas 20 caixas em fibra de vidro, com capacidade de 500 litros e abastecidas com 300 litros de água cada, onde em cada caixa foram alojados 120 alevinos (6 por caixa) de (*Arapaima gigas*) oriundos de uma mesma ninhada com peso médio inicial de $13,10 \pm 1,9g$. Previamente os peixes foram submetidos à biometria e os dados analisados através do teste “F” a 5% de probabilidade (Ayres *et al.* 2000) garantindo assim a homogeneidade do lote.

Os peixes foram adquiridos de um produtor credenciado pelo IBAMA na cidade de Itapoã D'Oeste no Estado de Rondônia (certificado de origem em anexo). Para montagem do experimento, os peixes foram treinados para aceitação de ração seca por um período de 12 dias, utilizando-se o procedimento de transição gradual de ingredientes da ração (TGIR) (Crescêncio, 2001), até que fosse oferecida somente uma ração comercial extrusada. Nesse treinamento, os peixes foram alimentados seis vezes nos primeiros seis dias, sendo reduzido o arraçoamento para quatro vezes nos seis dias restantes. Iniciou-se o treinamento nos dois primeiros dias com o fornecimento de

pescado moído até a consistência de patê. No terceiro dia utilizou-se 10% de ração comercial (NUTRON) para alevinos carnívoros sendo diariamente aumentado esse percentual até o arraçoamento com 100% de ração seca no décimo segundo. O treinamento foi realizado em uma caixa em fibra de vidro com capacidade para 1000 litros, abastecida com 750 litros e com fluxo contínuo de água (1litro/minuto).

O laboratório utiliza água de um poço com 10 metros de profundidade, sendo a água bombeada armazenada em uma caixa em fibra com capacidade para 2.000 litros. Através de um compressor e pedras porosas, a água armazenada foi aerada continuamente durante a captação.

Durante o período experimental, foi realizada a troca de 250 litros de água de cada caixa em dias alternados com simultânea sifonagem das mesmas. Os parâmetros de qualidade da água foram monitorados através de equipamentos da ALFAKIT (Florianópolis-SC): oxigênio e temperatura (oxímetro AT 140); amônia e nitrito (fotocolorímetro 100P) e pH (pHmetro AT 310) (Tabelas 3 e 4).

A temperatura foi determinada duas vezes por dia (8:00 e 14h). Semanalmente, imediatamente antes e depois da sifonagem e troca de água, foram determinados os teores de oxigênio dissolvido (mg/L) além de amônia total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$) e nitrito (mg/L) antes da troca de água.

As análises químico-bromatológicas das rações foram realizadas no CPAQ-INPA, dietas e carcaça foram feitas em triplicatas com base na matéria seca. A proteína bruta foi analisada pelo método Kjeldahl ($\text{N} \times 6,25$); o extrato etéreo após extração por éter de petróleo pelo método de Soxhlet e a fibra bruta pelo método de Weende. As concentrações de cinza foram determinadas em amostras incineradas em mufla a 550°C durante 3 horas. A energia bruta foi estimada com base nos valores de energia para proteína= 5,64 kcal/g, extrato etéreo= 9,44/g e carboidratos= 4,11 kcal/g (NCR 1993).

Os ingredientes utilizados na preparação das dietas foram misturados e homogeneizados manualmente, sendo o farelo de soja e a farinha de carne e ossos triturados em triturador de martelo e peneirados em peneira de 1,0 mm, umedecidos com 50% de água e posteriormente extrusados (5,0 mm) em extrusora Ibramaq MX-80. Após secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 24 horas, as rações permaneceram armazenadas em sacos plásticos, herméticos, em “freezer”(-10°C) sendo retiradas semanalmente porções cujos “pellets” foram fracionados com uma faca objetivando-se obter uma granulometria adequada à boca dos peixes. Este procedimento foi realizado nos primeiros 30 dias do experimento, sendo desnecessário quando os peixes atingiram um tamanho compatível com a granulometria do extrusado.

A análise química e o balanceamento das rações estão disponíveis nas Tabelas 1 e 2. Os grânulos da ração foram administrados aos animais até a aparente saciedade, sendo retirada a ração não consumida após vinte minutos.

Tabela 1. Composição centesimal aproximada das rações fornecidas para juvenis de pirarucu *Arapaima gigas*.

Dietas	Dados a 100% de matéria seca			
	Umidade	Proteína Bruta	Lipídio	Cinzas
0% FS + 0% castanha	8,0	47,9	14,7	9,8
9% FS + 2% castanha	7,7	47,2	13,5	8,1
9% FS + 4% castanha	8,7	47,4	15,0	6,8
12%FS +2% castanha	7,8	47,1	14,4	6,6
12%FS +4% castanha	8,0	47,7	14,3	6,1

*Análise bromatológica realizada no laboratório de Nutrição de Peixes da Coordenação de Pesquisas em Aquicultura/CPAQ do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA.

* FS – Farinha de sangue.

Tabela 2. Composição percentual e valores calculados das rações experimentais.

Ingedientes (%)	Farinha de sangue (%) – Resíduo de castanha (%)				
	0 – 0	9 – 2	9 – 4	12 – 2	12 - 4
Farinha de peixe ¹	43,2	32,2	30,2	29,2	27,2
Farinha de sangue ²	0	9	9	12	12
Farelo de soja	21	21	21	21	21
Farinha de trigo	15	15	15	15	15
Farinha de carne e ossos ³	10	10	10	10	10
Resíduo de castanha	0	2	4	2	4
Óleo de soja	10	10	6,2	10	10
Premix ⁴	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Total	100	100	100	100	100
PB ração	45,17	45,30	43,97	45,79	44,46
EB ração	463,89	455,65	446,42	455,98	446,75
EB:PB	10,27	10,05	10,15	9,96	10,04

*Energia bruta estimada com base nos valores calculados de energia para Proteína (5,64 kcal/g), extrato etéreo (9,44 Kcal/g) e carboidratos (4,11 kcal/g) (NCR,1993).

¹ Matéria seca, 89.5%;proteína bruta, 67%; lipídio, 10%; Lis, 5.0%; Met, 1.9%; Tre, 2.8%; Trp, 0.67%

² Farinha de sangue spray dried (matéria seca, 91.3%; preteína bruta, 83%; lipídio, 0.5%; cinza, 1.5%; energia, 4.9 MCal/kg; Lis, 5.17%; Met, 0.71%; Fel, 3.82%; Arg, 3.7%; His, 3.45%; Iso 1.76%; Leu, 7.22%; Tre, 3.04%; Val, 5.15%; Trp, 1.96%)

³ Matéria seca, 95%; proteína bruta, 45.6%; lipídio, 11%; cinza, 33%

⁴ Conteúdo por kg da mistura: vitamina: A, 6000000 IU; B₁, 5000 mg; B₂, 1120 mg; B₃, 30000 mg; B₅, 30000 mg; B₆, 8000 mg; B₈, 2000 mg; B₉, 3 000 mg; B₁₂, 20000 mcg; C, 500 mg; D₃, 2250000 IU; K₃, 3000 mg; E, 75000 mg. Minerals: ZnSO₄, 150000; MnSO₄, 60000; KI, 4500; FeSO₄, 100000 mg; CoSO₄, 2000 mg; Na₂SeO₃, 400 mg.

Os animais foram alimentados diariamente durante 60 dias até a saciedade aparente com rações extrusadas contendo em média 44% de proteína bruta e 3.950 kcal de energia digestível. Nos primeiros 10 dias a ração foi fornecida 3 vezes por dia (07:00, 12:00 e 18:00h) e do décimo primeiro até o sexagésimo duas vezes (8:00 e 18:00h).

O desempenho dos peixes alimentados com cada uma das rações experimentais foi avaliado através dos seguintes parâmetros: ganho de peso, conversão alimentar (ração consumida/ganho de peso, g/g), consumo voluntário de ração (g/kg/dia), índice de crescimento diário (%/dia), eficiência protéica (ganho de peso/proteína consumida, g/g) fator de condição, retenção protéica e lipídica.

Ao final do experimento, os peixes foram submetidos à biometria sendo sacrificados um ou dois animais de cada unidade experimental para realização de análise de carcaça (animais inteiros), sendo avaliados os seguintes parâmetros: umidade, proteína bruta, lipídio e cinza.

O delineamento experimental aplicado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições de seis peixes por parcela. Os tratamentos consistiram da utilização de dois níveis percentuais de farinha de castanha-do-brasil e dois níveis de farinha de sangue spray dried. As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico ASSISTAT (2008) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Como animais pecilotérmicos, os peixes regulam a sua temperatura corporal em função da temperatura da água (Schmidt-Nielsen, 1996). Dentre os parâmetros monitorados, a temperatura apresentou variações que influenciaram negativamente o desempenho dos juvenis de pirarucu (Tabela 3). A menor temperatura foi observada no dia 17/04/2008 (21,4 °C) às 8hs, considerada baixa para uma espécie tropical como o pirarucu. Infere-se, portanto, que durante a madrugada a temperatura da água tenha atingido valores ainda menores, afetando negativamente o metabolismo dos animais.

As unidades experimentais foram povoadas inicialmente com 8 juvenis de pirarucu. Possivelmente em função do estresse causado pela limpeza e trocas freqüentes de água em dias alternados, manejo na biometria e grande variação na temperatura, observou-se uma queda de resistência no sistema imunológico dos peixes. Este fato provocou a morte por infecção da nadadeira caudal de 12 animais, que foram imediatamente eliminados, sendo necessário o redimensionamento da população para 6 peixes /caixa. O choque térmico é um importante agente estressor para os peixes tropicais, pois a mudança brusca e repentina da temperatura ambiental pode causar extremos e imediatos desbalanços nas reações enzimáticas desses animais (Tanck *et al.*, 2000). Cowey (1979) relatou que a temperatura ideal para o desempenho ótimo de produção dos peixes, deve ser aquela na qual a assimilação voluntária da energia necessária, para manutenção e para crescimento, é máxima.

Tabela 3. Temperatura da água em °C determinada diariamente às 8:00 e 14:00h.

Dia Fev/Mar/2008	25	26	27	28	29	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
8:00h	26,0	25,1	25,5	24,6	25,7	23,4	23,7	25,8	25,9	24,4	25,1	25,5	24,9	25,0	25,3
14:00h	27,9	27,7	27,9	26,7	26,9	26,1	26,4	27,4	27,4	27,1	27,6	27,3	27,0	26,5	27,1
Dia Abril/08	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
8:00h	25,7	26,1	26,1	25,6	25,7	26,0	26,0	25,5	25,6	25,3	25,7	25,9	24,5	25,3	25,2
14:00h	27,3	27,8	27,5	27,8	27,9	26,9	27,2	27,1	27,0	27,4	26,9	27,0	26,9	27,2	26,9
Dia Mar/abr/2008	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
8:00h	24,8	24,9	25,0	25,4	25,9	25,8	24,9	25,5	25,7	24,8	24,3	24,9	25,1	25,6	25,8
14:00h	27,5	27,6	27,5	27,5	27,8	28,0	27,9	27,3	27,1	26,3	26,0	27,2	27,3	28,0	27,7
Dia Abril/08	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
8:00h	24,8	25,2	25,4	25,8	24,1	23,8	21,4	22,1	23,6	25,1	25,8	24,7	25,6	26,4	26,0
14:00h	27,0	27,2	27,0	26,2	25,9	25,7	22,2	24,6	24,9	25,9	26,0	27,5	28,3	29,0	28,0

Para os demais parâmetros; oxigênio dissolvido antes e depois da troca de água, pH, concentrações de amônia total (NH₃+NH₄) e nitrito (NO₂⁻) não ocorreu variações que pudessem prejudicar o desempenho dos juvenis de pirarucu (Tabela 4) (Cavero *et al.*, 2003).

Tabela 4. Valores médios ± desvio padrão dos parâmetros da qualidade da água durante o período experimental determinados semanalmente.

Data	Amônia (NH ₃ +NH ₄)	Nitrito (mg/L)	pH	Oxigênio mg/l Antes da troca de água	Oxigênio mg/l Após reposição da água
16/12/07	0,41±0,1	0,01	5,9±0,1	1,3±0,1	5,1±0,1
22/12/07	0,49±0,2	0,01	6,0±0,2	1,2±0,1	4,2±0,2
28/12/07	1,93±0,1	0,04	6,3±0,2	1,0±0,1	4,4±0,1
03/01/08	1,73±0,2	0,03	6,4±0,1	1,0±0,2	3,7±0,2
09/01/08	1,77±0,1	0,05	6,5±0,1	0,8±0,1	3,9±0,2
15/01/08	1,43±0,1	0,03	6,4±0,2	1,1±0,1	4,1±0,1
21/01/08	1,80±0,2	0,03	6,3±0,2	1,0±0,1	3,9±0,1
27/01/08	1,62±0,2	0,03	6,3±0,2	0,9±0,2	3,5±0,1
02/02/08	1,97±0,3	0,04	6,4±0,2	0,9±0,1	3,6±0,1
08/02/08	1,77±0,1	0,04	6,4±0,2	0,9±0,1	3,4±0,2

Os resultados indicam que nas condições em que foi realizado este trabalho, a incorporação de 4% de resíduo de castanha-do-brasil RCB na ração, eliminou os efeitos negativos no desempenho zootécnico em juvenis de pirarucu alimentados com dietas contendo 9% de farinha de sangue spray-dried (FSSD). Este mesmo nível de resíduo de castanha, quando adicionado a dieta contendo 12% de FSSD não propiciou o mesmo efeito; apresentando os peixes alimentados com as dietas com 12% de FSSD desempenho inferior à testemunha (0% FSSD). Ribeiro *et al.* (no prelo) avaliando oito níveis de incorporação de farinha de sangue spray-dried (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21%) identificaram a possibilidade da inclusão de até 9% deste ingrediente sem a ocorrência de nenhum efeito negativo. Possivelmente as baixas temperaturas (tabela 3) como fator desencadeador de estresse nos peixes, tenha contribuído para a diferença estatística significativa da dieta contendo 2% de RCB e 9% de FSSD em relação a dieta com 0%FSSD.

Martínez-Llorens *et al.* (2008), conduziram dois experimentos paralelos para avaliar os efeitos da substituição parcial da farinha de peixe por farinha de sangue e farinha de hemoglobina (H) nos níveis de 0, 50 e 100g kg⁻¹ com gilthead sea bream *Sparus aurata*. No experimento 1, os peixes alimentados com 5 e 10% de hemoglobina na dieta apresentaram uma menor taxa de crescimento específico, embora a taxa de eficiência protéica, conversão alimentar e composição do músculo tenham sido similares em todas as dietas. No experimento 2, os peixes alimentados com H 10% apresentaram o menor crescimento específico não sendo observado alteração na composição do músculo.

O consumo voluntário aumentou linearmente de 2,98 na dieta testemunha (0%FSSD - 0%RCB) para 3,72% no tratamento com 12%FSSD - 2%RCB. Fasakin (2005) observou redução no consumo voluntário em um experimento com tilápia

híbrida, quando alimentadas com dietas com inclusão de 22% de farinha de sangue. Resultados similares foram obtidos por outros pesquisadores (Wang *et al.* 2006; Xue and Cui, 2001; Martínez-Llorens *et al.* 2008). Estes resultados, que contrariam o observado no presente trabalho, podem ser explicados pela baixa estabilidade e fluutuabilidade da ração na água além do baixo nível de inclusão de FSSD. A baixa palatabilidade das farinhas de sangue tem sido apontada como responsável pela redução do crescimento de peixes alimentados com dietas com altos níveis de substituição de farinha de peixe por esse ingrediente (Davis *et al.* 1995; Xue and Cui, 2001; Martinez-Llorens *et al.* 2008). A perda de ração por instabilidade na água foi responsável pelo aumento do consumo aparente, com reflexos na pior conversão alimentar e eficiência protéica das dietas. Este fato também teve influência nos índices de retenção protéica e lipídica, ficando o tratamento com 12%FSSD + 4%RCB apresentado a maior retenção lipídica diferenciando-se estatisticamente do tratamento co 12%FSSD + RC (Tabela 6).

O desbalanceamento em aminoácidos das farinhas de sangue (Hajen *et al.*, 1993), deve ter contribuído na diminuição da taxa de eficiência protéica de 2,01 na dieta controle (0%FSSD + 0%RCB) para 1,49 e 1,53 (%) nas dietas com maior teor de FSSD (12%) e adição de 2 e 4% de RCB respectivamente. Observou-se ainda uma maior retenção protéica dentre as dietas com 12% de FSSD naquela com maior inclusão de RCB (4%) em comparação com o nível de (2%) (Tabela 6).

As farinhas de sangue são reconhecidamente deficientes em metionina. A qualidade da proteína em um ingrediente é determinada pelo balanceamento e biodisponibilidade dos seus aminoácidos (Boorman, 1992). A utilização do resíduo de castanha, reconhecidamente um produto rico em todos os aminoácidos essenciais, particularmente metionina e cistina (Souza e Menezes, 2004) contribuiu para um melhor balanceamento de aminoácidos da fração protéica da ração, levando a um desempenho

satisfatório dos peixes alimentados com a ração contendo 12% de FSSD e adição de 4% de RCB. Em um experimento com cunete drum *Nibeia miichthioides*, Guo *et al.* (2007) testando subprodutos de origem animal (farinha de carne e ossos, farinha de sangue, farinha de penas e subprodutos de abatedouros avícolas) como substitutos da farinha de peixe em dietas praticas, observou que a combinação de um maior número de ingredientes leva a melhores resultados tanto sob o aspecto nutricional como econômico das rações produzidas. De fato, este efeito foi observado neste experimento em função da incorporação de resíduo de castanha.

O crescente número de bovinos abatidos no Estado do Acre e conseqüente aumento na oferta de sangue produzem no mercado local uma vantagem comparativa importante para justificar a utilização de uma fonte de proteína com desempenho inferior à farinha de peixe. A grande maioria dos trabalhos em que se avalia a substituição de farinha de peixe por outros ingredientes, aborda a questão estritamente sob o ponto de vista do desempenho zootécnico dos animais. Pouca atenção tem sido dada a análise econômica nessa questão. Alguns estudos indicam a viabilidade de ingredientes de menor desempenho nos ensaios realizados em face da disponibilidade dos mesmos no mercado local a baixo custo (El-Sayed, 1998).

A retenção de lipídio foi maior no tratamento com 12%FSSD + 4%RC que diferiu estatisticamente dos demais. Ocorreu uma progressiva diminuição na retenção de lipídio à partir do tratamento testemunha 0%FSSD + 0%RCB não ocorrendo entretanto, diferença estatística. Estes resultados combinados com os demais índices de desempenho avaliados sugerem que os lipídios não foram efetivamente retidos, mas sim perdidos pela instabilidade da ração na água. O teor de farinha que trigo utilizado nas dietas (15%), revelou-se insatisfatório para a adequada extrusão prejudicando a agregação dos ingredientes e fluatibilidade das rações e avaliadas. Davis *et al.* (1995)

afirma que a baixa palatabilidade de dietas em que a farinha de peixe foi substituída por subprodutos de origem animal e responsável pela redução do crescimento e ganho de peso. No presente experimento o teor mínimo de farinha de peixe utilizado foi de 27,2% (Tabela 2) não sendo a palatabilidade prejudicada por baixo teor de farinha de peixe.

A retenção de lipídio variou entre 7,37 a 8,37% não diferindo estatisticamente ($P>0,05$) entre as dietas. A retenção de proteína apresentou diferença estatística ($P>0,05$) entre as duas dietas com 12% de FCO em relação às demais independente da fonte de energia utilizada. Este dado reflete o menor valor biológico da FCO em função do seu perfil de aminoácidos em relação à farinha de peixe.

A composição corporal (peixe inteiro) apresentou diferença significativa entre os peixes no início e no final do experimento, excetuando-se o teor de umidade (85,37-85,20) (Tabela 5). O menor teor de lipídio observado no início reflete a condição de que os animais estariam mobilizando a maior parte da energia armazenada nessa forma para os processos metabólicos de crescimento. Esse menor teor lipídico determinou proporcionalmente uma redução no teor de cinza nas carcaças (18,1 - 12,88%).

Tabela 5. Efeito das dietas elaboradas com diferentes níveis de farinha de sangue e resíduo de castanha da Amazônia sobre a composição corporal (peixe inteiro) de juvenis de pirarucu após 60 dias.

	Dietas % FS - % resíduo de castanha					
	Inicial	0 - 0	9 - 2	9 - 4	12 - 2	12 - 4
Umidade(%)	85,37	86,4±1,4 ^a	85,3±1,5 ^a	84,0±1,1 ^a	86,2±0,9 ^a	84,1±1,1 ^a
Proteína bruta(%)	75,5	62,8±1,6 ^a	60,6±1,2 ^a	60,5±0,1 ^a	62,7±0,6 ^a	60,1±1,2 ^a
Lipídio(%)	2,9	9,1±1,0 ^a	9,8±1,4 ^a	12,4±1,9 ^b	9,9±2,1 ^a	11,2±3,5 ^a
Cinza(%)	18,1	14,0±1,6 ^a	12,5±0,6 ^a	12,8±1,5 ^a	12,8±1,4 ^a	12,3±0,8 ^a

A inclusão de 12% de farinha de sangue nas rações D e E (12% de FSSD) reduziu significativamente ($P < 0,05$) o peso final, índice de crescimento diário, consumo voluntário e a taxa de eficiência protéica (tabela 6). A taxa de consumo voluntário apresentou desempenho distinto entre os três níveis de FSSD presentes nas rações (0 - 9 - 12%) 2,98 / 3,24 e 3,63 respectivamente, independente do teor de castanha na dieta.

A inclusão de 9% de FSSD na ração (B) determinou uma redução no peso final, índice de crescimento diário, conversão alimentar e taxa de eficiência protéica em relação a ração testemunha (A) não ocorrendo o mesmo na ração (C) que foi suplementada um teor de 4% de resíduo de castanha. Observou-se, portanto, que a inclusão de resíduo de castanha neste percentual, compensou o efeito negativo no desempenho zootécnico dos peixes determinado pela FSSD.

O fator de condição (K) variou entre 4,59 e 4,74, não apresentando valores com diferenças estatisticamente significativas entre os peixes alimentados com as cinco rações experimentais. Este resultado está de acordo com o encontrado por Wang Y. *et al.* (2006) em um experimento com malabar grouper *Epinephelus malabaricus* testando uma mistura de vários subprodutos de origem animal, incluindo farinha de sangue, não detectou nenhuma diferença em (K) entre os tratamentos com e sem adição de sangue.

Tabela 6. Efeito de diferentes níveis de farinha de sangue combinada com dois níveis de inclusão de resíduo de castanha no ganho de peso, taxa de conversão e utilização de nutrientes em juvenis de pirarucu após 60 dias.

Ração	Teores de FS (%) e resíduo de castanha (%)				
	A	B	C	D	E
	0 - 0	9 - 2	9 - 4	12 - 2	12 - 4
Peso inicial (g) PCI	79,5±5,9 ^a	78,0±3,2 ^a	79,7±2,2 ^a	76,0±3,7 ^a	77,2±5,1 ^a
Peso final (g) PCF	1072,2±61,2 ^a	907,7±50,7 ^b	1011,0±30,9 ^{ab}	627,7±43,0 ^c	614,0±55,3 ^c
Índice de crescimento diário ¹ ICD(%/dia)	9,9±0,33 ^a	9,0±0,26 ^b	9,5±0,13 ^{ab}	7,2±0,39 ^c	7,1±0,56 ^c
Consumo voluntário ² CV(g/kg/ dia)	2,98±0,14 ^c	3,31±0,09 ^b	3,17±0,07 ^b	3,72±0,06 ^a	3,55±0,04 ^a
Taxa de conversão ³ TC (g/g)	1,04±0,04 ^c	1,18±0,04 ^b	1,11±0,03 ^{bc}	1,43±0,04 ^a	1,37±0,06 ^a
Taxa de eficiência protéica ⁴ TEP(%)	2,01±0,07 ^a	1,79±0,05 ^b	1,89±0,04 ^{ab}	1,49±0,05 ^c	1,53±0,08 ^c
Fator de condição ⁵ (K)	4,49±0,29 ^a	4,70±0,16 ^a	4,66±0,21 ^a	4,74±0,18 ^a	4,62±0,17 ^a
Retenção de nutriente ⁶					
Proteína	16,78±0,26 ^b	15,61±0,74 ^b	18,08±1,15 ^a	12,39±2,32 ^d	14,32±2,13 ^c
Lipídio	8,54±0,77 ^{ab}	9,15±0,48 ^{ab}	8,17±0,61 ^b	7,29±1,48 ^b	10,12±0,37 ^a

Valores (média ±SD n=4) com a mesma letra na linha não são significativamente diferentes (P > 0.05).

¹ ICD: $(PCF^{1/3} - PCI^{1/3}) / 60 \text{ dias} \times 100$.

² CVI: consumo bruto de ração / média de peso corporal - MPC/ duração do experimento sendo MPC (kg), média de peso corporal: $(PCI + PCF)/2/1000$.

³ TC: ganho de peso úmido / consumo de ração seca.

⁴ TEP: ganho de peso úmido/consumo de proteína bruta.

⁵ K= $[(100)(PCF, g)/(Lt3, cm)]$, onde Lt e o comprimento padrão final.

⁶ Retenção de nutriente = $[(100) \times (\text{retenção do nutriente}) / (\text{consumo do nutriente})]$

Conclusão

A inclusão de 4% de resíduo de castanha-do-brasil neutraliza o efeito deletério causado pela substituição protéica da farinha de peixe por farinha de sangue “spray-dried” no nível de 9%.

Agradecimento

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo suporte financeiro e ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - CPAQ pela análise dos ingredientes, rações e carcaça dos peixes utilizados neste experimento.

Referências Bibliográficas

AYRES, M., AYRES, M. J. D. L., SANTOS, A. S. Biostat 2.0. Aplicações estatísticas nas áreas biológicas e médicas. Belém; Sociedade Civil Mamirauá/CNPq. 272p. 2000.

ABDEL-FATTAH M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia (*Oreochromis spp*). Aquaculture 179 p. 149-168. 1999.

ABERY, N. W., GUNASEKERA, R. M., Silva, S. S. de. Growth and nutrient utilization of Murray cod *Maccullochella peelii peelii* (Mitchell) fingerlings fed diets with varying levels of soybean meal and blood meal Aquaculture Research, Volume 33, Issue 4, Page 279-289, Mar 2002.

ALLAN, G.L., PARKINSON, S., BOOTH, M.A., STONE, D.A.J., ROWLAND, S.J., FRANCES, J., WARNER-SMITH, R. Replacement of fishmeal in diets for Australian silver perch, *Bidyamus bidyamus*: 1. Digestibility of alternative ingredients. Aquaculture 186, 293– 310. 2000.

ASSISTAT, Assistente para Análise Estatística versão 7.5. - 2008. Prof. Francisco de Assis. Universidade Federal de Campina Grande – PB (UFCG). Software.

BARROS, M. M., PEZZATO, L. E., HISANO, H., FALCON, D. R., CARMO e SÁ, M.V. do. Blood meal on practical diets for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. Acta Scientiarum - Animal Sciences, 26(1):5-13. 2004.

BOORMAN, K.N. Protein quality and amino acid utilization in poultry. In: GARNSWORTHY, P.C., HARESIGN, W., Cole, D.J.A. (Eds.), Recent Advances in Animal Nutrition. Butterwoth-Heinman Ltd., Boston, MA, pp. 51-70. 1992.

BRANT, P. C., BARBOSA, C.H.S., COSTA, A.S., GOLVEIA A. L. Rendimento em carcaça, vísceras e cortes de carne de bovinos zebu abatidos para consumo. Arq. Esc.Vet, 20: 49-53. 1968.

BUREAU, D.P., HARRIS, A.M., BEVAN, D.J., SIMMONS, L.A., AZEVEDO, P.A., CHO, C.Y. Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. Aquaculture 181, 281– 291. 2000.

CAVERO, B. A. S. Densidade de estocagem de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) em tanques-rede de pequeno volume. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 51p. 2002.

CAVERO, B. A. S., PEREIRA-FILHO, M., BORDINHON, A. M., FONSECA, F. A. L. da, ITUASSÚ, D. R., ROUBACH, R., ONO, E. A. Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, n.5, p.513-516, maio 2004.

CÓSER, A. M. L. Efeito da temperatura de processamento e da adição de isoleucina sobre o valor nutritivo da farinha de sangue. Belo Horizonte. Universidade Federal de Minas Gerais, 1975. 48p. (Dissertação de mestrado).

CRESCÊNCIO, R. Treinamento alimentar de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (CUVIER,1829), utilizando atrativos alimentares. Manaus. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Universidade do Amazonas. 2001. 35p. (Dissertação de mestrado).

DAVIS, D. A., JIRSA, D., ARNOLD, C. R. Evaluation of soybean proteins as replacements for menhaden fish meal in practical diets for red drum, *Scianops ocellus*. Journal World Aquaculture Society. 26, 48-58. 1995.

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

FASAKIN, E.A., SERWATA, R.D. e DAVIES, S.J. Comparative utilization of rendered animal derived products with or without composite mixture of soybean meal in hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mossambicus* diets. Aquaculture 249, 329-338. 2005.

FONTENELE, O. Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu *Arapaima gigas* Cuvier, em cativeiro *Actinopterygii, Osteoglossidae*. Rio de Janeiro/BR.Revista Brasileira Biologia, 8 (4):445-459. 1948.

FREITAS, S. P., FREITAS-SILVA, O., MIRANDA, I. C., COELHO, A. Z. Extração e fracionamento simultâneo do óleo da castanha-do-brasil com etanol. Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.27 suppl.1 Campinas Aug. 2007.

GUO, J., WANG, Y. e BUREAU, D.P. Inclusion of rendered animal ingredients as fishmeal substitutes in practical diets for cuneate drum, *Nibea miichthioides*. Aquaculture Nutrition. 13, 81-87. 2007.

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 112, 333-348. 1993.

HAMM, D., e SEARCY, G. K. Some factors which affect the availability of lysine in blood meals. Poult. Sci. 55:582-587. 1976.

HAYASHI, C., GONÇALVES, G. S. e FURUYA, V. R. B. Utilização de diferentes alimentos durante o treinamento alimentar de alevinos de pintado *Pseudoplatystoma corruscans*, (Agassiz, 1829). In: *Acuicultura en harmonia con el ambiente*, Acuicultura 99. Puerto La Cruz. Venezuela. p. 258-267. 1999.

IMBIRIBA, E. P. Potencial da criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. *Acta Amazônica*, 31(2):299-316. 2001.

ITUASSÚ, D. R., PEREIRA-FILHO, M., ROUBACH, R., CRESCÊNCIO, R., CAVERO, B.A.S., GANDRA, A.L. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.3, p.255-259, mar.2005.

KUBITZA, F. Preparo de rações e estratégias de alimentação no cultivo intensivo de peixes carnívoros. *Anais do Simpósio Internacional sobre nutrição de peixes e crustáceos*. Campos do Jordão, SP. 91-115. 1995.

LI, G. Q., WILSON. M. V. H. Phylogeny of Osteoglossomorpha. In: *Interrelations of Fishes*. Ed. Melanie L. Stiassny; Lynne R. Parenti e G. David Johnson. Academic Press, Inc. 525 B Street, Suite 1900, San Diego, California, USA. P. 163-174. 1996.

MARTINEZ-LLORENS, S., A. T. VIDAL, A. V. MOÑINO, J, G. ADER, M. P. Torres, and J. M. Cerdá. . Blood and haemoglobin meal as protein sources in diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata*): effects on growth, nutritive efficiency and fillet sensory differences. *Aquaculture Research* 39: 1028-1037.2008

MOURA CARVALHO, L. O. D., NASCIMENTO, C. N. B. do. Engorda de pirarucus (*Arapaima gigas*) em associação com búfalos e suínos. Belém: EMBRAPACPATU. Circular Técnica 65. 21p. 1992.

NELSON, J. S. Fishers of the world. 3ª Ed. Ed. John Wiley & Sons. Inc. New York, N.Y. 600p. 1994.

NATIONAL RESEACH COUNCIL. Nutrient requirements of fish. National Academic Press. Washington D.C., USA. 114p. 1993.

OISHI, C. A. Resíduo da castanha da Amazônia *bertholletia excelsa* como ingrediente em rações para juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum*. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 60 p. 2007.

PEREIRA-FILHO, M., CAVEIRO, B. A. S., ROUBACH, R., ITUASSU, D. R., GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Cultivo do pirarucu *Arapaima gigas* em viveiro escavado. Acta Amazônica vol. 33 (4): 715-718. Out/Dez 2003.

PONTES, A. C. O pirarucu *Arapaima gigas* Cuvier, nos açudes públicos do nordeste brasileiro. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará/BR. 50p. 1977.

RIBEIRO, R. A., PEREIRA-FILHO, M., ONO, E. A., ROUBACH, R. OZORIO, R. O. A. Use of spray-dried blood meal as an alternative protein source in pirarucu *Arapaima gigas*. (no prelo).

SAMPAIO, F. G., HISANO, H., YAMAKI, R. A., KLEEMANN, G. K., PEZZATO, L. E, BARROS, M. M. Apparent digestibility by Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) of Brazilian-made meal, imported fish meal and toasted and spray-dried blood meals. Acta Scientiarum, 23(4):891-896. 2001.

SCHMIDT-NIELSEN, K. Fisiologia Animal – Adaptação e Meio Ambiente. Cambridge University Press. Ed. Livraria Santos, SP. 600p. 1996.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DO ACRE. O Acre em Números 2007. (Relatório estatístico anual).

SOUZA, M. L. e MENEZES, H. C. Processamentos de amêndoas e torta de castanha-do-brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. 2004.

WANG, Y., GUO, J., BUREAU, D.P. e CUI, Z. Replacement of fish meal by rendered animal protein ingredients in feeds for cuneate drum *Nibea michthioides*. *Aquaculture* 252, 476-483. 2006.

WEBSTER, C.D., TIU, L.G. TIDWELL, J.H. Effects of replacing fish meal in diets on growth and body composition of palmetto bass *Morone saxatilis* x *Morone chrysops* raised in cages. *Journal of Applied Aquaculture*, v.7, n.1, p.53-67, 1997.

XUE, M., CUI, Y.B. Effect of several feeding stimulants on diet preference by juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*), fed diets with or without partial replacement of fish meal by meat and bone meal. *Aquaculture* 198, 281-292. 2001.

CAPÍTULO III

Uso de farinha de carne e ossos em associação com duas fontes de energia (óleo de soja e banha de suíno) na elaboração de dietas para pirarucu *Arapaima gigas*.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de juvenis de pirarucu alimentados com rações elaborados com 6, 9 e 12% de farinha de carne e ossos (FCO) em combinação com duas fontes de energia: Gordura de suíno (B) e óleo de soja (OS). Cento e noventa e dois peixes ($9,21 \pm 1,7g$), após treinamento por 12 dias para aceitação de ração seca, foram distribuídos aleatoriamente em 24 caixas em fibra de vidro (8 peixes/caixa) com capacidade de 500 litros e abastecidas com 300 litros de água. O maior peso final (1000g) foi obtido no tratamento com 9%FCO+B e o menor (878g) no tratamento 12%FCO+OS, não ocorrendo diferença significativa entre as dietas. A taxa de crescimento diário (%) apresentou melhor desempenho nos tratamentos 9%FCO+B (10,3), 6%FCO+B (9,6) e 6%FCO+OS (9,5) e pior desempenho os tratamentos 12%FCO+OS (9,3), 6%FCO+OS (9,2) e 12%FCO+B (9,1). No parâmetro consumo voluntário foram observados três grupos distintos; maior consumo nas duas dietas com 12%FCO e na dieta 9%FCO+OS com os valores de (5,21; 5,43 e 5,20) respectivamente, intermediário na dieta 6%FCO+OS (4,83) e menor nas rações 6%FCO+B (4,34) e 9%FCO+B (4,58). A melhor taxa de conversão foi obtida com as dietas 6%FCO+B (1,48) e 9%FCO+B (1,52). Conversão intermediária foi obtida com as dietas 6%FCO+OS (1,67) e 9%FCO+OS (1,76) sendo as piores conversões produzidas pelas rações 12%FCO+OS (1,86); 12%FCO+B (1,80) e 9%FCO+OS (1,76). A eficiência protéica foi maior nas dietas 6%FCO+B (1,44) e 9% FCO+B (1,43) diferenciando-se estatisticamente das demais que apresentaram valores entre (1,17 e 1,24). Nenhuma diferença significativa no fator de condição foi observada ($P > 0,05$) ficando os valores entre 6,78 e 5,98. Da mesma forma não ocorreu diferença significativa na sobrevivência dos peixes. A retenção de proteína foi significativamente menor nos dois tratamentos com 12%FCO (4,9 e 4,3) sendo maior nos demais, variando entre 11,85 e 9,80. A retenção de lipídio não apresentou diferença significativa entre os tratamentos variando entre 7,00 e 8,37. Com base nos resultados obtidos nas condições do presente trabalho, foi constatada a necessidade de uma análise econômica considerando o custo da FCO, OS e B para a identificação da formulação mais eficiente.

Palavras-chave: Farinha de carne e ossos, pirarucu, *Arapaima gigas*, lipídio

Abstract

Use of meat and bone meal with two sources of energy (soybean oil and swine fat) for pirarucu *Arapaima gigas* ration produce.

The objective of this work was to evaluate the performance of pirarucu juveniles fed with diets contain 6, 9 e 12% de meat and bone meals (MBM) combined with two energy sources: Swine fat (SF) and soybean oil (O). One hundred ninety two fish ($9,21 \pm 1,7g$), after twelve days training to accept dry ration, were randomly distributed in 24 fiber glass tanks (8 fish/tank) with 500 liter capacity and fill 300 liter water. The highest final weight (1000g), were observed in the 9%MBM+SF treatment and the lower (878g) in 12%MBM+O treatment, with no significant differences among diets. The daily growth index (%) presented best performance in the treatments 9%MBM+FS (10,3), 6%MBM+FS (9,6) and 6%MBM+O (9,5) and worst performance in the treatments 12%MBM+O (9,3), 6%MBM+O (9,2) and 12%MBM+SF (9,1). The parameter voluntary feed intake presented three distinct groups; higher consumption in the two diets with 12%MBM and in the diet 9%FCO+OS presenting the following values (5,21; 5,43 e 5,20) respectively, intermediate in diet 6%MBM+O (4,83) and lower in the ration 6%MBM+FS (4,34) and 9%MBM+FS (4,58). The best conversion rate o was observed in diets 6%MBM+SF (1,48) and 9%MBM+SF (1,52). Intermediate conversion was obtained with the diets 6%MBM+O (1,67) and 9%MBM+O (1,76) been the worst conversion rates produced by the diets 12%MBM+O (1,86); 12%MBM+B (1,80) and 9%MBM+O (1,76).The protein efficiency was higher in the diets 6%MBM+SF (1,44) and 9% MBM+SF (1,43) with significant difference to the others that shows values between (1,17 e 1,24). No significant difference in the condition factor was detected ($P > 0,05$) and the values ranged between 6,78 e 5,98. At the same way no significant differences occurred in fish survival rate. The protein retention was significantly lower in the two treatments with 12%MBM (4,9 e 4,3) been higher in the others, ranging 11,85 and 9,80. The lipid retention does not presented significant difference among treatments ranging between 7.00 and 8.37. Based on these results obtained on the condition this work was developed, an economic analysis has to be run evaluating the ingredients and fish meat price.

Keywords: Meat and bone meal, *Arapaima gigas*, lipid

Introdução

O pirarucu, conhecido como o “bacalhau da Amazônia”, é certamente a espécie que desperta o maior interesse entre os piscicultores do norte e nordeste do Brasil. Como carnívoro, necessita para o seu cultivo em cativeiro, da utilização de ração com alto teor protéico e preferencialmente com proteína de origem animal. Vive não só nas águas do Amazonas, mas também em muitos dos seus tributários, lagos e paranás, tanto no Brasil como em países como Peru, Colômbia e Guiana. Segundo Fontenele (1948) e Pontes (1977), o pirarucu é um peixe essencialmente carnívoro e tem na sua alimentação, especial preferência pelos peixes conhecidos vulgarmente por cascudos *Loricariidae*. Essa espécie apresenta características favoráveis para a criação em cativeiro, destacando-se: suportar baixo nível de oxigênio dissolvido na água, alto rendimento da carcaça, aceitação de ração seca pelos alevinos quando treinados, além de alto valor de sua carne no mercado. Suporta altas densidades de estocagem Cavero (2002), podendo alcançar 10 kg no primeiro ano de criação (Moura Carvalho e Nascimento, 1992; Imbiriba, 2001). Cavero *et al.* (2004) obtiveram sobrevivência de 100% com juvenis de pirarucu expostos a aproximadamente 2,0 mg/L de amônia não-ionizada (25mg/L de amônia total), mantendo-se os mesmos alimentando-se normalmente, sendo essa característica de grande valia para a criação em sistema intensivo dessa espécie. Segundo Bard e Imbiriba (1986), o pirarucu possui dois aparelhos respiratórios: brânquias para a respiração aquática e a bexiga natatória que funciona como um pulmão, que o obriga a ir até a superfície da água em intervalos regulares para captar o ar atmosférico. Testando o efeito sobre juvenis de pirarucu em três densidades de estocagem (15, 20 e 25 peixes/m³), peso médio inicial de 10,1± 0,3g. Cavero (2002) observou que o aumento da densidade de estocagem melhorou a

conversão alimentar e a condição física dos peixes, não influenciando no crescimento dos juvenis na densidade de estocagem nem nas interações intra-específicas. Constatou ainda a ausência de canibalismo, competição por alimento ou atitudes agressivas entre os peixes. Pereira *et al.* (2003) obtiveram um incremento da biomassa/m² de 5297,5% em um período de 12 meses de criação para pirarucus estocados à razão de 1 peixe/3m² e alimentados com ração extrusada contendo 40% de proteína bruta e 3.400 Kcal EB/kg, atingindo peso médio de 7,0± 1,1kg. A produtividade por área foi de 2,5kg de peixe/m². Este resultado indica rendimento superior a outras espécies da Amazônia para o mesmo período.

A aquicultura no Estado do Acre depende atualmente da aquisição de ração extrusada importada de outros Estados, em particular dos Estados do Mato Grosso e Goiás. O transporte, seguro e impostos, oneram sobremaneira a ração comercializada no mercado local, inviabilizando a produção de pescado em larga escala o que permitiria a exportação para outras regiões.

Outro ingrediente produzido pelos frigoríficos no Acre é a farinha de carne e ossos. Toda a produção do Estado é exportada para indústrias de rações, que após industrializarem o produto abastecem o mercado acreano com rações para aves, suínos e peixes. Considerando uma produção de 11 kg de farinha de carne e ossos por bovino abatido, estima-se que em 2007 a produção no Acre desse ingrediente, poderia ter atingido 3.300 toneladas. Atualmente, quase que a totalidade da produção é exportada para indústrias de ração localizadas nos estados de Mato Grosso, Goiás, São Paulo e Amazonas, gerando impostos e empregos nestes Estados, ficando o Acre na condição de mero exportador de matéria prima e importador de rações. Este fato agrava ainda mais a problemática da falta de competitividade da piscicultura no acre, pela pequena escala de

produção decorrente do maior preço pago pelo piscicultor acreano pela ração industrializada.

A piscicultura com peixes carnívoros exige a adoção de sistemas de criação manejados em regime intensivo, em que o manejo da nutrição desempenha papel importante, exigindo sério esforço de pesquisa para a geração de tecnologia adequada. Segundo Kubitza (1995) e Hayashi *et al.* (1999), o hábito alimentar de peixes carnívoros constitui a maior das dificuldades para sua criação em cativeiro, sugerindo assim, a utilização de estratégias alternativas de alimentação, como o treinamento para aceitação de ração seca.

As rações para peixes são produzidas a partir de uma mistura de ingredientes, em diferentes proporções, e balanceadas para atender as exigências nutricionais. As rações extrusadas são as mais aceitas comercialmente. O processo de extrusão confere maior digestibilidade aos nutrientes porque gelatiniza o amido, desativa fatores antinutricionais termolábeis e destrói a maioria dos microorganismos nocivos aos peixes (fungos e bactérias). Além disso, este tipo de processamento melhora estabilidade na água e confere fluabilidade ao alimento, o que permite observar o comportamento alimentar dos peixes, traduzido em maior eficiência alimentar e produtiva (Lovell, 1989; Pezzato, 2002).

Conforme Hiquera (1987), o valor nutritivo de um alimento depende não somente de seu conteúdo em nutrientes, mas também da capacidade do animal para digerir e absorver esses nutrientes, que varia em função da espécie, condições ambientais, quantidade e qualidade do nutriente, proporção relativa a outros nutrientes, processos tecnológicos, entre outros.

Talvez porque os peixes se desenvolveram em um ambiente onde carboidratos eram escassos, seus sistemas digestivos e metabólicos parecem estar mais bem adaptados à utilização de proteínas e lipídios como fonte de energia (Wilson, 1994).

Os lipídios são compostos orgânicos insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos, que representam fontes concentradas de energia, vitaminas, pigmentos, e fatores de crescimento essenciais para os peixes. Peixes em ambientes naturais, não importando a temperatura da água ou sua salinidade, têm significativa quantidade de ácidos graxos poli-insaturados (20 ou mais carbonos) na carcaça, obtidos do alimento, principalmente algas (Sargent *et al.*, 1989).

Altos níveis de lipídio na dieta induzem altos níveis de deposição de lipídio na carcaça, podendo levar também, a uma redução no consumo de alimento e ingestão de proteína e outros nutrientes, causando queda na taxa de crescimento (Cho, 1990; Lovell, 1991). Para Steffens (1989), a redução na digestibilidade da proteína em ingredientes com alto nível de lipídio pode estar relacionada à formação de peróxidos (complexos protéico-lipídicos oxidados).

A quantidade e o tipo de gordura dietética são particularmente importantes na composição corporal do pescado produzido em criação, bem como a quantidade de gordura na carcaça é primariamente determinada pelo nível de energia e pela relação energia:proteína da dieta. Desta maneira, o equilíbrio da relação energia:proteína e a manutenção de níveis adequados de lipídios em uma ração para peixes, são fatores determinantes do sucesso de uma criação. Trabalhos desenvolvidos por Britz e Hecht (1997), Dias *et al.* (1998), Samantaray e Mohanty (1997) e Tibaldi *et al.* (1996), utilizando peixes carnívoros como material biológico, determinaram que a melhor relação energia:proteína para alimentação das espécies carnívoras está entre 7 e 9 kcal

ED/g de proteína. Estima-se que dietas naturais para carnívoros contenham 50% de proteína e 50% de gordura em relação ao peso seco (Sullivan e Reigh, 1995).

Segundo Pezzato (2002), os produtos de origem animal promovem um maior crescimento dos peixes e, portanto, as dietas de máxima eficiência necessitam da presença destes ingredientes como fonte protéica fundamental. A quantidade ótima de proteína na dieta é determinada por um delicado equilíbrio entre a proteína e a energia, e geralmente os requerimentos de proteína têm uma relação inversa com o tamanho e a idade dos peixes (Higuera e Cardenete, 1987). A otimização na utilização de proteína pode ser obtida pelo aumento do nível de energia na dieta quando se inclui fontes de energia não protéica, tais como lipídios e carboidratos (EL-Sayed e Garling 1988). Em proporções adequadas, estes nutrientes podem melhorar a eficiência na utilização das proteínas, reduzindo assim a excreção de nitrogênio e melhorando a qualidade da água descartada dos tanques. Particularmente para os peixes, a quantidade de energia em uma dieta tem que estar ajustada à quantidade de proteína (Kaushik e Médale, 1994).

Segundo o Compendio Brasileiro de Alimentação Animal (1998), farinha de carne e ossos é produzida em graxarias e frigoríficos a partir de ossos e resíduos de tecidos animais, após a desossa completa da carcaça de bovinos e/ou suínos. Não deve conter cascos, chifres, pêlos, conteúdo estomacal, sangue e outras matérias estranhas. A maior ou menor participação de restos de carne em relação ao conteúdo de ossos determinará o teor protéico, de cálcio e fósforo. Pelo fato dos minerais virem do osso, a proporção de Ca:P devem ser de 2:1, e desvios desses valores usualmente indicam adulteração com outras fontes de minerais. Variações no nível de Ca e P é um problema, especialmente em relação ao P, no que diz respeito ao valor máximo do P. Outro problema é em relação à oxidação, e para isso ser minimizado podem ser adicionados antioxidantes como a etoxiquina. Monhsen e Lovell (1990) citam que a inclusão da

farinha de carne e ossos em níveis de até 11% aumenta a palatabilidade de dietas contendo farelo de soja e milho para o bagre do canal.

Sugiura *et al.* (2000) observaram em experimento com truta arco-íris, que subprodutos de origem animal que apresentam alto teor de minerais, incluindo fósforo, como a farinha de carne e ossos levou a uma redução na disponibilidade de manganês e zinco não afetando as de potássio, sódio e cobre. Quando os peixes foram alimentados com dietas contendo teor mais elevado de ossos de peixes, a disponibilidade de P, Ca, Mg e Fe foi reduzida. Recomendam os autores, cuidados especiais na utilização de ingredientes com alto teor de cinzas (alto fósforo) na elaboração de rações com baixo potencial de poluição da água.

Bharadwaj, *et al.* (2002) testaram oito dietas para avaliar farinha de carne e ossos (0, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45 %) substituídos por quantidades equivalentes (isonitrogenadas) de farelo de soja e farinha de peixe como fonte de proteína e aminoácidos essenciais para juvenis de striped bass híbridos *Morone chaysops* x *M. Saxatilis*. Consumo, ganho de peso, taxa de conversão, composição corporal, gordura visceral e no fígado, apresentaram diferenças insignificantes entre os tratamentos. A disponibilidade aparente de proteína bruta, fósforo e aminoácidos foi significativamente menor em peixes alimentados com 45% de farinha de carne e ossos comparado com os arraçados com 30% ou menos desse ingrediente. Bureau *et al.* (2000) em experimento com truta arco-íris, incorporando até 24% de farinha de carne e ossos (provendo até 25% da proteína disponível) não observaram efeito negativo sobre o crescimento dos peixes, entretanto, uma pequena porém significativa redução na eficiência alimentar em comparação à dieta controle foi constatada.

Tan, *et al.* (2005) avaliaram o uso de farinha de carne e ossos (FCO) como substituto de farinha de peixe nos níveis de (0, 20, 30, 40, 50, 60 e 80%) (dietas 1-7)

respectivamente, em dietas práticas para camarão branco *Litopenaeus vannamei*. Não foi observada diferença significativa no crescimento entre os camarões das dietas 1 a 6. A taxa de sobrevivência variou entre 95 e 100%, não apresentando portando diferença significativa. A conversão alimentar e composição da carcaça também não foram afetadas pela variação no teor de FCO o mesmo ocorrendo com a eficiência protéica entre os tratamentos 1 a 6. Concluíram assim que até 60% da proteína da farinha de peixe pode ser substituída por FCO sem efeito adverso no crescimento, sobrevivência, conversão, eficiência protéica e composição corporal para *L. vannamei*.

Yang, *et al.* (2004) testaram o potencial de utilização da farinha de carne e ossos (FCO) e resíduos de abatedouros de aves como fonte de proteína para juvenis do camarão *Macrobrachium nipponense*. Em dieta com 38% de proteína, foi feita a substituição desta nos níveis de 15 e 50% pela FCO. Os resultados apontaram que a substituição da farinha de peixe pela FCO nos dois níveis, não afetou o crescimento, parâmetros imunológicos e ainda aumentou a sobrevivência significativamente. Concluíram que tanto FCO como resíduos de abatedouros de aves podem substituir até 50% da proteína da farinha de peixe em dietas para *M. nipponense*.

Kikuchi, *et al.* (1997) testaram o desempenho de farinha de carne e ossos (FCO) como fonte de proteína na dieta de juvenis de *Paralichthys olivaceus* em dietas contendo 0, 9, 18, 36 e 44% de FCO. Foram realizados dois experimentos com duração de 4 e 7 semanas. Em ambos, o peso final, ganho de peso, eficiência na conversão alimentar (ECA) e eficiência protéica (EP) diminuíram proporcionalmente ao aumento no teor de FCO. A ECA dos peixes alimentados com 44% de FCO e a EP daqueles alimentados com 36 e 44% de FCO foi significativamente menor do que aqueles da dieta controle. O ganho de peso dos peixes alimentados com 36 e 44% de FCO também foi menor do que daqueles da dieta controle no experimento 2. Ocorreu pequena

diferença na composição corporal do peixe inteiro e nos parâmetros hematológicos e constituintes plasmáticos entre os animais alimentados com 18% de FCO e o grupo controle.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campus da Universidade Federal do Acre, Departamento de Ciências Agrárias, setor de aquíicultura em Rio Branco – Acre, coordenadas geográficas 9° 57' 15'' sul e 67° 51' 40'' no período de 23 de maio a 19 de julho de 2008. Foram testados três níveis de inclusão de farinha de carne e ossos (FCO) (6, 9 e 12%), combinados com duas fontes energéticas (banha de suíno e óleo de soja) em dietas extrusadas perfazendo um total de 6 tratamentos. A farinha de carne e ossos utilizada foi obtida no frigorífico FRIBOI (Rio Branco – Acre). Foram utilizadas 24 caixas em fibra de vidro, com capacidade de 500 litros e abastecidas com 300 litros de água cada. Estas foram povoadas com 192 alevinos (8 por caixa) de (*Arapaima gigas*) oriundos de uma mesma ninhada com peso médio inicial de $9,21 \pm 1,7$ g. Previamente os peixes foram submetidos a biometria e os dados analisados através do teste “F” a 5% de probabilidade (Ayres *et al.*, 2000) garantindo assim a homogeneidade do lote.

Os peixes foram adquiridos de um produtor credenciado pelo IBAMA na cidade de Pimenta Bueno-Rondônia, denominado Piscicultura Rei do Peixe, (nota fiscal em anexo). Para montagem do experimento, os peixes foram treinados para aceitação de ração seca por um período de 12 dias, utilizando-se o procedimento de transição gradual de ingredientes da ração (TGIR) (Crescêncio, 2001) até que fosse oferecida somente uma ração comercial extrusada. Nesse treinamento, os peixes foram alimentados seis vezes nos primeiros seis dias, sendo reduzido o arraçoamento para quatro vezes nos seis dias restantes. Iniciou-se o treinamento nos dois primeiros dias com o fornecimento de pescado moído até a consistência de patê. No terceiro dia utilizou-se 10% de ração comercial (NUTRON) para alevinos carnívoros sendo diariamente aumentado esse percentual até o arraçoamento com 100% de ração seca no décimo segundo. O

treinamento foi realizado em uma caixa em fibra de vidro com capacidade para 1000 litros, abastecida com 750 litros e com fluxo contínuo de água (1litro/minuto).

O laboratório utiliza água de um poço com 10 metros de profundidade, sendo a água bombeada armazenada em uma caixa em fibra com capacidade para 2.000 litros. Através de um compressor e pedras porosas, a água aí armazenada e aerada continuamente durante a captação.

Durante o período experimental, foi realizada a troca de 250 litros de água de cada caixa em dias alternados com simultânea sifonagem das mesmas. Semanalmente, imediatamente antes e depois da sifonagem e troca de água, foram determinados os teores de oxigênio dissolvido (mg/L) além de amônia total (NH₃ + NH₄) e nitrito (mg/L) antes da troca de água (Tabela 1). Os parâmetros de qualidade da água foram monitorados através de equipamentos da ALFAKIT (Florianópolis-SC): oxigênio e temperatura (oxímetro AT 140); amônia e nitrito (fotocolorímetro 100P) e pH (pHmetro AT 310).

Tabela 1. Parâmetros de qualidade da água.

Data	Amônia mg/l	Nitrito mg/l	pH	Oxigênio mg/l	
				Antes da troca de água	Após reposição da água
24/05/08	0,52	0,00	5,4	2,9	5,4
31/05/08	0,72	0,00	5,6	2,5	5,4
07/06/08	1,35	0,00	7,0	2,8	5,2
14/06/08	1,13	0,00	7,0	2,6	5,3
21/06/08	1,44	0,01	7,0	2,5	5,1
28/06/08	1,49	0,01	7,0	2,3	5,3
05/07/08	1,51	0,01	7,1	2,1	5,4
12/07/08	1,78	0,02	7,0	2,2	5,2
19/07/08	1,55	0,02	7,1	2,1	5,4

A temperatura da água foi determinada duas vezes por dia (8:00 e 14h) sendo o valor considerado, a média obtida em três caixas.

As análises químicas das rações foram realizadas no CPAQ-INPA, dietas e carcaça foram feitas em triplicatas com base na matéria seca. A proteína bruta foi analisada pelo método micro-Kjeldahl ($N \times 6,25$); o extrato etéreo após extração por éter de petróleo pelo método de Soxhlet e a fibra bruta pelo método de Weende. As concentrações de cinza foram determinadas em amostras incineradas em mufla a 550°C durante 3 horas. A energia bruta foi estimada com base nos valores de energia para proteína= 5,64 kcal/g, extrato etéreo= 9,44/g e carboidratos= 4,11 kcal/g (NCR 1993).

Os ingredientes utilizados na preparação das dietas foram misturados e homogeneizados manualmente, sendo o farelo de soja e a farinha de carne e ossos triturados em triturador de martelo e peneirados em peneira de 1,0 mm, umedecidos com 50% de água e posteriormente extrusados (5,0 mm) em extrusora Ibramaq MX-80. Após secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 24 horas, com a ração ainda quente, foi adicionado o energético através de um pulverizador costal da marca JACTO realizando-se concomitantemente a mistura manual objetivando a incorporação homogênea da mistura ração-energético. Durante o experimento, as rações permaneceram armazenadas em sacos plásticos, herméticos, em “freezer” (-10°C) sendo retiradas semanalmente porções cujos “pellets” foram fracionados com uma faca objetivando-se obter uma granulometria adequada à boca dos peixes. Este procedimento foi realizado nos primeiros 30 dias, sendo desnecessário quando os peixes atingiram um tamanho compatível com a granulometria do extrusado.

O balanceamento das rações e análises bromatológicas estão disponíveis nas Tabelas 2 e 3. Os grânulos da ração foram administrados aos animais até a aparente saciedade, sendo retirada a ração não consumida após vinte minutos.

Tabela 2. Composição percentual e valores calculados das rações experimentais.

Farinha de Carne e Ossos (%) – Banha(Ban)/Óleo de soja(OS)						
Ingedientes (%)	6%FCO-Ban	6%FCO-OS	9%FCO-Ban	9%FCO-OS	12%FCO-Ban	12%FCO-OS
Farinha de peixe ¹	39	39	36	36	33	33
Farinha de sangue ²	09	09	09	09	09	09
Farinha de carne e ossos ³	06	06	09	09	12	12
Farinha de trigo	20	20	20	20	20	20
Farelo de soja	15	15	15	15	15	15
Resíduo de castanha	04	04	04	04	04	04
Óleo de soja	-	6,6	-	6,6	-	6,6
Banha de suíno	6,6	-	6,6	-	6,6	-
Premix ⁴	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Total (%)	100	100	100	100	100	100
EB (Kcal/kg)	455,681	455,681	453,188	453,188	450,695	450,695
EB/ED	9,8	9,8	9,9	9,9	10,0	10,0

¹ Matéria seca, 89.5%; proteína bruta, 67%; lipídio, 10%; Lis, 5.0%; Met, 1.9%; Tre, 2.8%; Trp, 0.67%

² Farinha de sangue spray dried (matéria seca, 91.3%; proteína bruta, 83%; lipídio, 0.5%; cinza, 1.5%; energia, 4.9 MCcal/kg; Lis, 5.17%; Met, 0.71%; fen, 3.82%; Arg, 3.7%; His, 3.45%; Iso 1.76%; Leu, 7.22%; Tre, 3.04%; Val, 5.15%; Trp, 1.96%)

³ Matéria seca, 95%; Proteína bruta, 45.6%; lipídio, 11%; Cinza, 33%

⁴ Contido por kg mixtura: vitamina: A, 6000000 IU; B₁, 5000 mg; B₂, 1120 mg; B₃, 30000 mg; B₅, 30000 mg; B₆, 8000 mg; B₈, 2000 mg; B₉, 3 000 mg; B₁₂, 20000 mcg; C, 500 mg; D₃, 2250000 IU; K₃, 3000 mg; E, 75000 mg. Minerais: ZnSO₄, 150000; MnSO₄, 60000; KI, 4500; FeSO₄, 100000 mg; CoSO₄, 2000 mg; Na₂SeO₃, 400 mg.

Tabela 3. Composição percentual das rações experimentais.

Dietas	Dados a 100% de matéria seca			
	Umidade	Proteína Bruta	Lipídio	Cinzas
6% FCO + banha	7,1	46,9	14,7	8,9
6% FCO + óleo de soja	6,6	48,5	15,0	8,8
9% FCO + banha	8,3	46,1	14,8	9,5
9% FCO + óleo de soja	7,2	46,1	14,9	8,8
12%FCO + banha	7,2	45,3	15,4	9,1
12%FCO + óleo de soja	7,4	46,1	14,9	9,4

- Análise bromatológica realizada no laboratório de Nutrição de Peixes da Coordenação de Pesquisas em Aquicultura/CPAQ do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA.
- FCO – Farinha de carne e ossos.

O delineamento experimental aplicado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições de seis peixes por parcela. Os tratamentos consistiram da utilização de dois níveis percentuais de farinha de castanha-do-brasil e dois níveis de farinha de sangue spray dried. As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico ASSISTAT (2008) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A temperatura é o principal fator abiótico que age sobre a taxa de metabolismo dos peixes e conseqüentemente no consumo de alimento e processo digestivo (Smith, 1989). Os peixes, como animais pecilotermos, apresentam uma grande variação de seu metabolismo em função da temperatura, havendo uma faixa ideal para cada espécie, na qual o índice de ingestão de alimentos e crescimento é máximo. Para a estimativa de crescimento de peixes, a temperatura da água é um importante fator, que deve ser considerado, pois atividades metabólicas tais como síntese de proteínas e degradação de lipídios são claramente influenciadas pela temperatura. Durante todo o período experimental ocorreu uma grande amplitude térmica. Temperaturas da água abaixo de 20°C foram registradas às oito horas da manhã, ocorrendo à necessidade de aquecimento artificial principalmente no durante a madrugada (Tabela 4).

Tabela 4. Temperatura da água em °C determinada diariamente às 8:00 e 14:00h.

Dia Mai/Jun/08	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06
8:00hs	24,7	24,4	22,5	24,4	23,7	24,1	24,2	24,9	20,1	21,2	23,4	21,1	20,8	21,3	22,5
14:00hs	27,3	27,1	24,8	27,7	27,2	27,0	26,3	21,0	20,2	20,3	24,4	24,8	26,0	26,2	26,9
Dia Junho/08	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
8:00hs	22,5	23,3	23,5	25,0	25,2	23,9	24,3	24,9	24,2	24,1	19,6	20,0	22,5	23,1	24,8
14:00hs	28,0	28,2	29,1	29,1	27,8	28,8	29,0	27,2	26,8	25,9	26,2	24,7	26,9	29,0	27,7
Dia Jun/Jul/08	22	23	24	25	26	27	28	29	30	01	02	03	04	05	06
8:00hs	23,4	21,2	20,4	20,5	19,6	20,6	22,1	22,3	22,5	22,9	23,7	22,7	22,6	23,0	23,0
14:00hs	23,9	22,5	21,2	23,1	24,9	25,5	26,7	26,8	27,8	28,1	28,1	28,6	29,1	29,2	29,1
Dia Julho/08	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	18	19
8:00hs	24,1	24,3	24,1	24,6	23,7	22,9	23,2	23,0	23,6	23,2	22,8	21,7	21,3	-	-
14:00hs	29,5	29,4	29,8	29,3	28,2	29,2	29,4	29,7	29,6	29,1	28,0	28,5	27,1	-	-

Em geral, o ritmo de todas as funções fisiológicas ligadas à alimentação e ao crescimento aumenta conforme aumenta a temperatura. O choque térmico é um importante agente estressor para os peixes tropicais, pois a mudança brusca e repentina da temperatura ambiental pode causar extremos e imediatos desbalanços nas reações enzimáticas desses animais (Tanck *et al.*, 2000). Segundo Cowey (1979) a temperatura ideal para o desempenho ótimo de produção dos peixes, deve ser aquela na qual a assimilação voluntária da energia necessária, para manutenção e para crescimento, é máxima. Quatro peixes, todos oriundos de caixas que receberam dietas com óleo de soja foram descartados por apresentarem infecção. Baixas taxas de sobrevivência causadas por infecção por *Edwardsiella ictaluri* assim como a redução na capacidade de produzir anticorpos, foram relatadas por Fracalossi e Lovel (1994) depois de alimentar *Ictalurus punctatus* com uma dieta contendo 7% de linhaça. Além disso, deficiência de n-3 HUFA em dietas de trutas, *Oncorhynchus mykiss*, reduziu a resistência dos animais ao vírus IHN (Kiron *et al.*, 1995); e mais recentemente, Montero *et al.* (2003) concluíram que a alimentação por longo período de gilthead seabream, *Sparus aurata*, com 60% de óleo de soja na dieta, pode levar a imunodepressão.

Para os demais parâmetros monitorados; oxigênio dissolvido antes e depois da troca de água, pH, concentrações de amônia total (NH_3+NH_4) e nitrito (NO_2^-) não ocorreu variações que pudessem prejudicar o desempenho dos juvenis de pirarucu (Cavero *et al.*, 2003) (Tabela 1). Os valores observados para o oxigênio dissolvido antes da troca de água variou entre 2,1 e 2,9 mg/l, baixos para peixes mesmo de regiões tropicais, não sendo entretanto inadequado para o pirarucu em decorrência de seu sistema respiratório constituído de dois aparelhos respiratórios: brânquias para respiração aquática e uma bexiga natatória que funciona como pulmão captando o ar atmosférico (Bart e Imbiriba, 1986).

A mudança no teor de farinha de carne e ossos incorporada às rações experimentais, assim como a mudança da fonte de energia, banha de suíno e óleo de soja, não influenciou significativamente ($P > 0,05$) no peso final dos animais (Tabela 6). Monhsen e Lovell (1990) citam que a inclusão da farinha de carne e ossos em níveis de até 11% aumenta a palatabilidade de dietas contendo farelo de soja e milho para o bagre do canal. No presente trabalho considerando a pequena variação entre os teores incorporados de FCO (6, 9 e 12%) além do alto teor de outros ingredientes protéicos como a farinha de peixe, considerada de boa palatabilidade e da farinha de sangue de baixa palatabilidade, não é possível atribuir qualquer diferença de desempenho entre os tratamentos atribuindo ao parâmetro “palatabilidade” a causa dessa variação.

A melhor taxa de conversão foi obtida com as dietas 6%FCO + B e 9%FCO + B. Nestas dietas, observamos que o aumento para 9% na incorporação de FCO quando foi utilizado banha, manteve a ração com a melhor taxa de conversão dentre todos os tratamentos.

Yang *et al.* (2004) testaram o potencial de utilização da farinha de carne e ossos (FCO) e resíduos de abatedouros de aves como fonte de proteína para juvenis do camarão *Macrobrachium nipponense*. Em dieta com 38% de proteína, foi feita a substituição desta nos níveis de 15 e 50% pela FCO. Os resultados apontaram que a substituição da farinha de peixe pela FCO nos dois níveis, não afetou o crescimento, parâmetros imunológicos e ainda aumentou a sobrevivência significativamente. Concluíram que tanto FCO como resíduos de abatedouros de aves podem substituir até 50% da proteína da farinha de peixe em dietas para *M. nipponense*. De fato, no presente trabalho não foi observada alteração na taxa de sobrevivência dos peixes quando alterada a taxa de inclusão de FCO. Tan, *et al.* (2005) avaliaram o uso de farinha de carne e ossos (FCO) como substituto de farinha de peixe nos níveis de (0, 20, 30, 40,

50, 60 e 80%) (dietas 1-7) respectivamente, em dietas práticas para camarão branco *Litopenaeus vannamei*. Não foi observada diferença significativa no crescimento entre os camarões das dietas 1 a 6. A taxa de sobrevivência variou entre 95% e 100%, não apresentando portanto diferença significativa. A conversão alimentar e composição da carcaça também não foram afetados pela variação no teor de FCO o mesmo ocorrendo com a eficiência protéica entre os tratamentos 1 a 6. Concluíram assim que até 60% da proteína da farinha de peixe pode ser substituída por FCO sem efeito adverso no crescimento, sobrevivência, conversão, eficiência protéica e composição corporal para *L. vannamei*.

. Bharadwaj, *et al.* (2002) testaram oito dietas para avaliar farinha de carne e ossos (0, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45 %) substituídos por quantidades equivalentes (isonitrogenadas) de farelo de soja e farinha de peixe como fonte de proteína e aminoácidos essenciais para juvenis de striped bass híbridos *Morone chaysops x M. Saxatilis*. Consumo, ganho de peso, taxa de conversão, composição corporal, gordura visceral e no fígado, apresentaram diferenças insignificantes entre os tratamentos. A disponibilidade aparente de proteína bruta, fósforo e aminoácidos foi significativamente menor em peixes alimentados com 45% de farinha de carne e ossos comparado com os arraçoados com 30% ou menos desse ingrediente.

O índice de crescimento diário foi maior nas dietas com inclusão de gordura animal como fonte de energia, excetuando-se a dieta com maior teor de FCO (12%). Quando o teor de 12% de FCO foi utilizado com banha, este índice foi reduzido ao nível das dietas com óleo de soja. Quinghui *et al.* (2006), em um experimento conduzido para investigar os efeitos da substituição de farinha de peixe por FCO no crescimento e composição corporal de yellow croaker *Pseudosciaena crocea* não observaram diferença significativa na taxa de crescimento entre os peixes alimentados com 0% FCO

(grupo controle) e os tratamentos em que a farinha de peixe foi substituída por FCO nos níveis de 15, 30 e 45%. Nenhuma diferença significativa foi observada no consumo voluntário. Em experimento de digestibilidade, constataram que o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína, lipídio e energia da FCO foram significativamente menores se comparados com aqueles da farinha de peixe. Estes resultados sugerem que o pior desempenho observado pelos pirarucus alimentados com 12% de FCO em substituição a farinha de peixe ocorreu em função da baixa digestibilidade e desbalanceamento pela carência de aminoácidos essenciais FCO.

Sugiura *et al.* (2000) observaram em experimento com truta arco-íris, que subprodutos de origem animal que apresentam alto teor de minerais, incluindo fósforo, como a farinha de carne e ossos levou a uma redução na disponibilidade de manganês e zinco não afetando as de potássio, sódio e cobre. Quando os peixes foram alimentados com dietas contendo teor mais elevado de ossos de peixes, a disponibilidade de P, Ca, Mg e Fe foi reduzida. Recomendam os autores, cuidados especiais na utilização de ingredientes com alto teor de cinzas (alto fósforo) na elaboração de rações com baixo potencial de poluição da água.

No consumo voluntário foram observados três grupos de desempenho distintos; maior consumo nas duas dietas com 12% FCO e na dieta 9% FCO + OS com os valores de (5,21; 5,43 e 5,20) respectivamente, intermediário na dieta 6% FCO + OS (4,83) e menor nas rações 6% FCO + B (4,34) e 9% FCO + B (4,58). Alguns estudos anteriores mostraram que a taxa de consumo voluntário diminui com o aumento do teor de FCO na dieta em razão da redução na palatabilidade, contribuindo assim para a redução do crescimento (Willams e Barlow, 1996; Rodriguez *et al.*, 1996; Xue e Cui, 2001). Estes dados aparentemente contraditórios em relação aos outros analisados são explicados pela perda de ração. A desagregação e submersão do extrusado produziram o

turvamento da água impedindo a visualização e recolhimento da ração não consumida nos 20 minutos após o arraçoamento. Os dados de consumo voluntário dos tratamentos que apresentaram maior valor foram, portanto superestimados.

A taxa de eficiência protéica entre as dietas apresentou maiores valores nas dietas 6% FCO + banha (1,44) e 9% FCO + banha (1,43) diferenciando-se estatisticamente ($P>0,05$) das demais. Estes dados sugerem uma interação positiva neste parâmetro para menor nível de inclusão de FCO com a gordura animal.

No presente trabalho, as rações testadas apresentaram valores da relação energia: proteína entre 9,8 e 10,0 (Tabela 2). Trabalhos desenvolvidos por Britz e Hecht (1997), Dias *et al.* (1998), Samantaray e Mohanty (1997) e Tibaldi *et al.* (1996), utilizando peixes carnívoros como material biológico determinou que a melhor relação energia: proteína para alimentação das espécies carnívoras está entre 7 e 9 kcal ED/g de proteína. Parpoura e Alexis (2001), testando cinco dietas de composições semelhantes contendo diferentes tipos e quantidades de óleos (oliva, soja e peixe) em juvenis de sea bass *Dicentrarchus labrax*, não encontraram diferenças nos parâmetros de crescimento, composição de carcaça e hematológicos. Por outro lado, em análise histológica, os peixes que receberam dietas suplementadas exclusivamente com óleos vegetais apresentaram degeneração e hemorragias no fígado além de alteração na estrutura das guelras.

O fator de condição não apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos variando entre 5,98 e 6,78. Este parâmetro indica uma condição adequada de nutrição dos peixes não tendo ocorrido falta de alimento para os animais.

A retenção protéica foi significativamente menor nos dois tratamentos com 12% FCO (4,9 e 4,3) sendo maior nos demais, variando entre 11,85 e 9,80.

Kikuchi, *et al.* (1997) testaram o desempenho de farinha de carne e ossos (FCO) como fonte de proteína na dieta de juvenis de *Paralichthys olivaceus* em dietas contendo 0, 9, 18, 36 e 44% de FCO. Foram realizados dois experimentos com duração de 4 e 7 semanas. Em ambos, o peso final, ganho de peso, eficiência na conversão alimentar (ECA) e eficiência protéica (EP) diminuíram proporcionalmente ao aumento no teor de FCO. A ECA dos peixes alimentados com 44% de FCO e a EP daqueles alimentados com 36 e 44% de FCO foi significativamente menor do que aqueles da dieta controle. O ganho de peso dos peixes alimentados com 36 e 44% de FCO também foi menor do que daqueles da dieta controle no experimento 2. Ocorreu pequena diferença na composição corporal do peixe inteiro e nos parâmetros hematológicos e constituintes plasmáticos entre os animais alimentados com 18% de FCO e o grupo controle

A retenção de lipídio variou entre 7,0 na dieta 12% FCO + óleo de soja até 8,37 na dieta 9% FCO + banha, não apresentando diferença estatística significativa ($P > 0,05$). Este dado combinado com a relação energia: proteína indica que não ocorreu déficit de energia nas formulações. Altos níveis de lipídio na dieta induzem altos níveis de deposição de lipídio na carcaça, podendo levar também, a uma redução no consumo de alimento e ingestão de proteína e outros nutrientes, causando queda na taxa de crescimento (Cho, 1990; Lovell, 1991).

Bureau *et al.* (2000) em experimento com truta arco-íris, incorporando até 24% de farinha de carne e ossos (provendo até 25% da proteína disponível) não observaram efeito negativo sobre o crescimento dos peixes, entretanto, uma pequena porém significativa redução na eficiência alimentar em comparação à dieta controle foi constatada.

Tabela 5. Efeito das dietas elaboradas com diferentes níveis de farinha de carne e ossos e duas fontes de energia (banha de suíno e óleo de soja) sobre a composição corporal (peixe inteiro) de juvenis de pirarucu após 58 dias.

	Dietas %FCO – energético						
	Inicial	6 – banha	6 – óleo	9 – banha	9 – óleo	12 – banha	12 - óleo
Umidade(%)	85,37	86,1±1,7 ^a	85,8±0,7 ^a	85,0±0,9 ^a	84,7±1,2 ^a	84,3±0,9 ^a	85,6±1,0 ^a
Proteína bruta(%)	75,5	56,4±1,1 ^a	57,8±0,8 ^a	56,5±1,6 ^a	57,2±2,9 ^a	56,4±1,9 ^a	57,1±3,2 ^a
Lipídio(%)	2,9	11,4±0,8 ^a	12,1±1,0 ^a	11,9±0,5 ^a	13,8±1,1 ^a	13,3±1,4 ^a	12,6±1,2 ^a
Cinza(%)	18,1	13,6±0,2 ^{bc}	13,2±0,6 ^c	14,8±0,7 ^a	14,3±0,3 ^{abc}	14,4±0,3 ^{ab}	15,4±0,7 ^a

O crescente número de bovinos abatidos no Estado do Acre, e conseqüente aumento na oferta de sangue, produzem no mercado local uma vantagem comparativa importante para justificar a utilização de uma fonte de proteína com desempenho inferior à farinha de peixe.

Tabela 6. Efeito de diferentes níveis de farinha de carne e ossos combinada com duas fontes de energia (banha de suíno e óleo de soja) no ganho de peso, taxa de conversão e utilização de nutrientes em juvenis de pirarucu após 58 dias.

	Teor de FCO (%) - energético (banha /B, óleo de soja/ OS)					
	6 - B	6 - OS	9 - B	9 - OS	12 - B	12 - OS
Peso inicial (g)	77,2±5,7 ^a	76,7±6,6 ^a	66,7±10,6 ^a	70,5±3,1 ^a	77,7±3,6 ^a	73,2±7,3 ^a
Peso final (g)	952,7±89,2 ^a	888,0±49,9 ^a	1003,0±15,1 ^a	905,0±55,5 ^a	878,5±74,6 ^a	881,2±26,7 ^a
Índice de crescimento diário ¹ (%/dia)	9,6±0,62 ^{ab}	9,2±0,38 ^b	10,3±0,28 ^a	9,5±0,30 ^{ab}	9,1±0,45 ^b	9,3±0,14 ^b
Consumo voluntário ² (g/kg/dia)	4,34±0,11 ^c	4,83±0,11 ^b	4,58±0,10 ^c	5,20±0,12 ^a	5,21±0,08 ^a	5,43±0,11 ^a
Taxa de conversão ³ (g/g)	1,48±0,06 ^c	1,67±0,06 ^b	1,52±0,02 ^c	1,76±0,06 ^{ab}	1,80±0,05 ^a	1,86±0,03 ^a
Taxa de eficiência protéica ⁴ (%)	1,44±0,06 ^a	1,24±0,04 ^b	1,43±0,02 ^a	1,23±0,04 ^b	1,22±0,03 ^b	1,17±0,02 ^b
Fator de condição ⁵	6,78±0,29 ^a	6,34±0,22 ^a	6,22±0,60 ^a	5,98±0,46 ^a	6,12±0,44 ^a	6,22±0,12 ^a
Sobrevivência	100±0,00 ^a	96,87±6,25 ^a	100±0,00 ^a	96,87±6,25 ^a	96,87±6,25 ^a	100±0,00 ^a
Retenção de nutrient						
Proteína % ⁶	10,90±1,10 ^a	9,80±1,15 ^a	11,85±1,27 ^a	10,54±0,66 ^a	4,90±0,57 ^b	4,30±0,73 ^b
Lipídio % ⁶	7,76±1,35 ^a	7,37±1,70 ^a	8,37±1,28 ^a	7,79±1,55 ^a	8,10±1,59 ^a	7,00±1,49 ^a

Valores (media ±SD n=4) com a mesma letra na linha não são significativamente diferentes (P > 0.05).

¹ ICD: $(PCF^{1/3} - PCI^{1/3}) / 60 \text{ dias} \times 100$.

² CVI: consumo bruto de ração / média de peso corporal - MPC/ duração do experimento sendo MPC (kg), média de peso corporal: $(PCI + PCF)/2/1000$.

³ TC: ganho de peso úmido / consumo de ração seca.

⁴ TEP: ganho de peso úmido/consumo de proteína bruta.

⁵ K= $[(100)(PCF, g)/(Lt^3, cm)]$, onde Lt e o comprimento padrão final.

⁶ Retenção de nutriente = $[(100) \times (\text{retenção do nutriente}) / (\text{consumo do nutriente})]$

Conclusão

Os resultados indicam que nas condições em que se desenvolveu este trabalho, é necessário uma análise econômica considerando o custo da farinha de carne e osso, óleo de soja e banha de suíno para a determinação da melhor relação entre estes ingredientes para a elaboração de uma dieta de melhor desempenho.

Agradecimento

Ao conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo suporte financeiro e ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - CPAQ pela análise dos ingredientes, rações e carcaça dos peixes utilizados neste experimento.

Referências bibliográficas

ASSISTAT, Assistente para Análise Estatística versão 7.5. - 2008. Prof. Francisco de Assis. Universidade Federal de Campina Grande – PB (UFCG). Software.

AYRES, M., AYRES, M. J. D. L., SANTOS, A. S. Biostat 2.0. Aplicações estatísticas nas áreas biológicas e médicas. Belém; Sociedade Civil Mamirauá/CNPq. 272p. 2000.

BART, J., e IMBIRIBA, E. P. Piscicultura do pirarucu *Arapaima gigas*. EMBRAPA CPATU. Circular Técnica, 52. 17p. 1986.

BHARADWAJ, A. S., BRIGNON, W. R., GOULD, N.L., BROWN, P. B., WU, Y.V. Evaluation of meat and bone meal in practical diets fed to juvenile hybrid striped bass *Morone chrysops* x *M. saxatilis*. Journal of the World Aquaculture Society, 33(4):448-457. 2002.

BRITZ, P.J., HECHT, T. Effect of dietary protein and energy level on growth and body composition of south African abalone, *Haliotis midae*. Aquaculture, v.156, p.195- 210, 1997.

BUREAU, D.P., HARRIS, A.M., BEVAN, D.J., SIMMONS, L.A., AZEVEDO, P.A., CHO, C.Y. Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* diets. Aquaculture 181, 281– 291. 2000.

CAVERO, B. A. S. Densidade de estocagem de juvenis de pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) em tanques-rede de pequeno volume. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 51p. 2002.

CAVERO, B. A. S., PEREIRA-FILHO, M., BORDINHON, A. M., FONSECA, F. A. L. da, ITUASSÚ, D. R., ROUBACH, R., ONO, E. A. Tolerância de juvenis de pirarucu

ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, n.5, p.513-516, maio 2004.

CHO, C.Y. Fish nutrition, feeds, and feeding: with special emphasis on salmonid aquaculture. Food Reviews International, v.6, n.3, p.333-357.1990.

COWEY, C. B. Exigências de proteínas e aminoácidos pelos peixes. In: Fundamentos de nutrição de peixes. Piracicaba, Livroceres Ltda. 108 p. 1979.

CRESCÊNCIO, R. Treinamento alimentar de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (CUVIER,1829), utilizando atrativos alimentares. Manaus. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Universidade do Amazonas. 2001. 35p. (Dissertação de mestrado).

DIAS, J., ALVAREZ, M.J., DIEZ, A. Regulation of hepatic lipogenesis by dietary protein/energy in juvenile European seabass *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture, v.161, p.169-186, 1998.

EL-SAYED, A.M. e GARLING, D.L. Jr. Carbohydrate-to-lipid ratio in diets for *Tilapia zillii* fingerlings. Aquaculture, 73,157–163. 1988.

FONTENELE, O. Contribuição para o conhecimento da biologia do pirarucu *Arapaima gigas* Cuvier, em cativeiro *Actinopterygii, Osteoglossidae*. Rio de Janeiro/BR.Revista Brasileira Biologia, 8 (4):445-459. 1948.

FRACALOSSO, D.M., LOVELLI, R.T. Dietary lipid sources influence responses of channel catfish *Ictalurus punctatus* to challenge test with the pathogen *Edwardsiella ictaluri*. Aquaculture 119, 287–298. 1994.

HAVASHI, C., GONÇALVES, G. S. e FURUYA, V. R. B. Utilização de diferentes alimentos durante o treinamento alimentar de alevinos de pintado *Pseudoplatystoma*

corruscans (Agassiz, 1829). In: Acuicultura en harmonia con el ambiente, Acuicultura 99. Puerto La Cruz. Venezuela. p. 258-267. 1999.

HIQUERA, M. de la. Diseños y métodos experimentales de evaluación de dietas. In: MONTEROS, J.E. de los, LABARTA, M. (Ed.). Nutricion en Acuicultura II. Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y Tecnica. p. 291-318. 1987.

IMBIRIBA, E. P. Produção de alevinos de pirarucu, *Arapaima gigas* (CUVIER). Bol. EMBRAPA – CPATU nº 57. 19p. 1991.

KAUSHIK, S.J. e MEDALE, F. Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids. *Aquaculture*, 124, 81–97. 1994.

KIKUCHI, K., SATO, T., FURUTA, T., SAKAGUCHI, I., DEGUCHI, Y. Use of meat and bone meal as a protein source in the diet of juvenile Japanese flounder. *Fisheries Science*, 63(1):29-32. 1997.

KIRON, V., FUKUDA, H., TAKEUCHI, T., WATANABEBE, T. Essential fatty acid nutrition and defence mechanism in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Comp. Biochem. Physiol.* 111A, 361–367. 1995.

KUBITZA, F. Preparo de rações e estratégias de alimentação no cultivo intensivo de peixes carnívoros. *Anais do Simpósio Internacional sobre nutrição de peixes e crustáceos*. Campos do Jordão, SP. 91-115. 1995.

LOVELL, R. T. *Nutrition and feeding of fish*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989. 260p.

LOVELL, R. T. Nutrition of Aquaculture Species. *Journal of Animal Science*, v.69, p. 4193-4200. 1991.

- MONTERO, D., KALONOWSKY, T., OBACH, A., ROBAIMA, L., TORT, L., CABALLERO, M.J., IZQUIERDO, M.S. Vegetable lipid sources for gilthead seabream *Sparus aurata*: effects on fish health. *Aquaculture* 225, 353–370. 2003.
- MOHSEN, A.A., LOVELL, R.T. Partial substitution of soybean meal with animal protein sources in diets for channel catfish. *Aquaculture*, v.90, p.303-311, 1990.
- MOURA CARVALHO, L. O. D., NASCIMENTO, C. N. B. do. Engorda de pirarucus *Arapaima gigas* em associação com búfalos e suínos. Belém: EMBRAPACPATU. Circular Técnica 65. 21p. 1992.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of fish. Washington: National Academic Press. 114p. 1993.
- PARPOURA, A. C. R. e ALEXIS, M. N. Effects of different dietary oils in sea bass *Dicentrarchus labrax* nutrition. *Aquaculture International* 9: 463-476, 2001.
- PEREIRA-FILHO, M.; CAVEIRO, B. A. S.; ROUBACH, R.; ITUASSU, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Cultivo do pirarucu *Arapaima gigas* em viveiro escavado. *Acta Amazônica* vol. 33 (4): 715-718. Out/Dez 2003.
- PEZZATO, L. E. Qualidade dos ingredientes, processamento e eficiência alimentar em aqüicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, GOIÂNIA. Anais: IMBRAQ. P.62-75. 2002.
- PONTES, A. C. O pirarucu *Arapaima gigas* Cuvier, nos açudes públicos do nordeste brasileiro. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Ceará/BR. 50p. 1977.

QINGHUI, I., KANGSEN, M., BEIPIG, T, Wei, X.; OINGYUAN, D.; HONGMING, M.; LU, Z. Replacement of fish meal by meat and bone meal in diets for large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea*. *Aquaculture*, 260, 255–263. 2006.

RODRIGUEZ, S. M., OLIVERA, N. M., CARMONA, O. C. Nutritional value of animal by-product meal in practical diets for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture. Research*: 27, 67–73. 1996.

SAMANTARY, K., MOHANTY, S. S. Interactions of dietary levels of protein and energy on fingerling snakehead, *Channa striata*. *Aquaculture*, 156, p.241-249. 1997.

SARGENT, J., HENDERSON, R.J., TOCHER, D.R. The lipids. In: HALVER, J. (Ed.). *Fish nutrition*. Washington: Academic Press. cap.4, p.153-217. 1989.

STEFFENS, W. Principles of fish nutrition. Chichester: Ellis Harwood. p.184- 208: Energy requirement. 1989.

SUGIURA, S.H., BABBITT, J.K., DONG, F.M., HARHY, R.W. Utilization of fish and animal by-product meals in low-pollution feeds for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research*, 31(7):585-593. 2000.

SULLIVAN, J.A., REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass *Morone saxatilis* x *Morone chrysops*. *Aquaculture*, v.138, p.313-322, 1995.

TAN, B., MAI, K., ZHENG, S., ZHOU, Q., LIU, L., YU, Y. Replacement of fish meal by meat and bone meal in practical diets for the white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture Research*, 36(5):439-444. 2005.

TANCK, M., BOOMS, G., EDING, E., WENDELAAR BONGA, S., KOMEN, J. Cold shocks: a stressor for common carp. *Journal of Fish Biology*, v 57, p. 881-894. 2000.

TIBALDI, E., BERALDO, P.; VOLPELLI, L.A. Growth response of juvenile dentex *Dentex dentex* L. to varying protein level and protein to lipid ratio in practical diets. *Aquaculture*, v.139, p.91-99.1996.

YANG, Y., XIE, S., LEI, W., ZHU, X., YANG, Y. Effect of replacement of fish meal by meat and bone meal and poultry by-product meal in diets on the growth and immune response of *Macrobrachium nipponense*. *Fish & Shellfish Immunology*, 17(2):105-114. 2004.

WILLAMS, K.C., BARLOW, C.G. Nutritional research in Australia to improve pelleted diets for grow-out barramundi. In: Kongkeo, H., Cabanban, A.S. (Eds.), *Aquaculture of Coral Fishes and Sustainable Reef Fisheries*. NACA and Pacific, Bangkok, Thailand. 1996.

WILSON, R.P. Utilization of dietary carbohydrate by fish. *Aquaculture*, 124, 67 – 80. 1994.

XUE, M., CUI, Y. Effect of several feeding stimulants on diet preference by juvenile gibel carp *Carassius auratus gibelio*, fed diets with or without partial replacement of fish meal by meat and bone meal. *Aquaculture* 198, 281–292. 2001.

APÊNDICE

FOTOGRAFIAS DAS INSTALAÇÕES, PEIXES E EQUIPAMENTOS



Figura 1. Caixas em fibra de vidro posicionadas no galpão em que se realizaram as três fases do experimento.



Figura 2. Alevinos utilizados para análise de carcaça inicial.



Figura 3. Alevinos de pirarucu.



Figura 4. Pescado sendo preparado para trituração e posterior utilização no treinamento alimentar dos alevinos para aceitação de ração seca.



Figura 5. Extrusora da marca INBRAMAQ MX-80 utilizada na elaboração das rações experimentais.



Figura 6. Alevinos no final do treinamento para aceitação de ração seca.



Figura 7. Unidade experimental com oito alevinos na primeira fase.

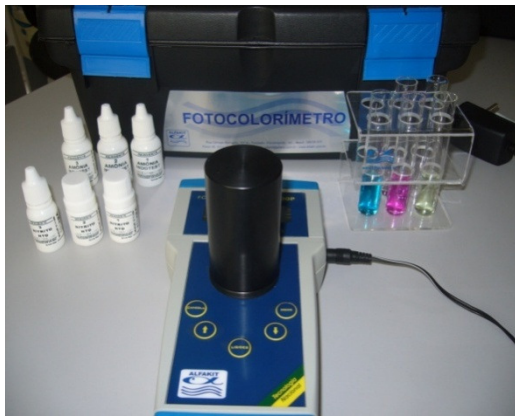


Figura 8. Fotocolorímetro ALFAKIT.



Figura 9. pHmetro ALFAKIT.



Figura 10. Oxímetro ALFAKIT.



Figura 11. Aquecedor elétrico na caixa de abastecimento de água (3.000 W).



Figura 12. Aquecedor tipo mergulhão para aquecimento de água (800 W).



Figura13. Compressor para aeração da água.



Figura 14. Infecção na nadadeira caudal.



Figura 15. Peixes mortos por infecção.

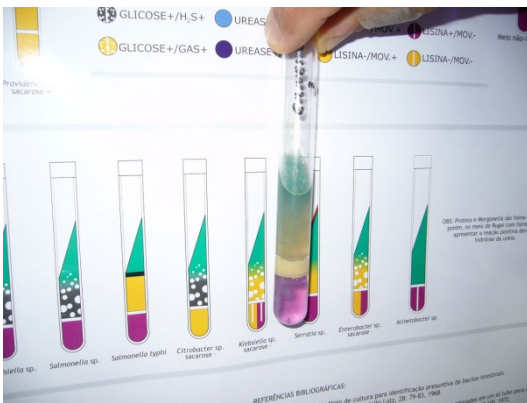


Figura 16. Identificação de infecção causada por *Klebsiella sp.*



Figura 17. Cultura de *klebsiella sp.*

A N E X O



REPÚBLICA FEDERAL



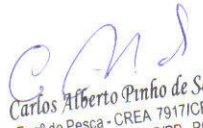
**PRESIDENCIA DA REPÚBLICA
SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA E PESCA
GERENCIA REGIONAL DO NORTE
ESCRITÓRIO ESTADUAL DE RONDÔNIA**

CERTIFICADO DE ORIGEM DE ORGANISMOS AQUÁTICOS DE CATIVEIRO, COM FINS COMERCIAIS	Número 686/2007
--	----------------------------



AQUICULTOR/ORIGEM/IDENTIFICAÇÃO			
Nome ou razão social: DARIO ADILSON HAUT		N.º Registro: RO-054/2002	
CPF/CNPJ - N.º 039.198.462-459	Reg. Geral: N.º 33054 - SSP/RO	Processo: 21046.001438/2002-29	
Endereço: BR 364 km - 129 - REI DO PEIXE			
Município: Itapoá D'Oeste		UF: Rondônia	
Data da Saída: 30/ novembro /2007	Hora: 12:00	Local: Itapoá D'Oeste	UF: Rondônia
Nome Vulgar: pirarucui		Nome Científico: Arapaima gigas	
Peso médio: insignificante	Quantidade: 250 alevinos	Grau de industrialização: Animal Vivo	

DESTINO PRODUTO/ IDENTIFICAÇÃO	
Nome ou Razão Social: Ricardo do Amaral Ribeiro - CNPq	CNPJ/CPF: N.º: 241.487.503-82
Endereço: Rua/Av.: Marechal Deodoro N.º: 872 Bairro:	
Município: Rio Branco	U.F.: Acre
Meio de Transporte: Terrestre em caixas de transporte	Finalidade: Criação

**CERTIFICADO VÁLIDO PARA O(S) DIA(S) 30/06 DE NOVEMBRO /
DEZEMBRO DE 2007**

<p>Porto Velho-RO, 28 de novembro de 2007.</p>	<p align="center">Carimbo e Assinatura do Responsável</p>  <p align="center">Carlos Alberto Pinho de Sá Eng.º de Pesca - CREA 7917/ICE Assessor Técnico - SEAPIPR RO</p>
--	---

ESTE CERTIFICADO NÃO EXIME DA OBRIGATORIEDADE DE OUTROS DOCUMENTOS EXIGIDOS NAS LEGISLAÇÕES FEDERAL, ESTADUAL E MUNICIPAL. INCLUSIVE NÃO SUBSTITUI A GUIA DE TRANSITO ANIMAL - GTA, EXPEDIDA PELO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA OU PELO IDARON, NO CASO DE TRANSPORTE INTERESTADUAL OU INTERMUNICIPAL.

 GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA SECRETARIA DE ESTADO DA FAZENDA	CARIMBO PADRONIZADO COM DADOS DO EMITENTE INSC. NO CAD. PROD. RURAL 0000000114156 - 2 DARIO ADIELSO HAUAT CPF: 039 198 462 - 49 BR 364 Km 129 Lt 005 GI 05 Zone Rural - 78.937-000 Itapua D' Oeste RO Cod. 110110	NOTA FISCAL DE PRODUTOR MOD. 4 "Série e Sub-Série N/N" <input type="checkbox"/> SAÍDA <input type="checkbox"/> ENTRADA	Nº DE CONTROLE DO FORMULÁRIO 023759			
	1º VIA DESTINATÁRIO/REMETENTE		Nº DE CONTROLE DO FORMULÁRIO			
NATUREZA DA OPERAÇÃO Venda		INSCRIÇÃO ESTADUAL				
DESTINATÁRIO / REMETENTE NOME / RAZÃO SOCIAL RICARDO DO AMARAL RIBEIRO-CNPJ		CNPJ / MF 241487503-82				
ENDEREÇO R. MAL. DEODORO 872		DATA DA EMISSÃO 29-11-07				
MUNICÍPIO RIO BRANCO AC		DATA DA SAÍDA / ENTRADA 30-11-07				
DADOS DO PRODUTO		HORA DA SAÍDA				
DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS Alevinos DE PIRARUCU (ARAPAIMA GIGAS)		UNIDADE 	QUANT. 250	VALOR UNITÁRIO 10,00	VALOR TOTAL 2500,00	ALÍQ. ICMS
CÁLCULO DO IMPOSTO		VALOR DO ICMS		VALOR TOTAL DOS PRODUTOS 2500,00		
GUIA DE RECOLHIMENTO (Nº AUTENTICAÇÃO E DATA)		VALOR DO ICMS		VALOR TOTAL DA NOTA 2500,00		
VALOR DO FRETE		VALOR DO SEGURO				
TRANSPORTADOR / VOLUMES TRANSPORTADOS						
NOME / RAZÃO SOCIAL		FRETE POR CONTA 1 - EMITENTE <input type="checkbox"/> 2 - DESTINATÁRIO <input type="checkbox"/>		PLACA DO VEÍCULO		UF
ENDEREÇO		MUNICÍPIO		UF		INSCRIÇÃO ESTADUAL
QUANTIDADE	ESPÉCIE	MARCA	NÚMERO	PESO BRUTO	PESO LÍQUIDO	
DADOS ADICIONAIS						
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES				VALIDAÇÃO (PARA USO DO FISCO)		
						

Esta Nota Fiscal só é válida para emissão após numerada e efetuada fixação do "Selo de Autenticidade" no campo Validação, pelo Fisco rondoniense.

NÚMERO DA NOTA FISCAL (PARA USO DO FISCO)

IND. GRÁF. E EDIT. LEONORA LTDA. CNPJ: 03.004.892/0001-20. I.E. 000000043557. CRED. Nº 02706308 DE 12/07/2006. AL: CELSO MACULTE, Nº 4071 - 70/REBAR-FONE: (69) 3316-3099 - NOTA FISCAL DE PRODUTOR RURAL MOD. 4 SÉRIE E SUB-SÉRIE N/N. S. DE 000.001 A 000.000. SEPAR. 3º D. R. E. F. P. C. Nº 20071882/AR 1/14 DE 16/03/07 ADP. 20070400000011 DE 10/04/07 AG. E. DE IVA-HO



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA
DEPARTAMENTO DE SAÚDE ANIMAL

Nº controle: 058578

GUIA DE TRÂNSITO ANIMAL (GTA) (VÁLIDA EM TODO O TERRITÓRIO NACIONAL)		UF	SÉRIE	NÚMERO
1. BOVIDEOS <input type="checkbox"/> Bovinos <input type="checkbox"/> Bubalinos		BR	A	016423
até 12 meses 13 a 24 meses 25 a 36 meses + de 36 meses total M F M F M F M F M F		2. MARCA DO REBANHO (PARA BOVINOS/BUBALINOS)		
3. AVES <input type="checkbox"/> Galinhas <input type="checkbox"/> Ovos Férteis <input type="checkbox"/> Bisavós <input type="checkbox"/> Corte <input type="checkbox"/> Perus <input type="checkbox"/> Pintos de 1 dia <input type="checkbox"/> Avós <input type="checkbox"/> Postura <input type="checkbox"/> Avestruzes <input type="checkbox"/> Adultos <input type="checkbox"/> Matrizes <input type="checkbox"/> Comercial		Macho Fêmea Total		
4. SUÍDEOS <input type="checkbox"/> 5. OUTRAS ESPÉCIES <input type="checkbox"/>	6. CAPRINOS <input type="checkbox"/> 7. OVINOS <input type="checkbox"/>		8. EQUÍDEOS <input type="checkbox"/>	
Macho Fêmea Total	até 6 meses Acima de 6 meses TOTAL M F M F		Equínos Asíninos Muare	
9. ANIMAIS AQUÁTICOS <input type="checkbox"/> Peixes <input type="checkbox"/> Adultos <input type="checkbox"/> Ovos Embrionários <input type="checkbox"/> Peso(KG) <input type="checkbox"/> Crustáceos <input checked="" type="checkbox"/> Alevinos <input type="checkbox"/> Cistos <input type="checkbox"/> Unidades <input type="checkbox"/> Moluscos <input type="checkbox"/> Larvas <input type="checkbox"/> Pós-larvas		Total 200		
10. TOTAL POR EXTENSO: <u>DUZENTOS</u>				
11. PROCEDÊNCIA CPF/CNPJ: 84.742.907.000/16 Nome: SO PEIXES DA AMAZÔNIA Estabelecimento: BR-364, KM-615 Código do Estabelecimento: Município: PIMENTA BUENO UF: RO		12. DESTINO CPF/CNPJ: 241.487.503/82 Nome: RICARDO DO AMARAL ZIBEIRO CNPJ Estabelecimento: R. MAKECHAL DEODORO 872 Código do Estabelecimento: Município: RIO BRANCO UF: AC		
13. FINALIDADE <input type="checkbox"/> Abate <input checked="" type="checkbox"/> Engorda <input type="checkbox"/> Reprodução <input type="checkbox"/> Exposição <input type="checkbox"/> Leilão <input type="checkbox"/> Esporte				
14. Meio de Transporte <input type="checkbox"/> A pé <input checked="" type="checkbox"/> Rodoviário <input type="checkbox"/> Ferroviário <input checked="" type="checkbox"/> Aéreo <input type="checkbox"/> Marítimo/Fluvial <input type="checkbox"/> Lacre nº				
15. VACINAÇÕES <input type="checkbox"/> FEBRE AFTOSA <input type="checkbox"/> BRUCELOSE <input type="checkbox"/> MAREK				
16. ATESTADO DE EXAMES <input type="checkbox"/> Brucelose <input type="checkbox"/> Tuberculose <input type="checkbox"/> AIE <input type="checkbox"/> Certificação nº				
17. OBSERVAÇÃO <u>DUZENTOS ALEVINOS DE PIRARUCU. CERTIFICADO SANITÁRIO SEQUE ANEXO.</u>		18. UNIDADE EXPEDIDORA MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO MARIA SEFA DÍGUA SERVIÇO DE INSPEÇÃO FEDERAL 07 MAIO 2008		
19. EMITENTE Médico Veterinário <input checked="" type="checkbox"/> Federal <input type="checkbox"/> Estadual <input type="checkbox"/> Habilitado <input type="checkbox"/> Funcionário Autorizado		20. EMISSÃO Local: PIMENTA BUENO Data: 07.05.2008 Hora: 17:00 Validade: 14.05.2008 Fone: 069 3451-0900		
21. IDENTIFICAÇÃO DO REBANHO DO EMITENTE SIF 2880/ PIMENTA BUENO ESTADO DE RORAIMA BRASIL Claudemir Soares de Sousa Médico Veterinário Responsável SIF 2880 - Portaria 219/2007 GAB/SEFARO - CRMV 0109/RO				

* Documento para o trânsito de animais de acordo com o Decreto nº 5.741, de 30 de março de 2006.

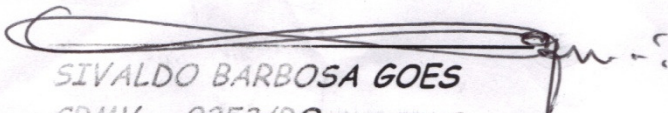
** A presente GTA será invalidada nos casos de (1) emenda, rasura ou adulteração; (2) Interrupção do trânsito entre a procedência e o destino, com desembarque dos animais.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

CERTIFICADO SANITARIO



SIVALDO BARBOSA GOES, Médico Veterinário - CRMV nº 0253/RO, inscrito no CPF nº 203.492.892-04 e RG nº 213.702 SSP-RO, vem pelo presente CERTIFICADO SANITARIO atestar que os peixes/Alevinos constantes na Nota Fiscal nº 840 da Empresa Só Peixes da Amazônia Ltda, com sede na cidade de Pimenta Bueno, Estado de Rondônia, não possuem nenhuma ocorrência de sinal clínico de doenças de animais aquáticos NOS ÚLTIMOS 60 DIAS, estando, portanto, aptos para comercialização, transporte e consumo.

Pimenta Bueno, RO, 07 de MAIO de 2008.


SIVALDO BARBOSA GOES

CRMV - 0253/RO

Sivaldo Barbosa Goes
CRMV/RO nº 0253
Cadastro PNCEBT/DARON-RO nº 0018

 BOUTIQUE DO PEIXE VIVO L. FELIZ DE OLIVEIRA - ME PRODUTORA, IMPORTADORA E EXPORTADORA E COMERCIANTE DE PEIXES VIVOS E ABATIDOS. Feira Coberta Elias Mansour, S/N° - Box 3/6 - Centro Fone: (68) 3223-4495 / 9961-2381 - Cep.: 69.900-000 - Rio Branco - Acre		NOTA FISCAL MODELO 01 ME <input type="checkbox"/> SAÍDA <input type="checkbox"/> ENTRADA INSC. C.N.P.J. (M.F.) Nº 03.132.483/0001-76 INSC. ESTADUAL Nº 01.001.198/001-75		Nº 000374 1.ª VIA - CLIENTE - BRANCA 2.ª VIA - FIXA - FÍSICO/ORIGEM - VERDE 3.ª VIA - FISCO/DESTINO - AMARELO 4.ª VIA - CONTABILIDADE - AZUL DATA LIMITE PARA EMISSÃO CONF. DEC. 008/98 23 / 10 / 2009					
NATUREZA DA OPERAÇÃO venda		C.F.O.P.		INSC. EST. SUBSTITUTO TRIBUTÁRIO					
DESTINATÁRIO / REMETENTE RAZÃO SOCIAL Ricardo Amaral Ribeiro			INSCR. / ESTADUAL		DATA DA EMISSÃO 10/03/2008				
ENDEREÇO Rio Branco Rua Marchel Dieder			CEP.		DATA SAÍDA / ENTRADA				
MUNICÍPIO Rio Branco		FONE / FAX		U.F.					
C.G.C. / C.P.F. 24148750382		HOJA DA SAÍDA 10:00							
DADOS DOS PRODUTOS									
CODIGO PRODUTO	DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS	CLAF. FISC.	SIT. TRIBUT.	QUANT.	UNID.	PREÇO UNITÁRIO.	PREÇO TOTAL	ALIQ. ICMS	ALIQ. IPT
	aleijões de branco			200		10,00	2.000,00		
DADOS DOS IMPOSTOS						VALOR TOTAL DOS PRODUTOS 2.000,00			
BASE DE CÁLCULO DO I.C.M.S.		VALOR DO I.C.M.S.		BASE DE CÁLCULO DO I.C.M.S. SUBSTITUÍDO		VALOR TOTAL DO I.C.M.S. SUBSTITUÍDO		VALOR TOTAL DO I.P.I. 2.000,00	
VALOR DO FRETE		VALOR DO SEGURO		OUTRAS DESPESAS ACESSÓRIAS		VALOR TOTAL DO I.P.I.		VALOR TOTAL DA NOTA 2.000,00	
TRANSPORTADOR / VOLUMES TRANSPORTADOS						FRETE POR CONTA 1- EMITENTE <input type="checkbox"/> 2- DESTINATÁRIO		PLACA DO VEÍCULO	
NOME / RAZÃO SOCIAL			U.F.		C. N. P.J. / C.P.F. Nº				
ENDEREÇO			MUNICÍPIO		U.F.		INSC. ESTADUAL		
QUANTIDADE	ESPÉCIE	MARCA	NÚMERO	PESO BRUTO	PESO LÍQUIDO				
DADOS ADICIONAIS			OBS.: Selos Numerados de: 0006267501-2 a 0006267650-7 Série - Única Processo Nº 017924/2006						
Gráfica Brilhante - Ivanira de O. Arruda - (ME) - Rua Rio de Janeiro Nº 836 - Fone: (68) 3224-0653 - Insc. Est.: 01.001.455/001-32 - C.N.P.J.: 00.577.024/0001-08 Imprimiu 03 Blocos 50x4 de 0351 a 0500 - Nota Fiscal MODELO 01 - Autorização: 2622/2006 em 23/10/2006 - SEFAZ de Rio Branco - Estado do Acre						REPETIR O NÚMERO E SÉRIE DO SELO			
RECEBEMOS DE L. FELIZ DE OLIVEIRA - ME OS PRODUTOS CONSTANTES DA NOTA FISCAL - FATURA INDICADA AO LADO						NOTA FISCAL M. 01 Nº 000374			
DATA DO RECEBIMENTO			IDENTIFICAÇÃO E ASSINATURA DO RECEBEDOR						

