

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ALIMENTOS CONVENCIONAIS E NÃO-
CONVENCIONAIS NA ENGORDA E QUALIDADE DE
PESCADO DO JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*)**

TESE DE DOUTORADO

Cátia Aline Veiverberg

**Santa Maria, RS, Brasil
2011**

**ALIMENTOS CONVENCIONAIS E NÃO-CONVENCIONAIS
NA ENGORDA E QUALIDADE DE PESCADO DO JUNDIÁ
(*Rhamdia quelen*)**

Cátia Aline Veiverberg

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Zootecnia.**

Orientador: Prof. João Radünz Neto

Santa Maria, RS, Brasil

2011

V431a Veiverberg, Cátia Aline
Alimentos convencionais e não-convencionais na engorda e qualidade de
pescado do jundiá (*Rhamdia quelen*) / por Cátia Aline Veiverberg. – 2011.
90 f. ; 30 cm

Orientador: João Radünz Neto
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências
Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2011

1. Piscicultura 2. Fontes proteicas 3. Nutrição 4. Peixes I. Radünz Neto,
João II. Título.

CDU 639.3.043

Ficha catalográfica elaborada por Cláudia Terezinha Branco Gallotti – CRB 10/1109
Biblioteca Central UFSM

©2011

Todos os direitos autorais reservados a Cátia Aline Veiverberg. A reprodução de partes ou do
todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

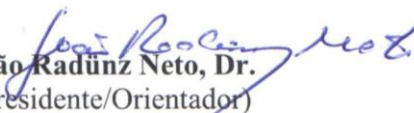
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**ALIMENTOS CONVENCIONAIS E NÃO-CONVENCIONAIS
NA ENGORDA E QUALIDADE DE PESCADO DO
JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*)**

elaborada por
Cátia Aline Veiverberg

como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutora em Zootecnia

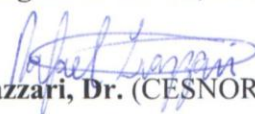
COMISSÃO EXAMINADORA:


João Radünz Neto, Dr.
(Presidente/Orientador)


Bernardo Baldisserotto, Dr. (UFSM)


Luiz Edivaldo Pezzato, Dr. (UNESP)


Maude Regina de Borba, Dra. (UFFS)


Rafael Lazzari, Dr. (CESNORS/UFSM)

Santa Maria, 09 de dezembro de 2011.

Aos meus pais João Alberto e Clarice

Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

A Deus, em cuja fé me agarrei em todos os momentos, pela força e paciência quando foi necessário.

Aos meus pais João Alberto e Clarice pelo apoio incondicional e por acreditarem no meu potencial, e principalmente pela compreensão pelos meus momentos de ausência. À minha irmã Kelly e meu cunhado Pablo pela companhia, apoio e amizade.

Ao Giovani, companheiro inseparável até hoje, que mesmo distante sempre me apoiou, estimulou e me amparou. Tua amizade, companheirismo, paciência e carinho foram fundamentais para que eu concluísse mais essa etapa!

Ao professor João Radünz Neto, por acreditar em mim e incentivar minha caminhada até aqui e daqui para frente. Obrigada pela orientação em todos os momentos, pelos ensinamentos técnicos, científicos, pela amizade e confiança, e por me mostrar os reais valores de um bom profissional.

À UFSM pelos quase 10 anos de acolhimento, pelo ensino gratuito e de qualidade. À CAPES pela bolsa no primeiro ano de doutorado. Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia e todos os professores que auxiliaram na obtenção deste título, pela disponibilização da estrutura e dos conhecimentos, e à OIIRTA, sempre disposta a me ajudar. À professora Leila Picolli da Silva, pela co-orientação e contribuições que aprimoraram muito este trabalho.

A toda a equipe do Laboratório de Piscicultura (colegas de Pós-graduação, estagiários e funcionária), pelo auxílio na elaboração, execução e concretização deste trabalho durante os três anos de doutorado. Um agradecimento mais que especial à Luciana Valentim Siqueira, que como bolsista conduziu o trabalho como se fosse dela, com responsabilidade, comprometimento e profissionalismo. Ah, e por me deixar “entrar em sua mente” e mostrar que o mundo da pesquisa é maravilhoso...

À Direção Geral e à Direção de Ensino do Instituto Federal Farroupilha, por me garantir a possibilidade de concluir o doutorado durante o estágio probatório. Espero atender às expectativas, que este título possa trazer grandes contribuições para a instituição.

Aos colegas do IF Farroupilha – JC pelo apoio e profissionalismo, e principalmente aos amigos que fiz nesta jornada “dupla”. Muraro, Franciano, Lu Lourega, Thais, Fabio, Luciano, Berilo, Luiz Antero e todos os demais: obrigada por me lembrar a cada dia que podemos ser excelentes profissionais sem deixar de se divertir e sermos felizes!

Aos profissionais que colaboraram para a qualidade técnica e científica deste trabalho, com esclarecimentos, materiais, equipamentos, sugestões e apoio: prof. Rafael Lazzari, prof^a. Tatiana Emanuelli, prof^a. Vania Lucia Loro, prof. Valderi Dressler, prof. Luiz Edivaldo Pezzato e suas respectivas equipes. À Ana Paula Oeda Rodrigues pela disposição e paciência em me orientar “à distância” no experimento de digestibilidade, não tenho palavras para agradecer.

Aos amigos e família que, pelos compromissos e a correria do dia-a-dia, aos poucos fui deixando de visitar e conversar tanto quanto queria ou deveria, obrigada pela compreensão.

Enfim, agradeço a todos que de uma forma ou outra contribuíram para que eu chegasse ao fim desta jornada, com a certeza da missão cumprida e de que o esforço vale à pena! Muito obrigada!

“O sucesso é um grande triângulo, tendo como vértices o caráter, a competência e o esforço.”

RESUMO

Tese de Doutorado

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Universidade Federal de Santa Maria

ALIMENTOS CONVENCIONAIS E NÃO-CONVENCIONAIS NA ENGORDA E QUALIDADE DE PESCADO DO JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*)

AUTORA: CÁTIA ALINE VEIVERBERG

ORIENTADOR: JOÃO RADÜNZ NETO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 09 de dezembro de 2011.

Com o crescimento acelerado da aquicultura e consequente aumento da demanda por rações aquícolas, o principal desafio da indústria consiste em identificar ingredientes potenciais para inclusão nas dietas, que garantam desempenho satisfatório, viabilidade econômica e qualidade do pescado. Considerando esta demanda, o objetivo deste trabalho foi avaliar a combinação de fontes proteicas de origem animal e vegetal na alimentação de juvenis de jundiá, e seus efeitos sobre o crescimento, metabolismo e a qualidade do pescado. Foram conduzidos três experimentos, dois de crescimento e um de digestibilidade. No experimento 1, foram avaliadas dietas contendo fontes proteicas alternativas em combinação com farelo de soja: FCS: farinha de carne suína; FCN: farelo de canola; FGI: farelo de girassol; FVA: farinha de vísceras de aves. Ao final de 12 semanas, os jundiás alimentados com as dietas FCS e FVA apresentaram maior ganho em peso e melhor conversão alimentar que os alimentados com as dietas vegetais. A atividade enzimática, o quociente intestinal e os índices hepato e digestivo-somático foram alterados em função da fonte proteica da dieta. Os peixes alimentados com as dietas FCS e FVA apresentaram maior concentração de triglicérides e colesterol plasmáticos, além de maior percentual de gordura no filé e no peixe inteiro, como reflexo do maior teor de gordura nas dietas. Os peixes alimentados com as dietas FCN e FGI apresentaram menor taxa de deposição de proteína corporal e no filé. No segundo experimento, o objetivo foi avaliar o efeito de estratégias de suplementação de aminoácidos limitantes na dieta de jundiás sobre o desempenho zootécnico, resposta metabólica e possíveis reflexos na qualidade dos filés. As dietas avaliadas foram: CON: farinha de carne suína+farelo de soja+suplementação com lisina e metionina; MIX: mistura de farelos vegetais e farinhas animais sem suplementação de aminoácidos livres; VEG: mistura de farelos vegetais e suplementação com lisina e metionina. Ao final de oito semanas, não foram observadas diferenças significativas no desempenho zootécnico e composição dos filés nos diferentes tratamentos. Entretanto, houve alteração da resposta metabólica dos jundiás em função da composição da dieta, que se refletiu no teor de gordura corporal. A dieta VEG alterou a cor e a luminosidade dos filés de jundiá. Entretanto, estas diferenças não foram detectadas na análise sensorial. O terceiro experimento foi realizado para avaliar os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, energia bruta e gordura dos seguintes ingredientes: farelo de canola, farinha de carne suína, farelo de girassol, farelo de soja e farinha de aves. As fezes foram coletadas em sistema de Guelph modificado, utilizando óxido de cromo (0,2% na dieta). A partir dos CDA das dietas foram estimados os CDA dos ingredientes. A farinha de carne suína apresentou os piores coeficientes de digestibilidade para todas as frações nutricionais (em torno de 30%), enquanto que as fontes proteicas vegetais apresentaram bons coeficientes de digestibilidade (entre 70 e 80%). Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que: Os farelos de canola ou de girassol em combinação com o farelo de soja, em grandes quantidades, não se apresentam como alternativa proteica na dieta de jundiás na fase de recria/engorda; A combinação de farelos vegetais, incluídos em pequenas quantidades na dieta, é capaz de proporcionar ganho em peso semelhante ao obtido com a dieta controle; Não há necessidade de suplementação de aminoácidos livres em dietas compostas pela combinação de farelos vegetais e farinhas animais em pequenas proporções.

Palavras-chave: Fontes proteicas. Farelos vegetais. Subprodutos de origem animal. Piscicultura

ABSTRACT

Animal Science Doctoral Thesis
Post-Graduate Program in Animal Science
Federal University of Santa Maria

CONVENTIONAL AND ALTERNATIVE FEEDSTUFFS ON GROWTH AND FLESH QUALITY OF JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*)

AUTHOR: CÁTIA ALINE VEIVERBERG

ADVISER: JOÃO RADÜNZ NETO

Date and Defense Place: Santa Maria, December 09th, 2011.

Due to rapid growth of aquaculture and the consequent increase for aquaculture feed, the industry's main challenge is to identify potential dietary ingredients that ensure satisfactory performance, economic viability and quality of fish. Considering this demand, the aim of this study was to evaluate the combination of different protein sources on feeding of jundiá juvenile, and their effects on growth, metabolism and quality of fish. Three experiments were conducted. In experiment 1, diets containing alternative protein sources in combination with soybean meal were evaluated: PMM: porcine meat meal; CM: canola meal; SFM: sunflower meal; PBM: poultry by-product meal. After 12 experimental weeks, jundiá fed diets PMM and PBM showed greater weight gain and better feed conversion than those fed diets with plant-protein diets. The enzyme activity, intestinal quotient and somatic indices changed according to the dietary protein source. Fish fed diets PMM and PBM had higher concentrations of plasma triglycerides and cholesterol, and higher fat content in fillet and whole fish, reflecting the higher fat diets. Fish fed diets CM and SFM had lower protein deposition. In the second experiment, the aim was to evaluate the effect of supplementation strategies for limiting amino acids in the diet of jundiá on growth, metabolic response and possible impact on fillet quality. The experimental diets were: CON: porcine meat meal + soybean meal, supplemented with lysine and methionine; MIX: mixture of plant and animal-protein sources, without supplementation of synthetic amino acids; VEG: mixture of plant-protein meals and supplementation with lysine and methionine. At the end of eight weeks trial, there were no significant differences on the performance and fillet composition. However, there were changes in metabolic response of jundiá due to diet composition, which was reflected in body fat content. The VEG diet altered the color and brightness of fillets, although these differences were not detected in the sensory analysis. The third experiment was conducted to evaluate the apparent digestibility coefficients (ADC) of dry matter, organic matter, crude protein, gross energy and fat of the following ingredients: canola meal, porcine meat meal, sunflower meal, soybean meal and poultry by-product meal. Feces were collected in modified Guelph system, using chromium oxide (0.2% in diet) as marker. From the ADC of diets were estimated ADC of ingredients. Porcine meat meal showed the worst digestibility coefficients for all nutritional fractions (about 30%), whereas plant-protein sources showed good digestibility coefficients (between 70 and 80%). Based on the results obtained in this work, we can conclude that: canola meal or sunflower meal in combination with soybean meal in large quantities are not an alternative dietary protein to jundiá; The combination of three plant protein meals, included in small amounts in the diet can provide similar weight gain to that obtained with the CON diet; There is no need for supplementation of free amino acids in diets composed by the combination of vegetable and animal meals in small proportions.

Keywords: Protein sources. Plant protein meals. Rendered animal protein. Fish farming.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1 - "Avaliação de fontes proteicas alternativas à farinha de carne suína em dietas para o jundiá (*Rhamdia quelen*)

Tabela 1. Formulação e composição das dietas experimentais fornecidas aos jundiás.....	32
Tabela 2. Desempenho zootécnico e rendimento de cortes após 12 semanas de alimentação com as dietas experimentais.....	33
Tabela 3. Atividade enzimática (U/mim/mg proteína) dos jundiás alimentados com dietas contendo diferentes combinações de fontes protéicas	34
Tabela 4. Resposta metabólica dos jundiás após 12 semanas de alimentação com as dietas experimentais	35
Tabela 5. Composição centesimal e taxas de deposição de proteína e gordura no peixe inteiro e no filé de jundiás alimentados com as dietas experimentais.....	36
Tabela 6. Resultados da escala hedônica de 5 pontos (1=desgostei muitíssimo e 5=gostei muitíssimo) e somatório dos julgamentos obtidos no teste de ordenação dos filés de jundiás alimentados com fontes proteicas.....	37

ARTIGO 2 - "Estratégias de suplementação de aminoácidos limitantes na dieta para o jundiá (*Rhamdia quelen*)

Tabela 1. Formulação das dietas experimentais fornecidas aos jundiás.....	53
Tabela 2. Desempenho zootécnico e rendimento de cortes de jundiás após 12 semanas de alimentação com as dietas experimentais	54
Tabela 3. Atividade enzimática dos jundiás alimentados com dietas contendo diferentes combinações de fontes protéicas (unidades expressas no rodapé da tabela)	55
Tabela 4. Resposta metabólica dos jundiás após oito semanas de alimentação com as dietas experimentais	56
Tabela 5. Composição centesimal (peixe inteiro e filé) e medida instrumental da cor dos filés dos jundiás ao final do experimento	57

ARTIGO 3 - "Coeficientes de digestibilidade aparente dos ingredientes proteicos para o jundiá (*Rhamdia quelen*)

Tabela 1. Composição dos ingredientes avaliados no experimento de digestibilidade.....	60
Tabela 2. Formulação da dieta-referência utilizada no experimento de digestibilidade	60
Tabela 3. Composição analisada dos ingredientes, dietas e fezes coletados no experimento de digestibilidade	62
Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos ingredientes protéicos pelo jundiá.....	63

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Composição centesimal dos ingredientes utilizados nos experimentos (expressos em % ou kcal/kg na matéria natural).	75
APÊNDICE 2 – Perfil de aminoácidos essenciais dos ingredientes utilizados nos experimentos (% na matéria natural).	76
APÊNDICE 3 – Teores de fatores antinutricionais dos farelos vegetais avaliados no trabalho.	77

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Normas de publicação da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) – Artigos 1 e 2.....	78
ANEXO 2 – Normas de publicação do Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (ABMVZ) – Artigo 3.....	87

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivo geral	14
1.2 Objetivos específicos.....	14
2 ARTIGO 1 - "Avaliação de fontes proteicas alternativas à farinha de carne suína em dietas para o jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>)	15
Introdução	17
Material e Métodos	18
Resultados e Discussão	22
Conclusões	26
Agradecimentos	27
Referências bibliográficas.....	27
Tabelas	32
3 ARTIGO 2 - "Estratégias de suplementação de aminoácidos limitantes na dieta para o jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>)	38
Introdução	40
Material e Métodos	41
Resultados e Discussão	45
Conclusões	49
Agradecimentos	49
Referências bibliográficas.....	49
Tabelas	53
4 ARTIGO 3 - "Coeficientes de digestibilidade aparente dos ingredientes proteicos para o jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>)	58
5 DISCUSSÃO GERAL	68
6 CONCLUSÕES	71
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
APÊNDICES	75
ANEXOS	78

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento acelerado da aquicultura e consequente aumento da demanda por rações aquícolas, o principal desafio da indústria consiste em identificar ingredientes com bom valor nutricional, economicamente viáveis, ambientalmente “amigáveis” e produzidos em quantidade suficiente para atender à demanda em larga escala (GATLIN III et al., 2007).

A farinha de peixe tem sido a fonte proteica mais utilizada em dietas para peixes porque supre todos os aminoácidos essenciais exigidos para o crescimento da maioria das espécies, possui alta digestibilidade, ausência de fatores antinutricionais e a alta palatabilidade (AMBARDEKAR; REIGH, 2007; GATLIN III et al., 2007; KAUSHIK; SEILIEZ, 2010). Entretanto, o alto custo e a crise na produção, pela diminuição da pesca extrativista, têm levado os pesquisadores a buscar alternativas que resultem em desempenho satisfatório, além de assegurar bom retorno econômico e reduzir a poluição ambiental (SANZ et al., 2000).

Segundo Gatlin III et al. (2007), para ser alternativa viável para substituir a farinha de peixe, o ingrediente deve ser amplamente disponível, ter preço competitivo, além de facilidade de manipulação, transporte, armazenamento e utilização na produção de rações. Os farelos vegetais atendem estas características, tendo sido considerados como alternativa interessante para reduzir a excreção de fósforo pelos peixes (FURUYA et al., 2004; DIAS et al., 2009). Entretanto, as fontes proteicas vegetais apresentam limitações, entre elas a deficiência de aminoácidos essenciais, alto teor de carboidratos insolúveis e outros fatores antinutricionais (FRANCIS et al., 2001; HARDY, 2010; TULLI et al., 2010).

Em dietas para peixes carnívoros, substituir a farinha de peixe por proteína vegetal para suprir metade da proteína da dieta tem sido relativamente fácil, mas substituir maiores percentagens é difícil. Para estas espécies, mesmo com a suplementação dos aminoácidos limitantes, adição de macro e microminerais a fim de manter a mesma composição da farinha de peixe, as dietas à base de farelos vegetais não são capazes de garantir o mesmo resultado que as dietas com farinha de peixe (HARDY, 2010).

Para espécies onívoras, a retirada da farinha de peixe da dieta é mais fácil, considerando o hábito alimentar mais simplificado destas espécies. Estudos com o jundiá (*Rhamdia quelen*) já demonstraram que esta espécie não é dependente da farinha de peixe da dieta, aceitando dietas exclusivamente vegetais ou compostas de vegetais com farinhas de origem animal (COLDEBELLA; RADÜNZ NETO, 2002; LAZZARI et al., 2008).

As fontes de origem animal, como farinha de carne e farinha de vísceras de aves têm sido utilizadas como alternativa na formulação de dietas aquícolas (HASHIM, 2006). Esses

subprodutos são mais baratos que a farinha de peixe, apresentam boa palatabilidade e são livres de fatores antinutricionais, mas possuem elevado teor de cinzas, alta variabilidade de composição entre lotes e perfil de aminoácidos desbalanceado (HARDY, 2006).

A combinação de fontes proteicas vem sendo destacada por vários autores como forma de reduzir o efeito negativo do desbalanço de aminoácidos, problemas de digestibilidade e fatores antinutricionais resultantes do uso excessivo de uma fonte proteica na dieta (BUREAU et al., 2000; FASAKIN et al., 2005; ALLAN; ROWLAND, 2005).

1.1 Objetivo geral

Avaliar a combinação de fontes proteicas de origem animal e vegetal na alimentação de juvenis de jundiá, e seus efeitos sobre o crescimento, metabolismo e a qualidade do pescado.

1.2 Objetivos específicos

- Avaliar fontes proteicas alternativas em combinação com o farelo de soja em dietas para o jundiá;
- Avaliar a digestibilidade de fontes proteicas de origem animal e vegetal pelo jundiá;
- Avaliar a inclusão de aminoácidos livres ou a combinação de fontes proteicas como alternativas para a suplementação de aminoácidos limitantes na dieta de jundiás;
- Identificar as possíveis alterações metabólicas dos jundiás alimentados com as diferentes combinações proteicas;
- Avaliar o efeito das diferentes formulações sobre o rendimento de cortes, composição química e características sensoriais da carne do jundiá.

2 ARTIGO 1

1 Fontes proteicas alternativas à farinha de carne suína em dietas para o jundiá (*Rhamdia* 2 *quelen*)⁽¹⁾

3 Cátia Aline Veiverberg⁽²⁾⁽³⁾, Luciana Valentim Siqueira⁽³⁾, Suzete Rossato⁽³⁾,
4 Alexandra Pretto⁽³⁾, Leila Picolli da Silva⁽³⁾, João Radünz Neto⁽³⁾

6 ⁽²⁾ Instituto Federal Farroupilha – Campus Júlio de Castilhos, RS 527 - Estrada de Acesso
7 Secundário a Tupanciretã - Distrito de São João do Barro Preto, 98130-000, Júlio de
8 Castilhos, RS. E-mail: catiaveiver@yahoo.com.br

9 ⁽³⁾ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Departamento de Zootecnia, Laboratório de
10 Piscicultura, Av. Roraima, 97105-900, Santa Maria, RS. E-mail: catiaveiver@yahoo.com.br,
11 luciana.siqueira@zootecnista.com.br, ale.pretto@yahoo.com.br, leilasliva@yahoo.com.br,
12 suzeterossato@yahoo.com.br, jradunzneto@yahoo.com.br

13
14 Resumo – Neste trabalho foram avaliadas fontes proteicas alternativas em dietas para juvenis
15 de jundiá. Os tratamentos experimentais foram dietas contendo os seguintes alimentos, em
16 combinação com farelo de soja: FCS: farinha de carne suína; FCN: farelo de canola; FGI:
17 farelo de girassol; FVA: farinha de vísceras de aves. Após 12 semanas, os peixes alimentados
18 com as dietas FCS e FVA apresentaram maior ganho em peso e melhor conversão alimentar
19 que os alimentados com as dietas vegetais. A atividade enzimática (protease, amilase e
20 tripsina) foi menor dos peixes do tratamento FGI. Alterações observadas no quociente
21 intestinal e nos índices somáticos indicam adaptações fisiológicas em resposta à composição
22 da dieta. Os peixes alimentados com as dietas FCS e FVA apresentaram maior concentração

⁽¹⁾ Este trabalho é parte da tese de doutorado da primeira autora e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM (certificados CEEA 35/2009 e CAAE 0108.0.243.000-09, respectivamente).

1 de triglicéridos e colesterol plasmáticos, além de maior percentual de gordura no filé e no
2 peixe inteiro. Os peixes alimentados com as dietas FCN e FGI apresentaram menor taxa de
3 deposição de proteína corporal e no filé. Pode-se concluir que as farinhas de carne suína e de
4 vísceras de aves resultam em melhor desempenho zootécnico do jundiá na fase de engorda, e
5 que dietas compostas exclusivamente por farelos vegetais causam redução no crescimento e
6 piora da conversão alimentar destes animais.

7 Termos para indexação: farelo de canola, farelo de girassol, farelo de soja, farinha de vísceras
8 de aves, proteína

9

10 **Evaluation of alternative protein sources to replace porcine meat meal in diets for**
11 **jundiá (*Rhamdia quelen*)**

12

13 Abstract – This study evaluated alternative dietary protein sources in diets for juvenile jundiá.
14 The experimental treatments were diets containing the following sources, in combination with
15 soybean meal: PMM: porcine meat meal, CM: canola meal; SFM: sunflower meal; PBM:
16 poultry by-product meal. After 12 weeks, the juveniles fed diets PMM and PBM presented
17 better weight gain and food conversion rate than those fed plant-based diets. The enzyme
18 activity (protease, amylase and trypsin) was lower in fish SFM treatment. Changes observed
19 in intestinal quotient and somatic indices indicate physiological adaptations of jundiá to diet
20 composition. Fish fed PMM and PBM diets showed higher content of plasma triglycerides
21 and cholesterol, and higher fat in fillet and whole fish. Fish fed diets CM and SFM had lower
22 protein deposition and filet and whole fish. We can be concluded that the PMM and PBM
23 yield better performance of jundiá in grow-out phase, and diets consisting exclusively of
24 vegetable meals cause reduced growth and worst food conversion rate.

25 Index terms: canola meal, poultry by-product meal, protein, soybean meal, sunflower meal

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26

Introdução

Nos últimos anos, pesquisas têm sido conduzidas visando encontrar ingredientes alternativos à farinha de peixe em dietas aquícolas, buscando aliar desempenho zootécnico e sustentabilidade ambiental para permitir a contínua expansão da aquicultura utilizando ingredientes renováveis e diminuindo os custos de produção (Rawles et al., 2011).

Resultados recentes têm mostrado que o jundiá (*Rhamdia quelen*) não é dependente da farinha de peixe da dieta, uma vez que dietas à base de farinha de carne e farelo de soja garantem desempenho zootécnico satisfatório (Coldebella & Radünz Neto, 2002; Lazzari et al., 2008). Entretanto, devido ao excesso de gordura da farinha de carne, animais alimentados com este ingrediente tendem a depositar mais gordura na carcaça e no filé, o que pode comprometer o rendimento e a qualidade do produto final (Lazzari et al., 2008).

O farelo de soja tem sido o ingrediente vegetal mais utilizado em dietas para animais aquáticos pelo custo relativamente baixo e bom valor nutricional (Cyrino et al., 2010). Entretanto, as variações nos preços ao longo dos anos, além da grande demanda na indústria de rações para aves e suínos justificam o uso de fontes proteicas alternativas, como outros farelos vegetais ou farinhas de resíduos de abatedouro (Kitagima & Fracalossi, 2011).

Recentemente, vários estudos têm avaliado fontes proteicas vegetais, como farelo de canola (Zhou & Yue, 2010), farelo de girassol (Nyima-Wamwiza et al., 2010), farelo de algodão (Robinson & Li, 2008), entre outros. A escolha do melhor ingrediente depende de um equilíbrio entre qualidade nutricional, custo, disponibilidade e desempenho animal.

Além dos farelos vegetais, as farinhas de origem animal também se apresentam como alternativa para formulação de dietas para peixes. Estes ingredientes, produzidos a partir de resíduos de abatedouros de aves ou suínos, apresentam elevado teor proteico e de aminoácidos essenciais, com concentração de energia digestível semelhante a da farinha de peixe (Fasakin et al., 2005). Entretanto, o uso destas fontes pode ser limitado pelo elevado

1 teor de gordura e matéria mineral ou pela falta de padronização da qualidade (Bureau et al.,
2 1999; Rawles et al., 2006). Devido à limitação da digestibilidade de ingredientes vegetais pelo
3 jundiá (Oliveira Filho & Fracalossi, 2006; Rodrigues et al., 2011), a inclusão destas fontes de
4 origem animal pode ser alternativa viável para melhor aproveitamento proteico.

5 O objetivo deste trabalho foi avaliar fontes proteicas alternativas em combinação com
6 o farelo de soja em dietas para o jundiá e seu efeito sobre o desempenho zootécnico, resposta
7 metabólica e qualidade do pescado.

8

9 **Material e Métodos**

10 O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Piscicultura da Universidade Federal de
11 Santa Maria (UFSM), Santa Maria/RS, com duração de 12 semanas, entre janeiro e abril de
12 2010.

13 Para a criação dos animais utilizou-se sistema de recirculação de água com
14 temperatura controlada e fotoperíodo natural, composto por 12 tanques experimentais (850 L),
15 dois filtros biológicos de pedra britada, reservatório de 2.000 L com aquecimento (2000 W) e
16 bomba hidráulica de ½ cv. A qualidade da água do sistema foi monitorada diariamente
17 (temperatura) e semanalmente (demais parâmetros), obtendo-se os seguintes valores médios:
18 temperatura 23,2°C; oxigênio dissolvido 5,3 mg/L; pH 6,8; amônia total 0,13 mg/L; nitrito
19 0,10 mg/L; alcalinidade 22,5 mg/L CaCO₃; dureza total 28,0 mg/L CaCO₃). Estes parâmetros
20 se mantiveram na faixa adequada para o jundiá (Baldisserotto & Silva, 2004).

21 O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos (dietas
22 experimentais) e três blocos, em função do peso médio inicial dos animais (100, 120 e 140 g),
23 totalizando 12 unidades experimentais. Em cada tanque foram alojados 20 peixes, totalizando
24 240 animais. Antes do início do experimento, 30 juvenis (10/bloco) foram abatidos para
25 determinação da composição centesimal inicial do filé e do peixe inteiro, utilizando os
26 mesmos protocolos das amostras finais.

1 Avaliou-se dietas peletizadas contendo fontes proteicas combinadas com o farelo de
2 soja (Tabela 1): FCS: farinha de carne suína + farelo de soja (dieta controle, adaptada de
3 Lazzari et al., 2008); FCN: farelo de canola + farelo de soja; FGI: farelo de girassol + farelo
4 de soja; FVA: farinha de vísceras de aves + farelo de soja. As dietas foram suplementadas
5 com aminoácidos essenciais de forma a suprir a exigência estimada de lisina e metionina dos
6 jundiás (Meyer & Fracalossi, 2005).

7 Para preparo das dietas, os ingredientes secos foram moídos, pesados e misturados em
8 amassadeira elétrica até homogeneização (aproximadamente 15 minutos), quando se
9 adicionou 40% de água à temperatura ambiente. A mistura úmida foi novamente
10 homogeneizada (10 minutos) e peletizada em moedor de carnes elétrico, sendo os pellets
11 acondicionados em bandejas e secos em estufa com circulação de ar forçada ($50\pm 2^{\circ}\text{C}$) por 24
12 horas. As dietas secas foram armazenadas em freezer (-18°C) até o momento de fornecimento
13 aos animais. Durante o experimento, amostras de cada dieta foram coletadas para
14 determinação de matéria seca, cinzas, proteína e gordura (Instituto Adolfo Lutz, 2008), fibra
15 em detergente neutro (Van Soest, 1967) e carboidratos digestíveis (por diferença).

16 Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (09 e 17 horas) até a saciedade
17 aparente. Em cada refeição, pequenas quantidades de alimento foram fornecidas e aguardava-
18 se o consumo desta antes de novo fornecimento. Considerou-se saciedade quando não se
19 observou apreensão e ingestão de pellets pelos animais, sendo então suspenso o fornecimento
20 naquela refeição. Diariamente às 14 horas foi feita a limpeza das unidades experimentais por
21 sifonagem, com renovação de 10% do volume dos tanques. A quantidade de alimento
22 consumida foi medida semanalmente, por diferença de pesagem no recipiente de ração no
23 início e fim da semana.

24 No início e fim do experimento, todos os animais foram anestesiados com eugenol (20
25 mg/L de água, segundo Cunha et al., 2010), pesados individualmente em balança digital

1 (precisão de 1 g) para determinação do peso inicial médio e peso final médio (g) de cada
2 unidade experimental, ganho em peso diário (g/dia) e relativo (% do peso inicial no período),
3 além de possibilitar o cálculo do consumo diário de ração (% do peso vivo/dia) e da
4 conversão alimentar aparente.

5 Antes da biometria, dois juvenis de cada unidade experimental foram anestesiados
6 com eugenol (20 mg/L de água) para coleta de sangue por punção da veia caudal, com
7 seringas contendo anticoagulante (EDTA 10%). As amostras foram centrifugadas (1.000 x g
8 por 10 minutos) e o plasma obtido foi utilizado para quantificação dos níveis de glicose,
9 colesterol total, triglicerídeos, proteínas totais (kits colorimétricos Doles[®] - Goiânia, GO) e
10 aminoácidos livres (Spies, 1957).

11 Após a coleta de sangue, os juvenis foram abatidos por hipotermia (água+gelo 1:1) e
12 filetados para cálculo do rendimento de filé (%). A seguir foram eviscerados, sendo os tecidos
13 (fígado, trato digestório e gordura) pesados e medidos para cálculo dos índices
14 hepatossomático e digestivo-somático e índice de gordura visceral, expressos em % do peso
15 inteiro, e quociente intestinal, que é a relação entre o comprimento do trato digestório e o
16 comprimento total do peixe. Os filés obtidos de cada juvenil foram destinados,
17 individualmente, para análise da composição centesimal (matéria seca, cinzas, proteína bruta
18 e gordura).

19 O trato digestório foi dissecado em estômago, intestino anterior e intestino posterior,
20 sendo a última porção descartada. As demais porções foram homogeneizadas com tampão pH
21 7,0 e centrifugadas para obtenção de sobrenadantes utilizados na quantificação das atividades
22 de protease ácida, amilase, tripsina e quimiotripsina, conforme metodologias descritas por
23 Lazzari et al. (2010). As unidades de enzima foram definidas como a quantidade necessária
24 para hidrolisar 1 µg ou 1 µmol de substrato por minuto, expresso por mg de proteína tecidual
25 (Lowry et al., 1951).

1 Amostras de fígado (50 mg) foram homogeneizadas com 1 mL de tampão ácido (TCA
2 10%), 1 mL de tampão alcalino (KOH 6N) ou 1 mL de tampão neutro (fosfato de potássio 20
3 mM – pH 7,5), centrifugadas para obtenção dos sobrenadantes para quantificação dos
4 parâmetros metabólicos: aminoácidos livres (Spies, 1957), aspartato aminotransferase e
5 alanina aminotransferase (kit colorimétrico Doles[®] - Goiânia, GO), proteína (Lowry et al.,
6 1951), amônia (Verdouw et al., 1978), glicose (Park & Johnson, 1949) e glicogênio (Bidinotto
7 et al., 1997).

8 Além da composição centesimal dos filés, determinou-se a composição centesimal do
9 peixe inteiro (matéria seca, cinzas, proteína bruta e gordura). Para isso, dois peixes de cada
10 unidade experimental foram anestesiados, abatidos por hipotermia (água+gelo 1:1) e moídos
11 individualmente em processador de alimentos para obtenção de amostras homogêneas para
12 análise. A partir dos valores iniciais e finais de composição centesimal foi possível calcular o
13 coeficiente de retenção proteica (%) e as taxas de deposição de proteína corporal e no filé
14 (mg/dia).

15 A qualidade dos filés foi avaliada instrumentalmente (cor) e sensorialmente (odor, cor,
16 gosto e textura e aceitabilidade global). As análises sensoriais seguiram os protocolos
17 descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Um painel treinado de 15 julgadores (sete
18 mulheres e oito homens), avaliou as amostras de filés por meio de escala hedônica de cinco
19 pontos, em que 1 significa “desgostei muitíssimo” e 5 “gostei muitíssimo”. As amostras
20 (aproximadamente 10 g) foram assadas em forno convencional (180°C por 15 minutos),
21 envoltas em papel alumínio, sendo entregues identificadas por códigos numéricos aos
22 julgadores para avaliação de odor, cor, gosto e textura.

23 Para avaliação da aceitabilidade global dos filés, foi utilizado painel não treinado de
24 31 provadores, selecionados em função de consumirem carne de peixe, disponibilidade e
25 interesse em participar do teste. Estes provadores foram orientados a avaliar os filés de jundiá

1 utilizando testes de ordenação decrescente de aceitabilidade, dessa forma as amostras
2 preferidas receberam as pontuações mais baixas.

3 A avaliação instrumental da cor foi feita em duas amostras de filés de cada unidade
4 experimental, utilizando colorímetro MINOLTA[®] CR-300 com sistema de iluminação padrão
5 D65, com 10° de ângulo de observação. Foram medidos os valores de L (luminosidade), +a
6 (tendência ao vermelho), +b (tendência ao amarelo), C (cromaticidade ou saturação da cor) e
7 h (ângulo de tonalidade), seguindo o espaço de cores “CIE 1976 L*a*b” e “CIE 1986
8 L*C*h”.

9 Com exceção dos dados de aceitabilidade global dos filés, todos os demais foram
10 submetidos a teste de normalidade de Shapiro-Wilk, sendo considerados de distribuição
11 normal aqueles que apresentassem $P > 0,05$. A seguir, foram submetidos à análise de variância
12 (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de
13 significância ($P < 0,05$). A análise estatística do teste de ordenação (painel não-treinado) foi
14 feita pelo teste de Friedman, utilizando-se a tabela de Newell & MacFarlane (Instituto Adolfo
15 Lutz, 2008).

16

17 **Resultados e Discussão**

18 Não foi observado efeito significativo dos blocos (faixas de peso) em todas as
19 variáveis avaliadas neste estudo. Portanto, os dados apresentados nas tabelas indicam a média
20 dos três blocos em cada tratamento.

21 Os animais alimentados com as dietas FVA e FCS apresentaram maior peso final,
22 ganho em peso diário e ganho em peso relativo que aqueles alimentados com as dietas FGI e
23 FCN, os quais não diferiram entre si (Tabela 2). O consumo diário de ração não foi afetado
24 pela fonte proteica da dieta, variando entre 2,4 e 3,2% do peso vivo/dia. Portanto, a conversão
25 alimentar aparente foi significativamente melhor nos tratamentos FCS e FVA em comparação
26 com os demais (Tabela 2).

1 O pior resultado das dietas exclusivamente vegetais (FCN e FGI) está provavelmente
2 associado aos fatores antinutricionais presentes nos vegetais, os quais reduzem a absorção de
3 nutrientes e, conseqüentemente, o crescimento (Francis et al., 2001). O farelo de canola
4 contém glicosinolatos, que interferem no metabolismo do iodo devido sua ação antitireoidiana
5 (Gatlin III et al., 2007). Além disso, possui ácido fítico (em torno de 2% no farelo),
6 semelhante ao teor encontrado no farelo de soja (Gatlin III et al., 2007).

7 O ácido fítico é a forma orgânica de armazenamento de fósforo nas plantas, sendo
8 biologicamente indisponível para os animais, além de inibir a absorção de minerais pela
9 formação de quelatos, especialmente com o ferro (Ali et al., 2010). Além disso, reduz a
10 digestibilidade de proteínas, carboidratos e lipídios pela formação de complexos fitato-
11 proteína/aminoácido ou fitato-mineral-proteína, além de inibir a atividade de algumas enzimas
12 digestivas (Lelis et al., 2010).

13 O farelo de girassol também contém grande quantidade de ácido fítico (em torno de
14 3% do farelo). Portanto, os efeitos negativos deste composto aplicam-se também a este
15 ingrediente. Além de conter ácido fítico, o girassol contém inibidores enzimáticos (anti-
16 tripsínico, principalmente) e taninos, que interagem com proteínas e amido inibindo sua
17 digestão e absorção (Nyina-Wamwiza et al., 2010). Estes autores observaram que o
18 tratamento aquoso para retirada parcial dos fatores antinutricionais permitiu a incorporação de
19 até 25% de farelo de girassol na dieta de *Clarias gariepinus*, desde que combinada com 25%
20 de farinha de peixe.

21 Os índices hepatossomático e digestivossomático e o quociente intestinal dos jundiás
22 foram significativamente diferentes entre os tratamentos avaliados (Tabela 2). Essas
23 alterações podem indicar adaptações fisiológicas do organismo dos peixes em resposta à
24 composição da dieta (Almeida et al., 2011). O maior teor de gordura nas dietas FVA e FCS,
25 devido à composição das farinhas animais, pode ter estimulado o aumento de tamanho do

1 fígado nos juvenis de jundiá alimentados com estas dietas. Não foram observadas diferenças
2 significativas entre os tratamentos para o índice de gordura visceral (Tabela 2).

3 Os fatores antinutricionais presentes nos farelos vegetais provavelmente influenciaram
4 a atividade enzimática dos juvenis de jundiá (Tabela 3). A atividade de protease ácida foi
5 significativamente menor nos peixes alimentados com as dietas FCN e FGI. Adicionalmente,
6 os peixes alimentados com a dieta FGI apresentaram menor atividade de amilase e tripsina, o
7 que sugere estar relacionado aos efeitos antinutricionais deste ingrediente quando presente em
8 quantidades elevadas na dieta. A atividade de quimiotripsina não foi influenciada
9 significativamente pela composição das dietas (Tabela 3).

10 Cheng et al. (2010) observaram que, quando a inclusão de farelo de canola na dieta foi
11 maior que 40%, a atividade da protease ácida foi menor nos juvenis de *Lateolabrax japonicus*.
12 Lazzari et al. (2010) observaram que os animais alimentados com farelo de soja como única
13 fonte proteica (68,5% da dieta) tiveram redução na atividade das enzimas proteolíticas
14 (alcalinas e ácida), provavelmente pelo efeito dos inibidores de protease presentes neste
15 ingrediente vegetal.

16 A utilização dos nutrientes pode ser revelada por meio do perfil metabólico dos
17 tecidos, e a eficiência metabólica pode determinar as características de crescimento de peixes
18 (Almeida et al., 2011). Neste estudo, observou-se maior concentração de colesterol nos peixes
19 dos tratamentos FCS e FVA em comparação às dietas com farelos vegetais (Tabela 4),
20 provavelmente associado ao maior teor de gordura das dietas com farinhas animais (Tabela
21 1). Além disso, em outras, foi observado efeito hipocolesterolêmico no plasma quando estes
22 peixes foram alimentados com dietas vegetais, que não continham colesterol (Deng et al.,
23 2010). Esses autores também destacam a possibilidade de que componentes não proteicos da
24 dieta, como fibra, polissacarídeos não amiláceos e saponinas possam estar envolvidos no
25 efeito hipocolesterolêmico. A menor concentração de triglicerídeos circulantes foi observada

1 dos peixes alimentados com a dieta FGI, em comparação às dietas FVA e FCN (Tabela 4). Os
2 demais parâmetros metabólicos do plasma (proteínas totais, aminoácidos livres e glicose) não
3 foram influenciados pelos tratamentos experimentais.

4 No fígado, os peixes alimentados com a dieta FCS apresentaram menor atividade de
5 alanina aminotransferase (Tabela 4). As aminotransferases são enzimas relacionadas à
6 transaminação de aminoácidos no metabolismo intermediário, sendo consideradas indicativas
7 de catabolismo proteico. A desaminação proteica ocorre quando há excesso de proteína ou
8 desbalanço de aminoácidos essenciais na dieta, ou ainda quando o organismo passa a utilizar a
9 proteína como fonte de energia. Além disso, a alanina desempenha papel fundamental no
10 transporte de amônia dos tecidos para o fígado, através do Ciclo da glicose-alanina (Champe
11 et al., 2009).

12 Os peixes alimentados com a dieta FVA apresentaram maior concentração de proteína
13 no fígado, em comparação com os tratamentos FCS e FGI (Tabela 4). Além disso,
14 apresentaram maior concentração de glicogênio juntamente com o tratamento FGI. Os demais
15 parâmetros avaliados não foram influenciados pelas dietas (aminoácidos livres, amônia,
16 aspartato aminotransferase e glicose).

17 Na piscicultura comercial, além do desempenho produtivo e econômico, a qualidade
18 do produto final é fator determinante para sua comercialização e aceitação no mercado
19 consumidor. O processamento, a composição e até mesmo a presença de fatores
20 antinutricionais de determinado ingrediente podem alterar significativamente a composição e
21 aceitabilidade da carne do pescado, seja pelo teor de gordura, alteração da cor ou do gosto
22 (Huang et al., 1993; Rasmussen, 2001; Gatlin III et al., 2007). Portanto, de nada adianta
23 formular dietas que visem máximo desempenho zootécnico sem avaliar o efeito destas dietas
24 na qualidade do pescado, seja na forma de filé ou peixe inteiro.

1 No presente estudo, os rendimentos de carcaça e filé não foram influenciados pelos
2 tratamentos avaliados (Tabela 2). Entretanto, os peixes alimentados com as dietas FCS e FVA
3 apresentaram maior percentual de gordura no filé e no peixe inteiro (Tabela 5), como reflexo
4 do maior teor de gordura nas dietas. O maior do teor de gordura se refletiu também em maior
5 teor de matéria seca, uma vez que o tecido adiposo é mais denso que o músculo (proteína e
6 água). Os peixes alimentados com as dietas FCN e FGI apresentaram menor taxa de
7 deposição de proteína corporal e no filé (Tabela 5), como provável consequência das
8 alterações metabólicas provocadas pelos fatores antinutricionais.

9 Os fatores antinutricionais, principalmente os compostos fenólicos, podem ter sido
10 responsáveis pela alteração de cor nos filés do tratamento FGI, que apresentaram maior
11 tendência ao amarelo (Tabela 6). Huang et al. (1993) observaram que filés de bagre do canal
12 (*Ictalurus punctatus*) apresentaram maior tendência ao amarelo e ao verde quando tratados
13 com ácido tânico, o qual é encontrado em grande quantidade no farelo de girassol (3,5%,
14 analisado do farelo de girassol do presente trabalho).

15 Embora tenha havido influência da dieta na composição dos filés de jundiá, tais
16 diferenças não foram detectadas na análise sensorial. Mesmo sendo o método mais antigo e
17 confiável para avaliação da qualidade do pescado, a análise sensorial é considerada subjetiva,
18 uma vez que depende dos órgãos do sentido, da experiência e da capacidade de julgamento do
19 analista, estando sujeita à influência de fatores externos, estado emocional e de saúde do
20 julgador, entre outros fatores (Sant'Ana & Freitas, 2011).

21

22

Conclusões

- 23 1. As fontes proteicas de origem animal (farinha de carne suína e de vísceras de aves)
24 resultam em melhor desempenho zootécnico do jundiá na fase de engorda.
- 25 2. Dietas compostas exclusivamente por farelos vegetais causam redução no crescimento e
26 piora da conversão alimentar destes peixes.

1 3. A combinação de diversos farelos vegetais em menores proporções deve ser avaliada, a fim
2 de buscar o balanço aminoacídico e desempenho semelhante às dietas com farinhas de
3 origem animal.

4

5 **Agradecimentos**

6 Os autores agradecem a Capes pela bolsa de doutorado (Cátia Aline Veiverberg), ao CNPq
7 pela bolsa de produtividade em pesquisa (João Radünz Neto e Leila Picolli da Silva), à
8 FAPERGS pelas bolsas de iniciação científica (Suzete Rossato e Luciana Siqueira) e ao
9 CNPq/Ministério da Pesca e Aquicultura pelo financiamento parcial do projeto.

10

11 **Referências bibliográficas**

12 ALI, M.; SHUJA, M.N.; ZAHOOR, M.; QADRI, I. Phytic acid: How far have we come?
13 **African Journal of Biotechnology**, v.9, n.11, p.1551-1554, 2010.

14 ALMEIDA, L.C.; AVILEZ, I.M.; HONORATO, C.A.; HORI, T.S.F.; MORAES, G. Growth
15 and metabolic responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed different levels of
16 protein and lipid. **Aquaculture Nutrition**, v.17, p.e253-e262, 2011.

17 BALDISSEROTTO, B.; SILVA, L.V.F. Qualidade da água. In: BALDISSEROTTO, B.;
18 RADÜNZ NETO, J. (Org.). **Criação do jundiá**. Santa Maria, RS: UFSM, 2004. p. 73-94.

19 BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical
20 freshwater teleost fish: A procedure for field determinations of micro samples. **Boletim**
21 **Técnico do CEPTA**, n.10, p.53-60, 1997.

22 BUREAU, D.P.; HARRIS, A.M.; CHO, C.Y. Apparent digestibility of rendered animal
23 protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.180, p.345-358,
24 1999.

25 CHAMPE, P. C.; HARVEY, R.A.; FERRIER, D.R. **Bioquímica Ilustrada**. 4. Ed. Porto
26 Alegre: Artmed, 2009. 528p.

- 1 CHENG, Z.; AI, Q.; MAI, K.; XU, W.; MA, H.; LI, Y.; ZHANG, J. Effects of dietary canola
2 meal on growth performance, digestion and metabolism of Japanese seabass, *Lateolabrax*
3 *japonicas*. **Aquaculture**, v.305, p.102–108, 2010.
- 4 COLDEBELLA, I.; RADÜNZ NETO, J. Farelo de soja na alimentação de alevinos de jundiá
5 (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, v.32, n.3, p.499-503, 2002.
- 6 CUNHA, M.A.; ZEPPENFELD, C.C.; GARCIA, L.O.; LORO, V.L.; FONSECA, M.B.;
7 EMANUELLI, T.; VEECK, A.P.L.; COPATTI, C.E.; BALDISSEROTTO, B. Anesthesia of
8 silver catfish with eugenol: time of induction, cortisol response and sensory analysis of fillet.
9 **Ciência Rural**, v.40, n.10, p. 2107-2114, 2010.
- 10 CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K. A
11 piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura.
12 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.68-87, 2010.
- 13 DENG, J.; MAI, K.; ZHANG, W.; WANG, X.; TAN, B.; XU, W.; LIUFU, Z.; MA, H.
14 Interactive effects of dietary cholesterol and protein sources on growth performance and
15 cholesterol metabolism of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). **Aquaculture**
16 **Nutrition**, v.16, p.419-429, 2010.
- 17 FASAKIN, E.A.; SERWATA, R.D.; DAVIES, S.J. Comparative utilization of rendered
18 animal derived products with or without composite mixture of soybean meal in hybrid tilapia
19 (*Oreochromis niloticus* X *Oreochromis mossambicus*) diets. **Aquaculture**, v. 249, p. 329-
20 338, 2005.
- 21 FRANCIS, G.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-
22 derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**, v.199, p.197–
23 227, 2001.
- 24 GATLIN III, D.M.; BARROWS, F.T.; BROWN, P.; DABROWSKI, K.; GAYLORD, T.G.;
25 HARDY, R.W.; HERMAN, E.; HU, G.; KROGDAHL, Å.; NELSON, R.; OVERTURF, K.;

- 1 RUST, M.; SEALEY, W.; SKONBERG, D.; SOUZA, E.J.; STONE, D.; WILSON, R.;
- 2 WURTELE, E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review.
- 3 **Aquaculture Research**, v.38, p.551-579, 2007.
- 4 HUANG, Y.W.; LOW, I.; HUANG, C.Y.; CHUNG, K.T. Effect of tannic acid, gallic acid
- 5 and propyl gallate on storage life of catfish. In: Annual Tropical and Subtropical Fisheries
- 6 Technological Conference of the Americas, 18., 1993. **Proceedings**. Williamsburg, Virginia:
- 7 SST, 1993. p.234-239.
- 8 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**.
- 9 Versão eletrônica. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p. Disponível em <<http://www.ial.sp.gov.br>>
- 10 JOBLING, M. A short review and critic of methodology used in fish growth and nutrition
- 11 studies. **Journal of Fish Biology**, v.23, p.685-703, 1983.
- 12 KITAGIMA, R.E.; FRACALOSSO, D.M. Digestibility of alternative protein-rich feedstuffs
- 13 for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.42,
- 14 n.3, p.306-312, 2011.
- 15 LAZZARI, R.; RADÜNZ NETO, J.; PEDRON, F.A.; LORO, V.L.; PRETTO, A.; GIODA,
- 16 C.R. Protein sources and digestive enzyme activities in jundiá (*Rhamdia quelen*). **Scientia**
- 17 **Agricola**, v.67, n.3, p.259-266, 2010.
- 18 LAZZARI, R.; RADÜNZ NETO, J.; PEDRON, F.A.; VEIVERBERG, C.A.; BERGAMIN,
- 19 G.T.; LIMA, R.L.; EMANUELLI, T.; STEFFENS, C. Desempenho e composição dos filés de
- 20 jundiás (*Rhamdia quelen*) submetidos a diferentes dietas na fase de recria. **Arquivo**
- 21 **Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.477-484, 2008.
- 22 LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, C.R.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.;
- 23 BORSATTO, C.G. Suplementação dietética de fitase sobre o metabolismo de nutrientes de
- 24 frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1768-1773, 2010.

- 1 LOWRY, O.H.; ROSEBROUGH, N.J.; FARR, A.L.; RANDALL, R.J. Protein measurement
2 with Folin-phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, v.193, p.265-275, 1951.
- 3 MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Estimation of jundiá (*Rhamdia quelen*) dietary amino acid
4 requirements based on muscle amino acid composition. **Scientia Agricola**, v.62, n.4, p.401-
5 405, 2005.
- 6 NYINA-WAMWIZA, L.; WATHELET, B.; RICHER, J.; ROLLIN, X.; KESTEMONT, P.
7 Partial or total replacement of fish meal by local agricultural by-products in diets of juvenile
8 African catfish (*Clarias gariepinus*): growth performance, feed efficiency and digestibility.
9 **Aquaculture Nutrition**, v.16, p.237-247, 2010.
- 10 OLIVEIRA FILHO, P.R.C.; FRACALOSSO, D.M. Coeficientes de digestibilidade aparente de
11 ingredientes para juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1581-1587,
12 2006.
- 13 PARK, J.T.; JOHNSON, M.J. Submicro determination of glucose. **Journal of Biological**
14 **Chemistry**, n.249, p.149-151, 1949.
- 15 RASMUSSEN, R.S. Quality of farmed salmonids with emphasis on proximate composition,
16 yield and sensory characteristics. **Aquaculture Research**, v.32, p.767-786, 2001.
- 17 RAWLES, S.D.; RICHE, M.; GAYLORD, T.G.; WEBB, J.; FREEMAN, D.W.; DAVIS, M.
18 Evaluation of poultry by-product meal in commercial diets for hybrid striped bass (*Morone*
19 *chrysops* ♀ × *M. saxatilis* ♂) in recirculated tank production. **Aquaculture**, v.259, p.377-389,
20 2006.
- 21 RAWLES, S.D.; THOMPSON, K.R.; BRADY, Y.J.; METTS, L.S.; AKSOY, M.Y.;
22 GANNAM, A.L.; TWIBELL, R.G.; OSTRAND, S.; WEBSTER, C.D. Effects of replacing
23 fish meal with poultry by-product meal and soybean meal and reduce protein level on the
24 performance and immune status of pond-grown sunshine bass (*Morone chrysops* X *M.*
25 *saxatilis*). **Aquaculture Nutrition**, v.17, p.e708-e721, 2011.

- 1 ROBINSON, E.H.; LI, M.H. Replacement of soybean meal in channel catfish, *Ictalurus*
2 *punctatus*, diets with cottonseed meal and distiller's dried grains with solubles. **Journal of**
3 **the World Aquaculture Society**, v.39, n.4, p.521–527, 2008.
- 4 RODRIGUES, A.P.O.; GOMINHO-ROSA, M.D.C.; CARGNIN-FERREIRA, E.;
5 FRANCISCO, A.; FRACALOSSO, D.M. Different utilization of plant sources by the
6 omnivores jundiá catfish (*Rhamdia quelen*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).
7 **Aquaculture Nutrition**, in press, doi: 10.1111/j.1365-2095.2011.00877.x, 2011.
- 8 SANT'ANA, L.S.; FREITAS, M.Q. Aspectos sensoriais do pescado. In: GONÇALVES, A.A.
9 **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação**. São Paulo: Ed.
10 Atheneu, 2011. p.21-32.
- 11 SPIES, J.R. Colorimetric procedures for amino acids. **Methods in Enzymology**, v.3, p.467-
12 477, 1957.
- 13 VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its
14 application to forage. **Journal of Animal Science**, v.26, n.1, p.119-120, 1967.
- 15 VERDOUW, H.; VAN ECHELD, C.J.A.; DEKKERS, E.M.J. Ammonia determination
16 based on indophenol formation with sodium salicylate. **Water Research**, v.12, n.6, p.399-
17 402, 1978.
- 18 ZHOU, Q.C.; YUE, Y.R. Effect of replacing soybean meal with canola meal on growth, feed
19 utilization and haematological indices of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* X
20 *Oreochromis aureus*. **Aquaculture Research**, v.41, 982-990, 2010.
- 21

Tabelas

Tabela 1. Formulação e composição das dietas experimentais fornecidas aos jundiás

Ingredientes (%)	Tratamentos ⁽¹⁾			
	FCS	FCN	FGI	FVA
Farinha de carne suína	28	-	-	-
Farinha de vísceras de aves	-	-	-	26
Farelo de soja	30	41	41	31
Farelo de canola	-	40	-	-
Farelo de girassol	-	-	41	-
Farelo de arroz desengordurado	19,4	-	-	16,3
Milho	18,5	9,7	9,05	22
Óleo de soja	1,2	5,8	4,8	2,1
Fosfato bicálcico	-	0,5	1,1	-
Sal (cloreto de sódio) iodado	0,5	0,5	0,5	0,5
Mistura vitamínica e mineral ⁽²⁾	1,5	1,5	1,5	1,5
Aglutinante (Melbond®) ⁽³⁾	0,5	0,5	0,5	0,5
Lisina	0,2	0,3	0,35	-
Metionina	0,2	0,2	0,2	0,1
Composição das dietas				
Proteína bruta (%) ⁽⁴⁾	36,7	38,1	38,5	37,1
Gordura (%) ⁽⁴⁾	10,0	6,3	5,0	9,0
Cinzas (%) ⁽⁴⁾	13,3	10,0	11,7	11,2
Fibra em detergente neutro (%) ⁽⁴⁾	24,0	14,0	24,0	21,0
Carboidratos (%) ⁽⁴⁾	8,8	23,0	12,4	12,0
Energia digestível (kcal/kg) ⁽⁵⁾	2853	2916	2614	2858
Cálcio (%) ⁽⁶⁾	2,65	0,45	0,45	1,14
Fósforo disponível (%) ⁽⁶⁾	1,44	0,28	0,43	0,82
Relação Ca:P ⁽⁶⁾	1,84	1,59	1,06	1,38
Lisina (%) ⁽⁶⁾	1,90	1,89	1,89	1,91
Metionina (%) ⁽⁶⁾	0,67	0,69	0,71	0,70

⁽¹⁾ Tratamentos: FCS: farelo de soja + farinha de carne suína; FCN: farelo de soja + farelo de canola; FGI: farelo de soja + farelo de girassol; FVA: farelo de soja + farinha de vísceras de aves.

⁽²⁾ Composição da mistura vitamínica e mineral por kg de produto (MigFish®, RS, Brasil): ácido fólico 250 mg; ácido pantotênico 5.000 mg; antioxidante 0,60 g; biotina 125 mg; cobalto 25 mg; cobre 2.000 mg; ferro 820 mg; iodo 100 mg; manganês 3.750 mg; niacina 5.000 mg; selênio 75 mg; vitamina A 1.000.000 UI; vitamina B1 1.250 mg; vitamina B2 2.500 mg; vitamina B6 2.485 mg; vitamina B12 3.750 µg; vitamina C 28.000 mg; vitamina D3 500.000 UI; vitamina E 20.000 UI; vitamina K 5000 mg; zinco 17.500 mg.

⁽³⁾ Lignosulfonato de cálcio e magnésio (Melbar, São Paulo, SP, Brasil).

⁽⁴⁾ Composição analisada – ver detalhes no texto.

⁽⁵⁾ Energia digestível calculada considerando a equação $ED = [(\%PB \times 5,64 \times 0,90) + (\%Gordura \times 9,51 \times 0,85) + (CSDN \times 4,11 \times 0,50)] \times 10$ (Jobling, 1983).

⁽⁶⁾ Composição calculada com base na composição analisada dos ingredientes.

1 **Tabela 2.** Desempenho zootécnico e rendimento de cortes após 12 semanas de alimentação
 2 com as dietas experimentais⁽¹⁾

Variáveis ⁽²⁾	Tratamentos ⁽³⁾				dpr ⁽⁴⁾
	FCS	FCN	FGI	FVA	
PI (g)	121,57±10,94	123,04±13,83	120,87±10,63	122,17±10,16	3,18
PF (g)	194,38±13,85 ^a	157,13±13,55 ^b	154,89±11,34 ^b	199,56±18,67 ^a	6,46
GRP (%)	60,44±3,18 ^a	28,43±3,31 ^b	28,50±2,22 ^b	63,08±4,07 ^a	5,09
GMD (g/dia)	0,87±0,04 ^a	0,40±0,01 ^b	0,40±0,01 ^b	0,92±0,11 ^a	0,09
CDR (% PV)	2,93±0,26	2,44±0,43	3,20±0,23	2,94±0,14	0,54
CAA (kg/kg)	2,20±0,37 ^b	9,78±1,53 ^a	10,51±1,24 ^a	2,72±0,45 ^b	1,85
RC (%)	84,78±1,63	86,44±1,04	88,02±0,70	85,41±0,72	2,47
RF (%)	32,23±1,18	32,23±0,61	33,23±0,72	32,59±0,67	2,05
QI	1,80±0,17 ^a	1,60±0,10 ^{ab}	1,32±0,08 ^b	1,88±0,07 ^a	0,27
IHS (%)	1,76±0,10 ^a	1,29±0,06 ^b	1,31±0,11 ^b	1,63±0,08 ^a	0,23
IDS (%)	2,98±0,09 ^a	2,91±0,07 ^a	2,57±0,08 ^b	2,77±0,13 ^{ab}	0,21
IGV (%)	2,19±0,45	1,84±0,24	2,18±0,25	2,76±0,40	0,75

3 ⁽¹⁾ Valores expressos como média±erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes na
 4 mesma linha são diferentes estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

5 ⁽²⁾ Variáveis: PI: peso inicial; PF: peso final; GRP: ganho em peso no período relativo ao peso inicial;
 6 GMD: ganho médio diário; CDR: consumo diário de ração; CAA: conversão alimentar aparente; RC:
 7 rendimento de carcaça; RF: rendimento de filé; QI: quociente intestinal; IHS: índice hepatossomático;
 8 IDS: índice digestivo-somático; IGV : índice de gordura visceral.

9 ⁽³⁾ Tratamentos: FCS: farelo de soja + farinha de carne suína; FCN: farelo de soja + farelo de canola;
 10 FGI: farelo de soja + farelo de girassol; FVA: farelo de soja + farinha de vísceras de aves.

11 ⁽⁴⁾ dpr: desvio padrão residual.

12

1 **Tabela 3.** Atividade enzimática (U/minuto por mg de proteína tecidual) dos jundiás
 2 alimentados com dietas contendo diferentes combinações de fontes proteicas⁽¹⁾

Enzimas ⁽²⁾	Tratamentos ⁽³⁾				dpr ⁽⁴⁾
	FCS	FCN	FGI	FVA	
PRO	56,22±2,01 ^a	31,76±2,56 ^b	34,09±4,37 ^b	48,60±6,30 ^a	9,58
AMI	0,38±0,08 ^a	0,33±0,05 ^{ab}	0,24±0,02 ^b	0,36±0,02 ^{ab}	0,09
TRIP	5,13±0,22 ^{ab}	5,62±0,45 ^a	4,33±0,13 ^b	5,06±0,41 ^{ab}	0,73
QUIM	3279,59±164,06	3520,01±263,87	3048,23±74,03	3373,36±328,75	567,20

3 ⁽¹⁾ Valores expressos como média±erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes
 4 na mesma linha são diferentes estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

5 ⁽²⁾ Enzimas: PRO: protease ácida; AMI: amilase; TRIP: tripsina; QUIM: quimiotripsina.

6 ⁽³⁾ Tratamentos: FCS: farelo de soja + farinha de carne suína; FCN: farelo de soja + farelo de
 7 canola; FGI: farelo de soja + farelo de girassol; FVA: farelo de soja + farinha de vísceras de
 8 aves.

9 ⁽⁴⁾ dpr: desvio padrão residual.

10

1 **Tabela 4.** Resposta metabólica dos jundiás após 12 semanas de alimentação com as dietas
 2 experimentais⁽¹⁾

Variáveis ⁽²⁾	Tratamentos ⁽³⁾				dpr ⁽⁴⁾
	FCS	FCN	FGI	FVA	
Plasma (unidade/L)					
AAL (mmol)	3,56±0,32	3,42±0,65	3,50±0,23	3,27±0,37	1,03
COL (mmol)	4,29±0,31 ^a	3,18±0,20 ^b	3,67±0,32 ^{ab}	4,30±0,15 ^a	0,64
GL (mmol)	2,43±0,14	2,81±0,14	2,43±0,24	2,75±0,27	0,44
PT (g)	38,90±2,06	39,41±0,52	39,62±0,92	38,82±1,56	3,12
TG (mmol)	6,84±0,67 ^{ab}	7,53±1,56 ^a	4,16±0,21 ^b	9,09±1,12 ^a	2,41
Fígado (unidade/g de tecido)					
AAL (mmol)	38,93±4,93	36,67±1,71	40,05±1,57	39,49±5,19	9,59
ALT (U.I.)	5,15±0,53 ^b	9,14±0,24 ^a	8,16±0,91 ^a	9,46±0,60 ^a	1,33
AM (mmol)	6,76±0,44	6,64±0,66	6,48±0,60	7,71±0,16	0,95
AST (U.I.)	156,12±11,94	134,25±5,60	137,29±17,26	174,26±17,10	29,54
GL (mmol)	54,11±3,91	54,59±3,22	62,23±5,11	54,98±5,06	10,18
GLG (mmol)	2,40±0,07 ^b	2,64±0,17 ^b	3,43±0,16 ^a	3,10±0,08 ^a	0,32
PT (mg)	4,35±0,12 ^b	4,66±0,19 ^{ab}	4,23±0,08 ^b	5,21±0,28 ^a	0,46

3 ⁽¹⁾ Valores expressos como média±erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes na
 4 mesma linha são diferentes estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

5 ⁽²⁾ Variáveis: AAL: aminoácidos livres; ALT: alanina aminotransferase; AM: amônia; AST: aspartato
 6 aminotransferase; COL: colesterol total; GL: glicose; GLG: glicogênio; PT: proteínas totais; TG:
 7 triglicerídeos.

8 ⁽³⁾ Tratamentos: FCS: farelo de soja + farinha de carne suína; FCN: farelo de soja + farelo de canola;
 9 FGI: farelo de soja + farelo de girassol; FVA: farelo de soja + farinha de vísceras de aves.

10 ⁽⁴⁾ dpr: desvio padrão residual.

1 **Tabela 5.** Composição centesimal e taxas de deposição de proteína e gordura no peixe inteiro
 2 e no filé de jundiás alimentados com as dietas experimentais⁽¹⁾

Variáveis ⁽²⁾	Tratamentos ⁽³⁾				dpr ⁽⁴⁾
	FCS	FCN	FGI	FVA	
Peixe inteiro					
MS (%)	29,43±0,39 ^a	28,42±0,73 ^{ab}	26,63±0,48 ^b	30,03±0,67 ^a	1,48
Cinzas (%)	3,24±0,19	3,21±0,13	3,39±0,21	3,40±0,20	0,41
PB (%)	15,76±0,29	16,57±0,24	16,65±0,44	15,88±0,34	0,81
Gordura (%)	6,91±0,80 ^a	5,46±0,53 ^{ab}	4,18±0,17 ^b	6,27±0,80 ^a	1,36
CRP (%)	8,14±3,17	7,75±2,41	10,02±2,79	6,88±2,91	5,60
TDPC (mg/dia)	138,53±7,03 ^a	81,57±4,37 ^b	81,31±8,25 ^b	149,68±19,28 ^a	21,12
Filé					
MS (%)	27,12±1,01 ^a	25,25±0,52 ^{ab}	23,69±0,27 ^b	27,38±1,32 ^a	1,90
Cinzas (%)	1,15±0,02	1,26±0,05	1,18±0,07	1,14±0,04	0,11
PB (%)	17,77±0,31	17,68±0,17	17,51±0,57	17,41±0,32	0,94
Gordura (%)	8,80±0,47 ^a	7,65±0,55 ^{ab}	6,15±0,50 ^b	8,83±1,08 ^a	1,54
CRP (%)	11,18±3,43	9,38±3,93	10,70±2,69	8,02±2,78	6,46
TDPF (mg/dia)	176,88±17,04 ^a	92,03±6,31 ^b	87,78±4,66 ^b	166,32±23,11 ^a	23,72

3 ⁽¹⁾ Valores expressos como média±erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes na
 4 mesma linha são diferentes estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

5 ⁽²⁾ Variáveis: MS: matéria seca; PB: proteína bruta; CRP: coeficiente de retenção proteica; TDPC e
 6 TDPF: taxa de deposição de proteína corporal e no filé, respectivamente.

7 ⁽³⁾ Tratamentos: FCS: farelo de soja + farinha de carne suína; FCN: farelo de soja + farelo de canola;
 8 FGI: farelo de soja + farelo de girassol; FVA: farelo de soja + farinha de vísceras de aves.

9 ⁽⁴⁾ dpr: desvio padrão residual.

1 **Tabela 6.** Resultados da escala hedônica de 5 pontos (1=desgostei muitíssimo e 5=gostei
 2 muitíssimo) e somatório dos julgamentos obtidos no teste de ordenação dos filés de jundiás
 3 alimentados com fontes proteicas⁽¹⁾

Variáveis	Tratamentos ⁽²⁾				dpr ⁽³⁾
	FCS	FCN	FGI	FVA	
Medida instrumental da cor⁽⁴⁾					
L	46,76±0,65	45,91±0,55	46,68±0,60	44,93±0,59	1,09
a	13,70±0,70	14,42±0,54	14,78±1,00	14,17±1,15	1,42
b	8,42±0,30 ^b	9,43±0,46 ^{ab}	9,83±0,23 ^a	9,52±0,32 ^{ab}	0,65
C	16,09±0,74	17,28±0,63	17,77±0,91	17,09±1,12	1,50
h	31,70±0,67	33,33±0,77	33,80±1,56	34,00±1,29	1,21
Escala hedônica⁽⁵⁾					
Odor	3,87±0,26	3,80±0,34	3,93±0,30	3,80±0,22	1,10
Cor	4,13±0,26	4,00±0,22	3,67±0,25	3,93±0,23	0,93
Gosto	3,67±0,35	3,67±0,30	3,80±0,28	4,00±0,28	1,17
Textura	4,27±0,15	3,67±0,27	3,87±0,24	4,33±0,21	0,86
Teste de ordenação⁽⁶⁾					
Aceitação global	77	79	70	84	-

4 ⁽¹⁾ Valores expressos como média±erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes
 5 na mesma linha são diferentes estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

6 ⁽²⁾ Tratamentos: FCS: farelo de soja + farinha de carne suína; FCN: farelo de soja + farelo de
 7 canola; FGI: farelo de soja + farelo de girassol; FVA: farelo de soja + farinha de vísceras de
 8 aves.

9 ⁽³⁾ dpr: desvio padrão residual.

10 ⁽⁴⁾ Medida de acordo com os sistemas L*a*b e L*C*h, onde L=luminosidade; a=tendência ao
 11 vermelho (+) ou verde (-); b=tendência ao amarelo (+) ou azul (-); C= cromaticidade;
 12 h=ângulo da tonalidade em relação ao eixo +a.

13 ⁽⁵⁾ Painel treinado (n=15).

14 ⁽⁶⁾ Painel não treinado (n=31). A diferença crítica significativa para quatro amostras
 15 (tratamentos) e 31 provadores, segundo a tabela de Newell e MacFarlane é igual a 27
 16 (DUTCOSKY, 2007).

17

3 ARTIGO 2

1 **Estratégias de suplementação de aminoácidos essenciais na dieta para o jundiá⁽¹⁾**

2
3 Cátia Aline Veiverberg⁽²⁾⁽³⁾, Luciana Valentim Siqueira⁽³⁾, Alexandra Pretto⁽³⁾,
4 Daniel Maschio⁽³⁾, Lucas Mesquita da Costa Nunes⁽³⁾ e João Radünz Neto⁽³⁾

5
6 ⁽²⁾ Instituto Federal Farroupilha – Campus Júlio de Castilhos, RS 527 - Estrada de Acesso
7 Secundário a Tupanciretã - Distrito de São João do Barro Preto, 98130-000, Júlio de
8 Castilhos, RS. E-mail: catiaveiver@yahoo.com.br

9 ⁽³⁾ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Departamento de Zootecnia, Laboratório de
10 Piscicultura, Av. Roraima, nº 1.000, 97105-900, Santa Maria, RS. E-mail:
11 luciana.siqueira@zootecnista.com.br, ale.pretto@yahoo.com.br, dani.maschio@hotmail.com,
12 lucasnunes_big@hotmail.com, jradunzneto@yahoo.com.br

13
14 **Resumo** – O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de estratégias de suplementação de
15 aminoácidos limitantes da dieta sobre o desempenho zootécnico, resposta metabólica e
16 possíveis reflexos na qualidade dos filés de jundiás. As dietas avaliadas foram: CON: farinha
17 de carne suína+farelo de soja+suplementação com lisina e metionina; MIX: mistura de farelos
18 vegetais e farinhas animais sem suplementação de aminoácidos livres; VEG: mistura de
19 farelos vegetais e suplementação com lisina e metionina. Ao final de oito semanas, não foram
20 observadas diferenças significativas no desempenho zootécnico e composição dos filés nos
21 peixes dos diferentes tratamentos. Entretanto, houve alteração da resposta metabólica dos
22 jundiás em função da composição da dieta, que se refletiu no teor de gordura corporal. A dieta

⁽¹⁾ Parte da tese da primeira autora, aprovado no Comitê de Ética em Experimentação Animal e no Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM (certificados 35/2009 e CAAE 0108.0.243.000-09, respectivamente).

1 VEG alterou a cor e a luminosidade dos filés de jundiá, entretanto estas diferenças não foram
2 detectadas na análise sensorial. Pode-se concluir que as estratégias de formulação avaliadas
3 neste trabalho não afetam o desempenho zootécnico dos jundiás, mas a composição da dieta
4 altera a resposta metabólica dos peixes, e isso se reflete na composição corporal e coloração
5 dos filés.

6 Termos para indexação: farelos vegetais, farinha de carne suína, farinha de vísceras de aves,
7 lisina, metionina, *Rhamdia quelen*

8

9 **Strategies for essential amino acids supplementation in diets to jundiá**

10

11 Abstract – The aim of this study was to evaluate the effect of strategies for supplementation of
12 limiting amino acids on performance, metabolic response and possible impact on the quality
13 of jundiá fillets. The diets were: CON: porcine meat meal + soybean meal + lysine and
14 methionine supplementation; MIX: mixture of vegetables and rendered animal by-products,
15 without supplementation of free amino acids; VEG: mixture of plant protein sources and
16 supplementation with lysine and methionine. At the end of eight weeks, there were no
17 significant differences in the growth and fillet composition of the different treatments. There
18 was, however, a change of the metabolic profile of jundiá in response to diet composition,
19 which reflected in body fat content. VEG diet changed the color and brightness of jundiá
20 fillets, although these differences were not detected in the sensory analysis. It can be
21 concluded that dietary formulations evaluated did not affect the performance of jundiá, but the
22 dietary composition altered the metabolic response of fish, and this reflected in body
23 composition and color of the fillets.

24 Index terms: lysine, methionine, plant protein meals, porcine meat meal, poultry by-product
25 meal, *Rhamdia quelen*

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

Introdução

Diferentes fontes proteicas alternativas têm sido avaliadas e utilizadas em substituição à farinha de peixe em dietas aquícolas. Em geral, os farelos vegetais são ricos em proteína, mas são deficientes em um ou mais aminoácidos essenciais e contém diversos fatores antinutricionais (Soltan et al., 2008).

Estudos anteriores com o jundiá têm mostrado que a formulação de dietas apenas com farelo de soja como fonte proteica reduz significativamente o desempenho, compromete a atividade enzimática e limita a síntese e deposição proteica (Coldebella & Radünz Neto, 2002; Lazzari et al., 2008; Lazzari et al., 2010).

A combinação de duas ou mais fontes proteicas na dieta, com suplementação dos aminoácidos limitantes na forma livre, tem apresentado resultados controversos para diferentes espécies. Enquanto alguns autores encontraram bons resultados com essa suplementação (El-Saydi & Gaber, 2003; de Francesco et al., 2004; de Francesco et al., 2007), a inclusão de aminoácidos da forma livre em algumas espécies tem sido limitada ou até mesmo evitada, devido a diferenças na velocidade de absorção destes aminoácidos e da proteína intacta da dieta (Ambardekar et al., 2009; Kaushik & Seiliez, 2010).

A mistura de pequenas quantidades de vários ingredientes na dieta, com perfis aminoacídicos complementares, é apresentada por vários autores como alternativa para melhorar o balanço de aminoácidos essenciais na dieta, sem suplementação na forma livre, além de limitar os fatores antinutricionais inerentes às fontes isoladas e diminuir os custos de fabricação das rações (Hemre et al., 2009; Rawles et al., 2011). Trabalhos recentes têm avaliado subprodutos de origem animal, como a farinha de carne suína e de vísceras de aves, na alimentação de peixes, uma vez que estes ingredientes possuem preço baixo, elevado teor proteico e bom perfil aminoacídico (Rawles et al., 2006; Rawles et al., 2011).

1 O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de estratégias de suplementação de
2 aminoácidos limitantes na dieta de jundiás sobre o desempenho zootécnico, resposta
3 metabólica e possíveis reflexos na qualidade dos filés.

4

5

Material e Métodos

6 O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Piscicultura da Universidade Federal de
7 Santa Maria (UFSM - Santa Maria, RS). O experimento teve duração de oito semanas,
8 realizado entre novembro de 2010 e janeiro de 2011. Utilizou-se sistema de recirculação de
9 água composto por 12 tanques experimentais (500 L), dois filtros biológicos de pedra britada,
10 reservatório de 2.000 L com aquecimento (2000 W) e bomba hidráulica de ½ cv. A qualidade
11 da água do sistema de cultivo foi monitorada diariamente (temperatura) e semanalmente
12 (demais parâmetros), com kit comercial (Alfakit[®], Florianópolis, SC) e oxímetro digital
13 (YSI[®], Yellow Springs, USA – modelo 550A). Os seguintes valores médios foram obtidos:
14 temperatura 23,8°C; oxigênio dissolvido 5,3 mg/L; pH 7,1; amônia total 0,3 mg/L; amônia
15 não ionizada (NH₃) 0,002 mg/L; alcalinidade 33,4 mg/L CaCO₃; dureza total 28,4 mg/L
16 CaCO₃. Todos os parâmetros se mantiveram dentro da faixa adequada para o jundiá
17 (Baldisserotto & Silva, 2004).

18 O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos
19 (dietas experimentais) e quatro repetições, totalizando 12 unidades experimentais. Em cada
20 unidade experimental foram alojados 20 peixes com peso médio de 108,8±0,92 g, totalizando
21 240 animais.

22 Os tratamentos experimentais foram dietas peletizadas contendo diferentes
23 combinações proteicas, com ou sem suplementação de aminoácidos livres (Tabela 1): CON:
24 controle (farinha de carne suína+farelo de soja+suplementação com lisina e metionina),
25 conforme Lazzari et al. (2008); MIX: mistura de farelos vegetais e farinhas animais sem

1 adição de aminoácidos livres; VEG: mistura de farelos vegetais e suplementação com lisina e
2 metionina. As dietas foram formuladas de forma a suprir a exigência estimada de lisina e
3 metionina dos jundiás (Meyer & Fracalossi, 2005).

4 Para preparo das dietas, os ingredientes secos e moídos foram homogeneizados em
5 amassadeira elétrica, sendo a mistura peletizada em moedor de carnes elétrico e colocada para
6 secar em estufa com circulação de ar forçada ($50\pm 2^{\circ}\text{C}$) por 24 horas. As dietas secas foram
7 armazenadas em freezer (-18°C) até o momento de fornecimento aos animais. Amostras de
8 cada dieta foram coletadas para determinação da composição centesimal: matéria seca, cinzas,
9 proteína e gordura (métodos 012/IV, 018/IV, 037/IV e 353/IV do Instituto Adolfo Lutz, 2008,
10 respectivamente), fibra em detergente neutro (Van Soest, 1967) e carboidratos digestíveis (por
11 diferença).

12 Os juvenis de jundiá foram alimentados duas vezes ao dia (09 e 17 h), com 3% da
13 biomassa em ração/dia. Às 14 horas era realizada limpeza das unidades experimentais por
14 sifonagem, com renovação de aproximadamente 30% do volume de água de cada tanque.

15 No início e fim do experimento, todos os animais foram anestesiados (eugenol 20
16 $\mu\text{L/L}$ de água), pesados individualmente em balança digital (precisão de 1 g) para
17 determinação do peso inicial médio e peso final médio (g) de cada unidade experimental,
18 ganho em peso diário (g/dia) e relativo (% do peso inicial no período).

19 Antes da biometria, dois juvenis de cada unidade experimental foram anestesiados
20 para coleta de amostras de sangue (punção da veia caudal) com seringas contendo
21 anticoagulante (EDTA 10%), sendo posteriormente abatidos por hipotermia (água+gelo 1:1).
22 As amostras de sangue foram centrifugadas ($1.000 \times \text{g}$ por 10 minutos) e o plasma obtido foi
23 utilizado para quantificação dos níveis de glicose, colesterol total, triglicerídeos, proteínas
24 totais (com kits colorimétricos Doles[®] - Goiânia, GO) e aminoácidos livres (Spies, 1957).

1 Os peixes abatidos após a coleta de sangue foram filetados para cálculo do rendimento
2 de filé (%) e da composição centesimal do filé (matéria seca, cinzas, proteína bruta e gordura
3 segundo os métodos 012/IV, 018/IV, 037/IV e 353/IV do Instituto Adolfo Lutz, 2008). A
4 seguir, foram eviscerados para cálculo do rendimento de carcaça (%), sendo os órgãos
5 pesados e medidos para cálculo do quociente intestinal (comprimento do trato/comprimento
6 do peixe) e índices hepatossomático, digestivossomático e de gordura visceral, expressos em
7 % do peso inteiro.

8 O trato digestório foi dissecado em estômago, intestino anterior e intestino posterior,
9 sendo a última porção descartada e as demais homogeneizadas com tampão pH 7,0 e
10 centrifugados para obtenção de sobrenadantes. Foram determinadas as atividades de protease
11 ácida, amilase, tripsina e quimiotripsina, utilizando os mesmos protocolos de Lazzari et al.
12 (2010). As unidades de enzima foram definidas como a quantidade de enzima necessária para
13 hidrolisar 1 μg ou 1 μmol de substrato por minuto, expressas por mg de proteína tecidual
14 (Lowry et al., 1951).

15 Amostras de fígado (50 mg) foram homogeneizadas com 1 mL de tampão ácido (TCA
16 10%), 1 mL de tampão alcalino (KOH 6N) ou 1 mL de tampão neutro (fosfato de potássio 20
17 mM pH 7,5), centrifugadas para obtenção dos sobrenadantes para quantificação dos
18 parâmetros metabólicos: aminoácidos livres (Spies, 1957), alanina aminotransferase e
19 aspartato aminotransferase (kit colorimétrico Doles[®] - Goiânia, GO), proteína (Lowry et al.,
20 1951), amônia (Verdouw et al., 1978), glicose (Park & Johnson, 1949) e glicogênio (Bidinotto
21 et al., 1997).

22 Além da composição dos filés, também foi determinada a composição centesimal do
23 peixe inteiro. Para isso, dois peixes de cada unidade experimental foram anestesiados,
24 abatidos por hipotermia (água+gelo 1:1) e moídos em processador de alimentos para obtenção

1 de amostras homogêneas para análise de matéria seca, cinzas, proteína bruta e gordura,
2 segundo os protocolos do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3 A qualidade dos filés de jundiá foi avaliada instrumentalmente e sensorialmente. Um
4 painel treinado de 10 julgadores (seis mulheres e quatro homens) avaliou as amostras de filés
5 de jundiá por meio de escala hedônica de cinco pontos, em que 1 significa “desgostei
6 muitíssimo” e 5 “gostei muitíssimo”. As amostras (aproximadamente 10 g) foram assadas em
7 forno convencional (180°C por 15 minutos), envoltas em papel alumínio, sendo entregues
8 identificadas por códigos numéricos aos julgadores para avaliação de odor, gosto e textura.

9 Para avaliação da aceitação global dos filés, foi utilizado painel não treinado de 21
10 provadores (10 mulheres e 11 homens), selecionados em função de consumirem carne de
11 peixe, disponibilidade e interesse em participar do teste. Estes provadores foram orientados a
12 avaliar os filés de jundiá utilizando testes de ordenação decrescente de aceitabilidade, dessa
13 forma as amostras preferidas receberam as pontuações mais baixas.

14 A avaliação instrumental da cor foi feita em duas amostras de filés (peixes) de cada
15 unidade experimental, utilizando colorímetro MINOLTA® CR-300 com sistema de
16 iluminação padrão D65, com ângulo de observação de 10°. Foram medidos os valores de L
17 (luminosidade), a (tendência ao vermelho/verde), b (tendência ao amarelo/azul), c (saturação
18 da cor) e H (ângulo de tonalidade), conforme os espaços de cores “CIE 1976 L*a*b” e “CIE
19 1986 L*C*h”.

20 Com exceção dos dados de aceitabilidade global dos filés, todos os demais foram
21 submetidos a teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Os valores aberrantes (*outliers*) foram
22 excluídos da análise estatística, utilizando como critério a média \pm (2 x desvio padrão). A
23 seguir, foram submetidos à análise de variância de uma via (ANOVA - *one way*) e as médias
24 foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$). A análise

1 estatística do teste de ordenação (painel não-treinado) foi feita utilizando-se a tabela de
2 Newell & MacFarlane (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

3

4

Resultados e Discussão

5 Ao final do experimento, não houve diferença entre as dietas avaliadas quanto ao
6 desempenho zootécnico dos juvenis de jundiá (Tabela 2). Os resultados observados neste
7 estudo indicam que é possível utilizar a suplementação dos aminoácidos limitantes em dietas
8 vegetais para o jundiá na fase de recria.

9 Estudos com outras espécies de peixes têm mostrado que a utilização de aminoácidos
10 livres na dieta não é eficiente quando comparada com a proteína intacta (Dabrowski et al.,
11 2003; Ambardekar & Reigh, 2007). Isso se deve principalmente ao fato que os aminoácidos
12 na forma livre são absorvidos mais rapidamente que os oriundos da proteína, chegando aos
13 tecidos muito rapidamente e sendo catabolizados em nitrogênio e cadeia carbonada (Kaushik
14 & Seiliez, 2010).

15 Entretanto, a velocidade de digestão da proteína pode determinar a efetiva utilização
16 dos aminoácidos purificados da dieta, pois a síntese proteica pressupõe a presença de todos os
17 aminoácidos necessários ao mesmo tempo. assim, quanto mais rápida for a digestão da
18 proteína, maior será a eficiência de utilização dos aminoácidos purificados (Ambardekar &
19 Reigh, 2007).

20 A combinação de farelo de soja e levedura de cana causou redução no crescimento dos
21 juvenis de jundiá dos 15 aos 100 g, em comparação com os peixes alimentados com a mistura
22 de farinha de carne e farelo de soja (Lazzari et al., 2008). Entretanto, em estudo com alevinos
23 (entre 1 e 4 g) o resultado foi inverso, ou seja, foi obtido melhor desempenho com dietas à
24 base de levedura de cana e farelo de soja (Coldebella & Radünz Neto, 2002). Essa variação na
25 resposta zootécnica dos animais pode estar associada a fatores como idade, adaptação prévia

1 aos componentes da dieta e a qualidade dos ingredientes utilizados na formulação. Por serem
2 resíduos de abatedouro, as farinhas animais apresentam variação significativa na composição
3 em função do lote e origem, o que pode interferir nos resultados obtidos (Bureau, 2006).

4 A composição das dietas não interferiu no rendimento de cortes e índices somáticos
5 dos jundiás no presente experimento (Tabela 2). Alterações nestes índices são observadas
6 quando há mudanças marcantes na composição das dietas, como nos teores de proteína,
7 gordura ou fibra, indicando adaptação fisiológica ao tipo de alimento ingerido (Rawles et al.,
8 2006; Lazzari et al., 2010). Considerando que a composição centesimal das dietas no presente
9 trabalho foi semelhante (Tabela 1), justificam-se os resultados obtidos.

10 Além da resposta zootécnica, a determinação das alterações metabólicas e enzimáticas
11 decorrentes de alterações na dieta é peça-chave para o esclarecimento do efeito de
12 determinado ingrediente no organismo animal. No presente estudo, os peixes alimentados
13 com a dieta MIX apresentaram maior atividade de tripsina que os alimentados com as demais
14 dietas (Tabela 3). Conforme destacado por vários autores, a inclusão de pequenos percentuais
15 de vários ingredientes na dieta diminui o efeito dos fatores antinutricionais de cada fonte
16 isolada, como é o caso dos inibidores de protease dos farelos vegetais. Lazzari et al. (2010)
17 observaram que a inclusão de 68,5% de farelo de soja ou a combinação deste com a levedura
18 de cana reduzem significativamente a atividade de tripsina dos jundiás.

19 A concentração plasmática de aminoácidos livres foi maior nos peixes alimentados
20 com a dieta VEG do que em peixes alimentados a dieta CON (Tabela 4). Essa diferença pode
21 indicar que os aminoácidos foram absorvidos mais rapidamente nos peixes alimentados com a
22 dieta CON, uma vez que a coleta de sangue foi feita aproximadamente 12 horas após a
23 alimentação e estes animais apresentaram maior concentração de aminoácidos livres no fígado
24 (Tabela 4). As diferenças na velocidade de digestão e disponibilidade de aminoácidos,
25 associadas à disponibilidade energética, podem resultar em maior ou menor síntese proteica,

1 uma vez que as reações bioquímicas de formação e regeneração de tecidos são realizadas à
2 custa do suprimento e consumo de energia pelos peixes. Caso a proteína seja digerida e
3 absorvida muito rapidamente e não haja energia disponível para síntese proteica, os
4 aminoácidos serão desaminados e utilizados como fonte de energia (Kaushik & Seiliez,
5 2010).

6 Do ponto de vista bioquímico, alterações na digestibilidade e qualidade proteica da
7 dieta resultam em diferenças na taxa de absorção e utilização dos aminoácidos como fonte
8 proteica (desejável) ou fonte energética (indesejável na maioria dos casos). Além da
9 disponibilidade energética, o perfil de aminoácidos da dieta também dita a velocidade de
10 síntese proteica. Para que esta síntese ocorra de forma eficiente, todos os aminoácidos devem
11 estar presentes no tecido ao mesmo tempo. Caso haja limitação de algum aminoácido, a
12 síntese proteica é interrompida e o excedente é destinado ao catabolismo para obtenção de
13 energia. A atividade das enzimas envolvidas no metabolismo de aminoácidos
14 (aminotransferases) é um indicativo confiável da disponibilidade proteica da dieta (Melo et
15 al., 2006).

16 No presente estudo, foi observada elevada atividade de aspartato aminotransferase
17 (AST) no fígado dos jundiás alimentados com as dietas CON e MIX em comparação com a
18 dieta VEG. A aspartato aminotransferase é a enzima responsável pela transaminação entre
19 aspartato e α -cetogluturato, originando oxaloacetato e glutamato, e está diretamente ligada ao
20 catabolismo de aminoácidos (Melo et al., 2006). Considerando o exposto, pode-se supor que
21 devido à absorção assíncrona entre aminoácidos e energia, os peixes alimentados com a
22 dieta CON acabaram destinando os aminoácidos da dieta para fonte energética, o que elevou a
23 atividade de AST no fígado. Já na dieta MIX, a explicação dos resultados pode estar
24 relacionada à menor disponibilidade energética, já que esta dieta apresentou maior teor de
25 FDN e menor energia digestível que as demais (Tabela 1).

1 As alterações metabólicas influenciam a deposição de nutrientes nos peixes, podendo
2 refletir-se em alterações na qualidade do produto final. No presente estudo, os juvenis de
3 jundiá alimentados com a dieta CON depositaram mais gordura corporal que aqueles
4 alimentados com a dieta MIX (Tabela 5).

5 Os fatores antinutricionais, principalmente os compostos fenólicos, podem ter sido
6 responsáveis pela alteração de cor nos filés do tratamento VEG, que apresentaram tendência
7 ao verde (Tabela 5). Huang et al. (1993) observaram que filés de bagre do canal (*Ictalurus*
8 *punctatus*) apresentaram maior tendência ao verde (b-) e ao amarelo (a+) quando tratados com
9 ácido tânico, o qual é encontrado em grande quantidade no farelo de girassol e no farelo de
10 canola. Estudos mais detalhados sobre a qualidade do filé, como a capacidade de retenção de
11 água durante o cozimento e perfil de ácidos graxos do filé devem ser realizados para auxiliar
12 na explicação dos resultados obtidos neste trabalho, especialmente os valores de
13 luminosidade.

14 Na análise sensorial, não foram detectadas diferenças entre os filés dos peixes
15 alimentados com as diferentes dietas experimentais. Os valores médios obtidos no teste de
16 ordenação foram: odor $3,83 \pm 0,16$; gosto $3,50 \pm 0,19$; textura $3,87 \pm 0,19$. Quanto à aceitação
17 global, os valores obtidos para cada tratamento foram: CON 37; MIX 48; VEG 41, sendo que
18 os tratamentos não diferiram entre si segundo a escala de Newell & MacFarlane (a diferença
19 mínima significativa para 21 julgadores e três amostras é 16). Os resultados são semelhantes
20 aos obtidos por Francesco et al. (2007), onde os provadores também não foram capazes de
21 detectar diferenças na análise sensorial dos filés de *Sparus aurata*. Os autores também
22 destacam que as propriedades organolépticas do filé só são alteradas quando ocorrem grandes
23 mudanças na composição destes, em relação ao teor de gordura, umidade ou cor.

24 Os resultados do presente trabalho também demonstram que não há necessidade de
25 suplementação de aminoácidos livres em dietas compostas pela mistura de diversos

1 ingredientes em pequenas proporções (dieta MIX) (Tabela 2). Além disso, os resultados
2 indicam que é possível substituir as farinhas de origem animal por ingredientes vegetais na
3 dieta do jundiá, sem que haja efeito negativo no desempenho. Há de se considerar a
4 disponibilidade de ingredientes locais e as vantagens metabólicas da mistura de ingredientes
5 no momento da formulação, para determinar sua viabilidade.

6

7

Conclusões

- 8 1. O jundiá aproveita de forma eficiente tanto ingredientes proteicos de origem vegetal como
9 os de origem animal.
- 10 2. É possível utilizar dietas exclusivamente vegetais na alimentação do jundiá, quando houver
11 combinação de várias fontes proteicas e suplementação de aminoácidos essenciais.
- 12 3. As diferentes combinações de ingredientes na dieta alteram a resposta metabólica dos
13 peixes e isso se reflete na composição corporal e coloração dos filés.

14

15

Agradecimentos

16 À CAPES pela bolsa de doutorado (Cátia Aline Veiverberg), ao CNPq pela bolsa de
17 produtividade em pesquisa (João Radünz Neto), à FAPERGS pela bolsa de iniciação
18 científica (Luciana Valentim Siqueira) e ao CNPq/Ministério da Pesca e Aquicultura pelo
19 financiamento parcial do projeto.

20

21

Referências bibliográficas

- 22 AMBARDEKAR, A.A.; REIGH, R.C. Sources and utilization of amino acids in catfish diets:
23 a review. **North American Journal of Aquaculture**, v.69, p.174-179, 2007.
- 24 AMBARDEKAR, A.A. ; REIGH, R.C. ; WILLIAMS, M.B. Absorption of amino acids from
25 intact dietary proteins and purified amino acid supplements follows different time-courses in

- 1 channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.291, p.179–187, 2009.
- 2 BALDISSEROTTO, B.; SILVA, L.V.F. Qualidade da água. In: BALDISSEROTTO, B.;
- 3 RADÜNZ NETO, J. (Org.). **Criação do jundiá**. Santa Maria, RS: UFSM, 2004. p. 73-94.
- 4 BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical
- 5 freshwater teleost fish: A procedure for field determinations of microsamples. **Boletim**
- 6 **Técnico do CEPTA**, n.10, p.53-60, 1997.
- 7 BUREAU, D. Rendered products in fish aquaculture feeds. In: MEEKER, D.L. (Ed.)
- 8 **Essential rendering: all about the animal by-products industry**. Arlington, Virginia: Kirby
- 9 Lithographic Company, 2006. p.179-194.
- 10 COLDEBELLA, I.; RADÜNZ NETO, J. Farelo de soja na alimentação de alevinos de jundiá
- 11 (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, v.32, n.3, p.499-503, 2002.
- 12 DABROWSKI, K.; LEE, K.; RINCHARD, J. The smallest vertebrate, teleost fish, can utilize
- 13 synthetic dipeptide-based diets. **Journal of Nutrition**, v.133, n.12, p.4225-4229, 2003.
- 14 EL-SAYDI, D.M.S.D.; GABER, M.M.A. Replacement of fish meal with a mixture of
- 15 different plant protein sources in juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) diets.
- 16 **Aquaculture Research**, v.34, p.1119-1127, 2003.
- 17 FRANCESCO, M.; PARISI, G.; J. PÉREZ-SÁNCHEZ, J. ; GÓMEZ-REQUENI, P.;
- 18 MÉDALE, F.; KAUSHIK, S.J.; MECATTI, M.; POLI, B.M. Effect of high-level fish meal
- 19 replacement by plant protein in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) on growth and body/fillet
- 20 quality traits. **Aquaculture Nutrition**, v.13, p.361-372, 2007.
- 21 FRANCESCO, M.; PARISI, G.; MÉDALE, F.; LUPI, P.; KAUSHIK S.; POLI, B. Effect of
- 22 long-term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/fillet quality
- 23 traits of large rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.236, p.413-429, 2004.
- 24 HEMRE, G.-I.; AMLUND, H.; AURSAND, M.; BAKKE, A.M.; OLSEN, R.E.; RINGØ, E.;
- 25 SVIHUS, B. **Criteria for safe use of plant ingredients in diets for aquacultured fish**. Oslo,

- 1 Norway: Scientific Committee for Food Safety, 2009, 172 p. Disponível em
2 <<http://www.vkm.no/dav/1232b28f3b.pdf>>
- 3 HUANG, Y.W.; LOW, I.; HUANG, C.Y.; CHUNG, K.T. Effect of tannic acid, gallic acid
4 and propyl gallate on storage life of catfish. In: Annual Tropical and Subtropical Fisheries
5 Technological Conference of the Americas, 18., 1993. **Proceedings...** Williamsburg,
6 Virginia: SST, 1993. p.234-239.
- 7 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos.**
8 Versão eletrônica. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p. Disponível em <<http://www.ial.sp.gov.br>>
- 9 JOBLING, M. A short review and critic of methodology used in fish growth and nutrition
10 studies. **Journal of Fish Biology**, v.23, p.685-703, 1983.
- 11 KAUSHIK, S.J.; SEILIEZ, I. Protein and amino acid nutrition and metabolism in fish: current
12 knowledge and future needs. **Aquaculture Research**, v.41, p.322-332, 2010.
- 13 LAZZARI, R.; RADÜNZ NETO, J.; PEDRON, F.A.; LORO, V.L.; PRETTO, A.; GIODA,
14 C.R. Protein sources and digestive enzyme activities in jundiá (*Rhamdia quelen*). **Scientia**
15 **Agricola**, v.67, n.3, p.259-266, 2010.
- 16 LAZZARI, R.; RADÜNZ NETO, J.; PEDRON, F.A.; VEIVERBERG, C.A.; BERGAMIN,
17 G.T.; LIMA, R.L.; EMANUELLI, T.; STEFFENS, C. Desempenho e composição dos filés de
18 jundiás (*Rhamdia quelen*) submetidos a diferentes dietas na fase de recria. **Arquivos**
19 **Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.477-484, 2008.
- 20 LOWRY, O.H.; ROSEBROUGH, N.J.; FARR, A.L.; RANDALL, R.J. Protein measurement
21 with Folin-phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, v.193, p.265-275, 1951.
- 22 MELO, J.F.B.; LUNDSTEDT, L.M.; METÓN, I.; BAANANTE, I.V.; MORAES, G. Effects
23 of dietary levels of protein on nitrogenous metabolism of *Rhamdia quelen* (Teleostei:
24 Pimelodidae). **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, v.145, n.2, p.181-187,
25 2006.

- 1 MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Estimation of jundiá (*Rhamdia quelen*) dietary amino acid
2 requirements based on muscle amino acid composition. **Scientia Agricola**, v.62, n.4, p.401-
3 405, 2005.
- 4 PARK, J.T.; JOHNSON, M.J. Submicro determination of glucose. **Journal of Biological**
5 **Chemistry**, n.249, p.149-151, 1949.
- 6 RAWLES, S.D.; RICHE, M.; GAYLORD, T.G.; WEBB, J.; FREEMAN, D.W.; DAVIS, M.
7 Evaluation of poultry by-product meal in commercial diets for hybrid striped bass (*Morone*
8 *chrysops* ♀×*M. saxatilis* ♂) in recirculated tank production. **Aquaculture**, v.259, p.377–389,
9 2006.
- 10 RAWLES, S.D.; THOMPSON, K.R.; BRADY, Y.J.; METTS, L.S.; AKSOY, M.Y.;
11 GANNAM, A.L.; TWIBELL, R.G.; OSTRAND, S.; WEBSTER, C.D. Effects of replacing
12 fish meal with poultry by-product meal and soybean meal and reduce protein level on the
13 performance and immune status of pond-grown sunshine bass (*Morone chrysops* X *M.*
14 *saxatilis*). **Aquaculture Nutrition**, v.17, p.e708-e721, 2011.
- 15 SOLTAN, M.A.; HANAFY, M.A.; WAFA, M.I.A. Effect of replacing fish meal by a mixture
16 of different plant protein sources in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) diets. **Global**
17 **Veterinaria**, v.2, n.4, p.157-164, 2008.
- 18 SPIES, J.R. Colorimetric procedures for amino acids. **Methods in Enzymology**, v.3, p.467-
19 477, 1957.
- 20 VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its
21 application to forage. **Journal of Animal Science**, v.26, n.1, p.119-120, 1967.
- 22 VERDOUW, H.; VAN ECHELD, C.J.A.; DEKKERS, E.M.J. Ammonia determination
23 based on indophenol formation with sodium salicylate. **Water Research**, v.12, n.6, p.399-
24 402, 1978.
- 25

Tabelas

Tabela 1. Formulação das dietas experimentais fornecidas aos jundiás.

Ingredientes (%)	Tratamentos ⁽¹⁾		
	CON	MIX	VEG
Farinha de peixe	-	9,70	-
Farinha de carne suína	24,50	9,30	-
Farinha de vísceras de aves	-	8,50	-
Farelo de soja	34,00	11,90	25,00
Farelo de canola	-	14,00	26,00
Farelo de girassol	-	14,60	27,00
Farelo de arroz desengordurado	19,00	5,00	-
Milho	18,55	23,00	7,10
Concentrado proteico de soja	-	-	3,80
Óleo de soja	0,50	1,00	1,00
Banha suína	-	-	4,00
Fosfato bicálcico	0,50	0,50	3,00
Sal (cloreto de sódio) iodado	0,50	0,50	0,50
Mistura vitamínica e mineral ²	1,50	1,50	1,50
Aglutinante (Melbond [®]) ³	0,50	0,50	0,50
Lisina HCL (99%)	0,20	-	0,40
DL-Metionina (98%)	0,25	-	0,20
Composição das dietas			
Proteína bruta (%) ⁽⁴⁾	35,30	36,77	35,63
Gordura (%) ⁽⁴⁾	7,16	7,87	7,49
Cinzas (%) ⁽⁴⁾	11,19	13,01	10,06
Fibra em detergente neutro (%) ⁽⁴⁾	19,60	25,99	20,31
Carboidratos (%) ⁽⁴⁾	20,99	10,73	20,55
Energia digestível (kcal/kg) ⁽⁵⁾	2896	2609	2921
Cálcio (%) ⁽⁶⁾	2,46	1,03	2,03
Fósforo disponível (%) ⁽⁶⁾	1,38	0,80	1,18
Lisina (%) ⁽⁶⁾	1,89	1,92	1,94
Metionina (%) ⁽⁶⁾	0,71	0,72	0,68

⁽¹⁾ Tratamentos: CON: controle (farinha de carne suína+farelo de soja+suplementação com lisina e metionina); MIX: mistura de farelos vegetais e farinhas animais sem suplementação de aminoácidos livres; VEG: mistura de farelos vegetais e suplementação com lisina e metionina.

⁽²⁾ Composição da mistura vitamínica e mineral por kg de produto (MigFish[®], RS, Brasil): ácido fólico 250 mg; ácido pantotênico 5.000 mg; antioxidante 0,60 g; biotina 125 mg; cobalto 25 mg; cobre 2.000 mg; ferro 820 mg; iodo 100 mg; manganês 3.750 mg; niacina 5.000 mg; selênio 75 mg; vitamina A 1.000.000 UI; vitamina B1 1.250 mg; vitamina B2 2.500 mg; vitamina B6 2.485 mg; vitamina B12 3.750 µg; vitamina C 28.000 mg; vitamina D3 500.000 UI; vitamina E 20.000 UI; vitamina K 5000 mg; zinco 17.500 mg.

⁽³⁾ Lignosulfonato de cálcio e magnésio (Melbar, São Paulo, SP, Brasil).

⁽⁴⁾ Composição analisada – ver detalhes no texto.

⁽⁵⁾ Energia digestível calculada considerando a equação $ED = [(\%PB \times 5,64 \times 0,90) + (\%Gordura \times 9,51 \times 0,85) + (CSDN \times 4,11 \times 0,50)] \times 10$ (Jobling, 1983).

⁽⁶⁾ Composição calculada com base na composição analisada dos ingredientes.

1 **Tabela 2.** Desempenho zootécnico e rendimento de cortes de jundiás após 12 semanas de
 2 alimentação com as dietas experimentais⁽¹⁾

Variáveis ⁽²⁾	Tratamentos ⁽³⁾			dpr ⁽⁴⁾
	CON	MIX	VEG	
PI (g)	108,73±2,52	108,85±1,27	108,82±1,14	3,51
PF (g)	130,01±10,04	134,92±9,22	123,24±3,82	16,35
GMD (g/dia)	0,38±0,13	0,47±0,17	0,26±0,07	0,27
GRP (%)	15,21±5,06	18,22±5,54	11,44±2,95	9,30
RC (%)	87,10±0,55	86,43±0,31	86,92±0,48	1,27
RF (%)	35,32±0,55	35,47±0,45	35,37±0,76	1,70
QI	1,48±0,11	1,48±0,06	1,40±0,10	0,26
IHS (%)	1,13±0,09	1,10±0,06	1,05±0,05	0,18
IDS (%)	2,70±0,21	2,57±0,15	2,55±0,14	0,47
IGV (%)	3,36±0,27	2,71±0,38	2,75±0,41	1,01

3 ⁽¹⁾ Valores expressos como média±erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes na
 4 mesma linha são diferentes estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

5 ⁽²⁾ Variáveis: PI: peso inicial; PF: peso final; GMD: ganho médio diário; GRP: ganho em peso no
 6 período relativo ao peso inicial; RC: rendimento de carcaça; RF: rendimento de filé; QI: quociente
 7 intestinal; IHS: índice digestivo somático; IDS: índice digestivo somático; IGV: índice de gordura
 8 visceral.

9 ⁽³⁾ Tratamentos: CON: controle (farinha de carne suína+farelo de soja+suplementação com lisina e
 10 metionina); MIX: mistura de farelos vegetais e farinhas animais sem suplementação de aminoácidos
 11 livres; VEG: mistura de farelos vegetais e suplementação com lisina e metionina.

12 ⁽⁴⁾ dpr: desvio padrão residual.

13

1 **Tabela 3.** Atividade enzimática dos jundiás alimentados com dietas contendo diferentes
 2 combinações de fontes proteicas (U enzima/minuto por mg de proteína tecidual)⁽¹⁾

Enzimas	Tratamentos ⁽²⁾			dpr ⁽³⁾
	CON	MIX	VEG	
Protease ácida	8,40±1,41	7,22±0,89	6,21±0,75	2,81
Amilase	0,38±0,09	0,27±0,03	0,36±0,06	0,17
Tripsina	4,62±0,37 ^b	7,05±0,74 ^a	4,66±0,63 ^b	1,63
Quimiotripsina	3783,81±278,85	4640,58±36,29	3964,0±308,69	908,37

3 ⁽¹⁾ Valores expressos como média±erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes na
 4 mesma linha são diferentes estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

5 ⁽²⁾ Tratamentos: CON: controle (farinha de carne suína+farelo de soja+suplementação com lisina e
 6 metionina); MIX: mistura de farelos vegetais e farinhas animais sem suplementação de aminoácidos
 7 livres; VEG: mistura de farelos vegetais e suplementação com lisina e metionina.

8 ⁽³⁾ dpr: desvio padrão residual.

9

1 **Tabela 4.** Resposta metabólica dos jundiás após oito semanas de alimentação com as dietas
 2 experimentais⁽¹⁾

Variáveis ⁽²⁾	Tratamentos ⁽³⁾			dpr ⁽⁴⁾
	CON	MIX	VEG	
Plasma (unidade/L)				
AAL (mmol)	23,13±0,82 ^b	24,34±0,62 ^{ab}	26,57±1,51 ^a	2,85
COL (mmol)	3,63±0,27 ^b	4,64±0,23 ^a	3,68±0,23 ^b	0,68
GL (mmol)	2,07±0,18	2,82±0,24	2,86±0,34	0,68
PT (g)	37,89±0,90	40,58±1,14	39,83±1,75	3,51
TG (mmol)	4,41±0,40	4,56±0,22	4,04±0,40	0,92
Fígado (unidade/g de tecido)				
AAL (mmol)	143,05±7,88 ^a	88,28±3,08 ^b	93,16±7,30 ^b	16,56
ALT (U.I.)	8,23±0,28	8,18±0,37	8,24±0,24	0,80
AM (mmol)	12,82±0,79	11,65±0,64	10,86±0,98	2,31
AST (U.I.)	153,19±10,44 ^a	150,94±10,73 ^a	91,35±7,30 ^b	24,92
GL (mmol)	75,20±2,99	76,20±5,25	74,07±3,36	10,71
GLG (mmol)	2,10±0,16	2,00±0,08	2,08±0,12	0,35
PT (mg)	22,00±0,99	21,48±0,64	24,19±1,47	2,85

3 ⁽¹⁾ Valores expressos como média±erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes na
 4 mesma linha são diferentes estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

5 ⁽²⁾ Variáveis: AAL: aminoácidos livres; ALT: alanina aminotransferase; AM: amônia; AST:
 6 aspartato aminotransferase; COL: colesterol total; GL: glicose; GLG: glicogênico; PT:
 7 proteínas totais; TG: triglicerídeos.

8 ⁽³⁾ Tratamentos: CON: controle (farinha de carne suína+farelo de soja+suplementação com
 9 lisina e metionina); MIX: mistura de farelos vegetais e farinhas animais sem suplementação
 10 de aminoácidos livres; VEG: mistura de farelos vegetais e suplementação com lisina e
 11 metionina.

12 ⁽⁴⁾ dpr: desvio padrão residual.

13

1 **Tabela 5.** Composição centesimal (peixe inteiro e filé) e medida instrumental da cor dos filés
 2 dos jundiás ao final do experimento⁽¹⁾

Variáveis	Tratamentos ⁽²⁾			dpr ⁽³⁾
	CON	MIX	VEG	
Peixe inteiro				
Matéria seca (%)	31,11±1,40	30,13±0,78	30,64±0,72	2,87
Cinzas (%)	2,72±0,22	3,08±0,38	2,41±0,15	0,70
Proteína bruta (%)	15,17±0,26	15,73±0,29	16,13±0,39	0,89
Gordura (%)	11,82±1,65 ^a	7,21±0,78 ^b	9,80±1,10 ^{ab}	3,31
Filé				
Matéria seca (%)	25,09±0,58	25,50±0,76	25,86±0,49	1,75
Cinzas (%)	2,01±0,28	2,31±0,30	2,43±0,27	0,81
Proteína bruta (%)	19,95±0,47	19,19±0,51	20,82±0,71	1,54
Gordura (%)	6,31±0,79	8,30±0,98	6,20±0,56	2,15
Medida instrumental da cor⁽⁴⁾				
L	80,01±0,74 ^c	83,60±0,59 ^b	88,32±1,69 ^a	2,24
a	4,99±1,88 ^a	2,81±0,42 ^{ab}	-0,66±0,97 ^b	2,49
b	2,86±0,43	3,79±0,79	3,61±0,76	1,36
C	5,87±1,87	4,41±0,66	4,29±0,53	2,37
h	55,70±17,20 ^{ab}	50,58±6,96 ^b	99,78±15,31 ^a	27,77

3 ⁽¹⁾ Valores expressos como média±erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes na
 4 mesma linha são diferentes estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

5 ⁽²⁾ Tratamentos: CON: controle (farinha de carne suína+farelo de soja+suplementação com lisina e
 6 metionina); MIX: mistura de farelos vegetais e farinhas animais sem suplementação de aminoácidos
 7 livres; VEG: mistura de farelos vegetais e suplementação com lisina e metionina.

8 ⁽³⁾ dpr: desvio padrão residual.

9 ⁽⁴⁾ Medida de acordo com os sistemas L*a*b e L*C*h, onde L= luminosidade; a=tendência ao
 10 vermelho (+) ou verde (-); b= tendência ao amarelo (+) ou azul (-); C= cromaticidade (saturação da
 11 cor); h: ângulo da tonalidade em relação ao eixo +a.

4 ARTIGO 3

Comunicação

Coefficientes de digestibilidade aparente de ingredientes proteicos para o jundiá (*Rhamdia quelen*)^I

Apparent digestibility coefficients of protein-rich feedstuffs for jundiá (*Rhamdia quelen*)

Cátia Aline Veiverberg^{II,III} Luciana Valentim Siqueira^{III} João Radünz Neto^{III*}

ABSTRACT: This study was conducted to evaluate the apparent digestibility coefficients (ADC) of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), fat and gross energy (GE) of protein-rich feedstuffs with dietary potential for jundiá (*Rhamdia quelen*). Five test-diets were formulated containing 30% of the ingredients evaluated (canola meal, porcine meat meal, sunflower meal, soybean meal and poultry by-product meal) and 70% of the reference-diet based on fish meal. The marker used was chromium oxide III (0.2% in diet), and feces were collected in Guelph system. From the ADC of the diets were estimated ADC ingredients. Porcine meat meal showed the worst digestibility coefficients for all nutritional fractions. Plant-protein sources had good ADC, except the fat on soybean meal. We concluded that the plant-protein feedstuffs are more digestible than rendered animal by-products for jundiá.

Keywords: plant-protein sources, protein, rendered animal by-products

Várias fontes proteicas alternativas (não-convencionais) têm sido avaliadas e utilizadas em substituição à farinha de peixe em dietas aquícolas. No entanto, surge o problema do efeito desses novos ingredientes no desempenho dos peixes, na excreção

^I Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da UFSM (certificado CEEA 35/2009).

^{II} Instituto Federal Farroupilha – Campus Júlio de Castilhos, Júlio de Castilhos, RS, Brasil.

^{III} Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. *E-mail: jradunzneto@gmail.com. Autor para correspondência.

1 de nutrientes e seus possíveis impactos ambientais. A avaliação destes ingredientes
2 passa por várias etapas, que compreendem a caracterização da composição centesimal,
3 determinação da digestibilidade dos nutrientes e da palatabilidade, avaliação da relação
4 com outros nutrientes e da funcionalidade dos mesmos dentro da dieta (Glencross et al.,
5 2007).

6 A digestibilidade de um ingrediente ou de uma dieta depende das
7 características anatômicas e bioquímicas do sistema digestivo do animal, além de
8 características do processamento dos ingredientes e da origem proteica, se animal ou
9 vegetal (García-Carreño et al., 2002). Assim, as respostas de determinada espécie frente
10 a um ingrediente na dieta são diferenciadas, não podendo ser estimadas em função dos
11 resultados obtidos para outras espécies (Glencross et al., 2007).

12 O jundiá (*Rhamdia quelen*) digere melhor ingredientes ricos em proteína
13 (glúten de milho, farelo de soja e farinha de resíduo de peixe) que ingredientes
14 energéticos (milho e quirera de arroz), de modo similar ao que acontece em alguns
15 peixes onívoros e principalmente nos carnívoros, o que o torna um peixe onívoro com
16 tendência à carnivoría (Oliveira Filho e Fracalossi, 2006). Dado o pequeno volume de
17 trabalhos avaliando a digestibilidade nesta espécie, é importante a caracterização
18 nutricional dos principais ingredientes disponíveis para formulação de dietas. Assim, o
19 estudo foi conduzido para avaliar a digestibilidade aparente de fontes proteicas de
20 origem animal e vegetal pelo jundiá.

21 O trabalho foi conduzido no Laboratório de Piscicultura da Universidade
22 Federal de Santa Maria, durante os meses de janeiro e fevereiro de 2011. Para as coletas
23 de fezes dos peixes foi utilizado o sistema “Guelph” adaptado, com seis incubadoras de
24 fibra de vidro (200 L). Na extremidade inferior de cada incubadora foi acoplado um
25 registro de esfera, adaptado com tubos de rosca (tipo Falcon) para a deposição das fezes.
26 Na porção intermediária do tanque foi colocada tela para evitar acesso dos peixes às
27 fezes depositadas no fundo cônico. Foram utilizados 120 jundiás com peso médio de
28 120 g, sendo distribuídos 20 peixes por tanque.

29 Foram avaliados cinco ingredientes: farinha de carne suína, farinha de vísceras
30 de aves, farelo de soja, farelo de canola e farelo de girassol (Tabela 1). Uma dieta-
31 referência, à base de farinha de peixe (Tabela 2), foi formulada para atender as
32 exigências proteicas e energéticas do jundiá (Meyer e Fracalossi, 2004). As dietas-teste

1 utilizadas para a determinação dos coeficientes de digestibilidade foram compostas pela
 2 mistura de 70% da dieta-referência e 30% do ingrediente testado (Tabela 2). Foi
 3 utilizado 0,2% de óxido de cromo III como marcador inerte em todas as dietas avaliadas
 4 (Bremer Neto et al., 2003).

5
 6 **Tabela 1.** Composição dos ingredientes avaliados no experimento de digestibilidade

Composição	Ingredientes avaliados ¹				
	FCN	FCS	FGI	FS	FVA
Matéria seca (%)	88,56	94,13	88,42	87,22	92,04
Cinzas (%)	7,64	20,96	9,51	6,75	15,87
Gordura (%)	3,79	20,49	5,81	4,08	15,6
Proteína bruta (%)	39,93	56,73	38,39	47,67	63,12
Fibra em detergente neutro (%)	33,43	nd ³	25,75	13,29	nd ³
Carboidratos (%)	15,21	1,82	20,53	28,21	5,41
Energia bruta (kcal/kg) ²	3239,3	5214,0	3561,7	4238,0	5261,2

7 ¹ Ingredientes avaliados: FCN: farelo de canola; FCS: farinha de carne suína; FGI: farelo de girassol; FS:
 8 farelo de soja; FVA: farinha de vísceras de aves.

9 ² Teor de energia bruta calculado utilizando os valores aproximados: 5,65 kcal/kg, 9,44 kcal/kg e 4,11
 10 kcal/kg para proteína, gordura e carboidratos, respectivamente (Bureau et al., 2002).

11 ³ não determinado.

12
 13 **Tabela 2.** Formulação da dieta-referência utilizada no experimento de digestibilidade

Ingredientes (%)	Dieta-referência	Dieta-teste
Farinha de peixe ¹	55,0	38,5
Farelo de arroz desengordurado	15,0	10,5
Milho	23,5	16,45
Óleo de soja	3,5	2,45
Sal (cloreto de sódio) iodado	0,5	0,35
Mistura vitamínica e mineral ²	1,5	1,05
Algutinate (Melbond [®]) ³	1,0	0,7
Ingrediente avaliado	0,0	30,0
Óxido de cromo III (Cr ₂ O ₃)	0,2	0,2

14 ¹ IRPEL Indústria de Resíduos de Pescado Ltda. (Canoas, RS, Brasil).

1 ² Composição da mistura vitamínica e mineral por kg de produto (MigFish®, RS, Brasil): ácido fólico
2 250 mg; ácido pantotênico 5.000 mg; antioxidante 0,60 g; biotina 125 mg; cobalto 25 mg; cobre 2.000
3 mg; ferro 820 mg; iodo 100 mg; manganês 3.750 mg; niacina 5.000 mg; selênio 75 mg; vitamina A
4 1.000.000 UI; vitamina B1 1.250 mg; vitamina B2 2.500 mg; vitamina B6 2.485 mg; vitamina B12 3.750
5 µg; vitamina C 28.000 mg; vitamina D3 500.000 UI; vitamina E 20.000 UI; vitamina K 5000 mg; zinco
6 17.500 mg.

7 ³ Lignosulfonato de cálcio e magnésio (Melbar, São Paulo, SP, Brasil).

8

9 Antes do início da coleta, os juvenis de jundiá foram alimentados durante cinco
10 dias com uma das dietas experimentais (testes ou referência), para adaptação ao
11 alimento e ao manejo. Durante o período de coleta, foram feitas duas alimentações
12 diárias, às 8h30min e às 16h00min, com 3% da biomassa/dia. Aproximadamente uma
13 hora após cada alimentação, foi realizada a limpeza das unidades experimentais para
14 retirada de eventuais sobras de ração e resíduos aderidos às paredes do tanque. Após a
15 limpeza, os tubos de coleta eram acoplados aos tanques e acondicionados em caixas de
16 isopor com gelo, para minimizar a atividade microbiana. A retirada dos tubos com as
17 fezes foi feita duas vezes ao dia, 30 minutos antes de cada alimentação.

18 As fezes coletadas foram armazenadas úmidas em freezer até o momento das
19 análises, quando foi feito um *pool* de todas as coletas diárias para cada dieta. As fezes
20 homogeneizadas foram levadas à estufa ($60 \pm 2^\circ\text{C}$) por 24 horas para obtenção das
21 amostras parcialmente secas, que foram utilizadas nas análises.

22 Os ingredientes, dietas experimentais e as fezes pré-secas foram analisados
23 quanto à sua composição bromatológica e concentração de cromo, em duplicata (Tabela
24 3). A matéria seca total foi quantificada por perda de peso em estufa a 105°C até peso
25 constante, e a matéria mineral foi quantificada após queima das amostras a 550°C por
26 três horas, conforme método 923.03 da AOAC (1995). A proteína bruta foi determinada
27 pelo método de micro-Kjeldahl, com fator de conversão de 6,25 (método 960.52 da
28 AOAC, 1995). A fração lipídica foi quantificada pelo método de Bligh e Dyer (1959). A
29 metodologia adotada para a determinação de fibra em detergente neutro dos
30 ingredientes foi a proposta por Van Soest (1967), enquanto que carboidratos e matéria
31 orgânica foram calculados por diferença. A concentração de óxido de cromo III nas
32 fezes e na dieta foi determinada pelo método espectrofotométrico da 1,5-
33 difenilcarbazida (Bremer Neto et al., 2005).

1

2 **Tabela 3.** Composição analisada dos ingredientes, dietas e fezes coletados no
 3 experimento de digestibilidade (dados expressos com base em 100% de matéria seca)

Componentes (%)	Ingredientes avaliados ¹					
	REF ²	FCN	FCS	FGI	FS	FVA
	Dietas ⁴					
Matéria seca (%)	95,64	94,89	95,07	95,13	95,12	95,70
Matéria orgânica (%)	76,65	81,27	77,89	80,82	81,67	79,23
Matéria mineral (%)	23,35	18,73	22,11	19,18	18,33	20,77
Gordura (%)	9,41	8,03	11,66	6,57	6,88	10,35
Proteína bruta (%)	37,01	38,54	43,64	37,34	40,73	45,10
Energia bruta (kcal/kg) ³	3171	3265	3197	3091	3406	3271
Óxido de cromo III (%)	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17
	Fezes					
Matéria seca (%)	28,38	18,34	27,30	22,63	19,03	29,05
Matéria orgânica (%)	55,14	65,92	62,69	65,20	69,05	56,77
Matéria mineral (%)	44,86	34,08	37,31	34,80	30,95	43,23
Gordura (%)	4,15	3,86	9,61	2,97	4,35	6,06
Proteína bruta (%)	16,58	16,59	30,31	16,32	20,87	26,42
Energia bruta (kcal/kg) ³	2017	2063	2850	2008	2621	2431
Óxido de cromo III (%)	0,40	0,42	0,35	0,38	0,42	0,37

4 ¹ Ingredientes avaliados: FCN: farelo de canola; FCS: farinha de carne suína; FGI: farelo de girassol; FS:
 5 farelo de soja; FVA: farinha de vísceras de aves.

6 ² REF: dieta-referência.

7 ³ Teor de energia bruta calculada utilizando os valores aproximados: 5,65 kcal/kg, 9,44 kcal/kg e 4,11
 8 kcal/kg para proteína, gordura e carboidratos, respectivamente (BUREAU et al., 2002).

9 ⁴ Dietas experimentais: 70% da dieta-referência + 30% do ingrediente avaliado.

10

11 Para o cálculo do coeficiente de digestibilidade aparente das dietas (testes e
 12 referência) foi utilizada a fórmula proposta por Cho e Slinger (1979):

$$13 \quad \text{CDA (\%)} = 100 - \left[100 \times \left(\frac{\text{Id}}{\text{If}} \times \frac{\text{Nf}}{\text{Nd}} \right) \right] \quad (1)$$

Onde: CDA = coeficiente de digestibilidade aparente; Id = concentração de cromo na dieta (%); If = concentração de cromo nas fezes (%); Nd = concentração do nutriente na dieta (%); Nf = concentração do nutriente nas fezes (%).

Os valores de digestibilidade aparente dos nutrientes dos ingredientes foram determinados segundo a fórmula proposta por Bureau et al. (1999):

$$CDA_i(\%) = CDA_{dt} + \left[(CDA_{dt} - CDA_{ref}) \times \left(\frac{r \times N_{ref}}{i \times N_i} \right) \right] \quad (2)$$

em que: CDA_i = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente no ingrediente estudado; CDA_{dt} = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente na dieta-teste; CDA_{ref} = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente na dieta-referência; r = proporção da dieta-referência na dieta-teste (0,7); i = proporção do ingrediente-teste na dieta-teste (0,3); N_{ref} = concentração do nutriente na dieta-referência (% ou kcal/kg na matéria úmida); N_i = concentração do nutriente no ingrediente (% ou kcal/kg na matéria úmida).

Como não houve repetições das coletas, os coeficientes de digestibilidade dos ingredientes não foram comparados estatisticamente entre si, mas podem ser utilizados como referência para trabalhos futuros. A Tabela 4 apresenta os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos ingredientes proteicos avaliados neste experimento.

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos ingredientes proteicos pelo jundiá

CDA (%)	Ingredientes avaliados ¹				
	FCN	FCS	FGI	FS	FVA
Matéria seca	55,68	29,13	36,30	51,88	39,16
Matéria orgânica	65,42	59,22	60,97	63,02	66,08
Proteína Bruta	82,66	39,92	73,50	70,56	59,56
Gordura	66,85	33,45	64,91	18,66	58,78
Energia bruta	73,36	36,39	59,12	51,27	57,14

¹ Ingredientes avaliados: FCN: farelo de canola; FCS: farinha de carne suína; FGI: farelo de girassol; FS: farelo de soja; FVA: farinha de vísceras de aves.

1 A farinha de carne suína apresentou CDA da proteína, gordura e energia bem
2 inferiores aos farelos de origem vegetal. Por ser subproduto de abatedouro, a farinha de
3 carne está sujeita à grande variação na composição em função da matéria-prima e do
4 protocolo de produção utilizado pela indústria (Campestrini, 2005). O mesmo autor
5 salienta ainda que, devido a falhas na fiscalização, os fabricantes podem utilizar
6 proporções variáveis de ossos ou adulterantes (pêlos, couro ou uréia) nas misturas
7 durante o processo de produção, o que gera diversos tipos de farinhas de carne que são
8 diferentes entre si em valor nutricional e em valores econômicos na formulação de
9 rações animais. Oliveira et al. (2009) avaliaram a qualidade de amostras de farinha de
10 carne e ossos de diversas origens e constataram que algumas amostras estavam
11 adulteradas. Além disso, os autores relataram que apesar da concentração elevada de
12 proteína bruta (entre 39,13 e 50,89%), a digestibilidade média em pepsina foi bastante
13 reduzida em todas as amostras (em torno de 30%), demonstrando baixa qualidade da
14 proteína.

15 Meurer et al. (2003) observaram que o CDA da matéria seca da farinha de
16 vísceras de aves pela tilápia (*Oreochromis niloticus*) foi baixo (62,21%), e associaram
17 tal resultado à possível presença de penas e elevado teor de cinzas deste ingrediente. No
18 presente estudo, o CDA da proteína da farinha de vísceras foi baixo (59,56%), o que
19 pode indicar que esta matéria-prima não é de boa qualidade.

20 Os valores de CDA dos nutrientes do farelo de canola obtidos neste trabalho
21 foram semelhantes aos obtidos por Pezzato et al. (2002) para tilápia do Nilo, com
22 exceção da gordura que apresentou valores inferiores (66,85 vs. 98,30%). Kitagima e
23 Fracalossi (2011) encontraram para o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) valores de
24 digestibilidade da matéria seca (69,4%) e energia bruta (72,0%) semelhantes aos deste
25 estudo, entretanto observaram que o CDA da proteína foi de 91,4%.

26 O farelo de girassol sem casca (com baixo teor de fibra) apresenta melhor
27 digestibilidade que o farelo com casca para a tilápia do Nilo (Maina et al., 2002). Os
28 autores encontraram, para o farelo de girassol sem casca, CDA de 88,6; 42,10 e 37,20%
29 para proteína, energia e matéria orgânica, respectivamente. Já para o bagre africano
30 (*Clarias gariepinus*), os CDA observados foram de 86,5% para proteína e 79,5% para
31 energia (Fagbenro, 1998).

1 Assim como o jundiá, a tilápia, o bagre do canal e o bagre africano são peixes
2 onívoros, que apresentam maior capacidade de digestão dos ingredientes vegetais que os
3 peixes carnívoros. Oliveira Filho e Fracalossi (2006) constataram que o jundiá tem
4 grande potencial para digerir ingredientes proteicos de origem vegetal, como o farelo de
5 soja e o glúten de milho.

6 No presente estudo, os CDA da gordura foram baixos para todos os farelos,
7 quando comparados com os valores da literatura (Pezzato et al., 2002; Asad et al., 2005;
8 Bureau et al., 1999). Allan et al. (2000) destacam que a digestibilidade da gordura pode
9 ser afetada pelo perfil de ácidos graxos da dieta, por exemplo, grande quantidade de
10 gordura saturada. Há necessidade de estudos mais aprofundados sobre a influência
11 destes fatores na digestibilidade da gordura pelo jundiá.

12 Inúmeros fatores podem influenciar os resultados obtidos nos experimentos de
13 digestibilidade. A qualidade do ingrediente, o percentual incluído na dieta-teste e as
14 possíveis interações nutricionais entre ingredientes podem resultar em valores diferentes
15 de coeficientes de digestibilidade para uma mesma espécie (Glencross et al., 2007). O
16 método de coleta, tipo de marcador, quantidade de alimento fornecido em cada refeição,
17 idade e tamanho dos peixes, temperatura e qualidade da água são fatores que podem
18 afetar a digestibilidade dos nutrientes (Degani e Yehuda, 1999; Bonfim e Lanna, 2004;
19 Glencross et al., 2007).

20 A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que os farelos vegetais (soja,
21 canola e girassol) são mais digestíveis que as farinhas de carne suína e de vísceras de
22 aves para o jundiá.

23

24 **Referências bibliográficas**

25

26 ALLAN, G.L.; PARKINSON, S.; BOOTH, M.A. et al. Replacement of fish meal in
27 diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative
28 ingredients. *Aquaculture*, v.186, p.293–310, 2000.

29 AOAC. (Association of Official Analytical Chemists). *Official Methods of Analysis of*
30 *AOAC*, 16ª ed., Patricia Cunniff (editora), Washington, DC, 1141p., 1995.

- 1 ASAD, F.; SALIM, M.; SHAHZAD, K. et al. Estimation of apparent digestibility
2 coefficient of guar, canola and meat meal for *Labeo rohita*. *Int. J. Agr. Biol.*, v.7, n.5,
3 p.816–819, 2005.
- 4 BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification.
5 *Can. J. Biochem. Phys.*, v.37, n.8, p.911-917, 1959.
- 6 BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T. Fatores que afetam os coeficientes de
7 digestibilidade nos alimentos para peixes. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.1, n.1, p.20-
8 30, 2004.
- 9 BREMER NETO, H.; GRANER, C.A.F.; PEZZATO, L.E. et al. Diminuição do teor de
10 óxido de cromo (III) usado como marcador externo. *R. Bras. Zootec.*, v.32, n.2, p.249-
11 255, 2003.
- 12 BREMER NETO, H.; GRANER, C.A.F.; PEZZATO, L.E. et al. Determinação de rotina
13 do cromo em fezes, como marcador biológico, pelo método espectrofotométrico
14 ajustado da 1,5-difenilcarbazida. *Ciênc. Rural*, v.35, n.3, p.691-697, 2005.
- 15 BUREAU, D.P.; KAUSHIK, S.J.; CHO, C.Y. Bioenergetics. In: HALVER, J.E.;
16 HARDY, R.W. *Fish Nutrition*. San Diego, USA: Academic Press, 2002. Cap.1, p.2-59.
- 17 BUREAU, D.P.; HARRIS, A.M.; CHO, C.Y. Apparent digestibility of rendered animal
18 protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, v.180,
19 p.345–358, 1999.
- 20 CAMPESTRINI, E. Farinha de carne e ossos. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 1, n. 24,
21 p.237-236, 2005.
- 22 CHO, C.Y.; SLINGER, S.J. Apparent digestibility measurement in feedstuffs for
23 rainbow trout. In: *Finfish Nutrition and Fish Feed Technology, 1979*, Berlim. *Annals...*
24 Berlim: 1979. v.2, p.239-247.
- 25 DEGANI, G.; YEHUDA, Y. Digestibility of protein sources in feed for *Oreochromis*
26 *aureus* x *O. nilotica*. *Indian J. Fish.*, v.46, n.1, p.33-39, 1999.
- 27 FAGBENRO, O.A. Apparent digestibility of various oilseed cakes/meals in African
28 catfish diets. *Aquacult. Int.*, v.6, p.317–322, 1998.
- 29 GARCÍA-CARREÑO, F.L.; ALBUQUERQUE-CAVALCANTI, C.; del TORO,
30 M.A.N. et al. Digestive proteinases of *Brycon orbignyanus* (Characidae, Teleostei):
31 characteristics and effects of protein quality. *Comp. Biochem. Phys. B*, v.132, p.343-
32 352, 2002.

- 1 GLENCROSS, B.D.; BOOTH, M.; ALLAN, G.L. A feed is only as good as its
2 ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds.
3 *Aquacult. Nutr.* v.13, p.17–34, 2007.
- 4 KITAGIMA, R.E.; FRACALOSSO, D.M. Digestibility of alternative protein-rich
5 feedstuffs for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *J. World Aquacult. Soc.*, v.42, n.3,
6 p.306-312, 2011.
- 7 MAINA, J.G.; BEAMES, R.M.; HIGGS, D. et al. Digestibility and feeding value of
8 some feed ingredients fed to tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquac. Res.*, v.33,
9 p.853-862, 2002.
- 10 MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Digestibilidade aparente de alguns
11 alimentos proteicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *R. Bras. Zootec.*, v.32,
12 n.6, p.1801-1809, 2003.
- 13 MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Protein requirement of jundiá fingerlings, *Rhamdia*
14 *quelen*, at two dietary energy concentrations. *Aquaculture*, v.240, p.331-343, 2004.
- 15 OLIVEIRA FILHO, P.R.C.; FRACALOSSO, D. M. Coeficientes de digestibilidade
16 aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. *R. Bras. Zootec.*, v.35, n.4 (supl.),
17 p.1581-1587, 2006.
- 18 OLIVEIRA, V.; MACHINSK, T.G.; SILVA, Y.L. et al. Variabilidade da composição
19 química, física e microbiológica de farinhas de carne e ossos. *Revista da FZVA*, v.16,
20 n.2, p.173-186, 2009.
- 21 PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. Digestibilidade aparente de
22 ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *R. Bras. Zootec.*, v.31, n.4,
23 p.1595-1604, 2002.
- 24 VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its
25 application to forage. *J. Anim. Sci.*, v.26, n.1, p.119-120, 1967.
- 26

5 DISCUSSÃO GERAL

O jundiá é classificado como peixe onívoro, que na natureza se alimenta de crustáceos, insetos, restos vegetais, detritos orgânicos e pequenos peixes. Em cativeiro, exige ração balanceada para proporcionar seu bom desenvolvimento, apresentando crescimento limitado quando alimentado com subprodutos agrícolas, como na engorda de carpas (RADÜNZ NETO, 2004). Oliveira Filho e Fracalossi (2006) classificaram o jundiá como onívoro com tendência à carnivoría, devido à sua maior capacidade de digestão de fontes proteicas em detrimento às fontes energéticas.

A avaliação de fontes alternativas em dietas para o jundiá é fundamental não apenas visando diminuição dos custos, mas também, no sentido de se conhecer melhor suas características fisiológicas, bioquímicas e digestivas em resposta a alterações na dieta. Com o atual incentivo governamental à produção de combustíveis alternativos, o uso de óleos vegetais para produção de biodiesel é uma atividade em franca expansão no Brasil. Como a concentração de óleo das principais culturas varia entre 18 e 48% (MELLO et al., 2007), grande quantidade de subprodutos (farelo) é gerada. O aumento da disponibilidade destes subprodutos, em geral com alto valor proteico e com custo baixo, surge como alternativa à farinha de peixe em dietas para peixes. Segundo Silva & Freitas (2008), as principais culturas com potencial para a produção de biodiesel no Rio Grande do Sul são a soja, a canola e o girassol. Assim, farelos destes vegetais foram avaliados no presente estudo.

No primeiro experimento (Artigo 1) verificou-se que o melhor desempenho foi obtido quando o farelo de soja foi combinado com as farinhas animais (farinha de carne suína ou farinha de vísceras). Esse resultado é semelhante ao observado para o jundiá em outras fases (COLDEBELLA; RADÜNZ NETO, 2002; LAZZARI et al., 2008) e em espécies carnívoras, como truta arco-íris (KAUSHIK et al., 1995; de FRANCESCO et al., 2004), salmão do Atlântico (BJERKENG et al., 1997) e *Sparus aurata* (de FRANCESCO et al., 2007).

Embora tenham apresentado pior digestibilidade (Artigo 3), as farinhas animais (FCS e FVA) resultaram em melhor desempenho dos animais durante o experimento 1 (Artigo 1). Estes ingredientes são fontes de diversos nutrientes importantes no metabolismo de peixes (lisina, aminoácidos sulfurados, histidina, arginina e fósforo), além de terem alta atratividade (BUREAU, 2006; PEREIRA-DA-SILVA; PEZZATO, 2000). Mesmo apresentando maiores coeficientes de digestibilidade aparente, os farelos de canola e girassol quando combinados individualmente com o farelo de soja, não resultaram em ganho em peso

satisfatório (Artigo 1). A presença de fatores antinutricionais, o desbalanço dos demais aminoácidos essenciais e elevado teor de fibras comprometem o aproveitamento das fontes proteicas vegetais por peixes, afetando o desempenho final (FRANCIS et al., 2001; GATLIN III et al., 2007).

Neste experimento, todas as dietas foram suplementadas com aminoácidos livres (lisina e metionina) de forma a atender a exigência nutricional estimada do jundiá (Meyer e Fracalossi, 2005). Entretanto, muitos autores têm relatado que para peixes onívoros, a eficiência com que aminoácidos livres são utilizados para a síntese proteica pode ser afetada pela taxa a que as proteínas intactas na dieta são digeridas (AMBARDEKAR; REIGH, 2007; AMBARDEKAR et al., 2009). Outros autores têm destacado que a combinação de diferentes fontes proteicas, com perfis aminoacídicos complementares e proteínas com diferentes velocidades de digestão, pode ser uma forma de viabilizar a utilização de ingredientes alternativos.

Sendo assim, na condução do segundo experimento, foi avaliada a suplementação dos aminoácidos limitantes com farinhas de origem animal sem adição de aminoácidos livres. Esta forma de suplementação é apresentada por vários autores como a solução para o uso de grandes quantidades de uma única fonte proteica, amenizando os problemas decorrentes da alta concentração de fatores antinutricionais, além de complementar os aminoácidos deficientes na dieta (BUREAU et al., 2000). Os dados do segundo experimento indicam que ambas as estratégias de formulação (farelos vegetais + aminoácidos livres ou farelos vegetais + farinhas animais) garantem desempenho similar à dieta controle (farinha de carne + farelo de soja + aminoácidos livres). O desempenho dos animais do segundo experimento foi inferior ao observado nos animais do primeiro experimento, podendo estar associado à mudança das instalações experimentais ou adaptação ao manejo pelos juvenis, uma vez que os animais possuíam a mesma origem e genética.

Nos dois experimentos verificou-se que alterações na composição da dieta alteram o perfil metabólico dos juvenis de jundiá, e que isso se reflete em alterações na qualidade do pescado (composição corporal e do filé). O aumento do teor de gordura dos jundiás alimentados com farinhas de origem animal pode determinar o tempo de prateleira do pescado e gerar sabores ou odores indesejáveis (*off-flavour*), devido à oxidação dos lipídios (LIE, 2001; RASMUSSEN, 2001). O conhecimento destas alterações é importante para determinar as ações necessárias no manejo alimentar ou pós-abate em piscicultura, através de alterações na composição da dieta na fase final de engorda ou pela adição de antioxidantes no pescado (RASMUSSEN, 2000; LIE, 2001).

Considerando os resultados obtidos nas análises sensoriais em ambos os experimentos (Artigos 1 e 2), podemos inferir que o consumidor não consegue identificar alterações no filé decorrentes das diferentes fontes proteicas da dieta. Sant'Ana e Freitas (2011) consideram que a análise sensorial é uma prática subjetiva, uma vez que depende dos órgãos do sentido, da experiência e da capacidade de julgamento do analista, estando sujeita à influência de fatores externos. Estes autores sugerem ainda que as informações colhidas pela análise sensorial devem ser somadas aos dados obtidos pelas análises físico-químicas desenvolvidas em paralelo.

Um dos fatores que pode ter contribuído para os resultados obtidos nas análises sensoriais é a depuração pré-abate (aproximadamente 14 horas de jejum) a que os juvenis de jundiá foram submetidos antes da filetagem. A depuração é prática essencial para eliminação de odores e sabores indesejáveis decorrentes dos sistemas de cultivo intensivos, além de garantir maior tempo de prateleira (MACEDO-VIEGAS; SOUZA, 2004). Os autores destacam que, dependendo da intensidade do *off-flavor*, a depuração pode não ser eficiente, havendo assim influência na aceitação do pescado. Considerando que no presente trabalho os tempos de alimentação foram relativamente curtos (até 12 semanas), é possível estabelecer que o acúmulo de substâncias indesejáveis não foi efetivo. Já em trabalhos de longa duração (24 semanas), foi possível identificar diferenças significativas na qualidade sensorial dos filés de truta arco-íris alimentadas com farinha de peixe ou farelos vegetais (FRANCESCO et al., 2004).

Considerando a aceitabilidade da carne de jundiá pelos consumidores locais e a ausência de espinhas intramusculares no filé desta espécie, o estudo dos efeitos da dieta na qualidade dos filés e possíveis influências na aceitação e tempo de prateleira do pescado são itens fundamentais para determinar o interesse do consumidor e a demanda de mercado.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

- As misturas de farelo de soja com farelo de canola ou farelo de girassol não se apresentam como alternativa proteica na dieta de jundiás na fase de recria/engorda;
- O jundiá apresenta potencial “poupador de proteína”, devido a sua atividade de amilase ser influenciada pela composição da dieta;
- A combinação dos farelos de soja, canola e girassol, associada à suplementação de aminoácidos essenciais na dieta é eficaz do ponto de vista zootécnico e metabólico;
- Não há necessidade de suplementação de aminoácidos livres em dietas compostas pela combinação de farelos vegetais e farinhas animais em pequenas proporções;
- Uma dieta contendo mistura de farelos vegetais e farinhas animais, sem adição de aminoácidos livres, resulta em menor teor de gordura corporal dos jundiás na fase de engorda.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAN, G.L.; ROWLAND, S.J. Performance and sensory evaluation of silver perch (*Bidyanus bidyanus* Mitchell) fed soybean or meat meal-based diets in earthen ponds. **Aquaculture Research**, v.36, n.13, p.1322–1332, 2005.

AMBARDEKAR, A.A.; REIGH, R.C. ; WILLIAMS, M.B. Absorption of amino acids from intact dietary proteins and purified amino acid supplements follows different time courses in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.291, n.3-4, p.179-187, 2009.

AMBARDEKAR, A.A.; REIGH, R.C. Sources and utilization of amino acids in catfish diets: a review. **North American Journal of Aquaculture**, v.69, p.174-179, 2007.

AOAC. (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis of AOAC**, 16^a ed., Patricia Cunniff (editora), Washington, DC, 1141p., 1995.

BJERKENG, B. et al. Quality parameters of flesh of Atlantic salmon (*Salmo salar*) as affected by dietary fat content and full-fat soybean meal as a partial substitute for fish meal in the diet. **Aquaculture**, v.157, p.297-309, 1997.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, n.8, p.911-917, 1959.

BUREAU, D. P. et al. Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. **Aquaculture**, v. 181, p. 281-291, 2000.

BUREAU, D. Rendered products in fish aquaculture feeds. In: MEEKER, D.L. (Ed.) **Essential rendering: all about the animal by-products industry**. Arlington, Virginia: Kirby Lithographic Company, 2006. p.179-194.

COLDEBELLA, I.; RADÜNZ NETO, J. Farelo de soja na alimentação de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, v.32, n.3, p.499-503, 2002.

DIAS, J. et al. Practical diet with low fish-derived protein is able to sustain growth performance in gilthead seabream (*Sparus aurata*) during the grow-out phase. **Aquaculture**, v.293, p.255–262, 2009.

FASAKIN, E. A.; SERWATA, R. D.; 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**, v. 249, p. 329-338, 2005.

FRANCESCO, M. et al. Effect of high-level fish meal replacement by plant protein in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) on growth and body/fillet quality traits. **Aquaculture Nutrition**, v.13, p.361-372, 2007.

FRANCESCO, M. et al. Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/fillet quality traits of large rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.236, p.413-429, 2004.

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.

FURUYA, W.M. et al. Use of ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in fish-meal-free diets for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture Research**, v.35, p.1110–1116, 2004.

GATLIN III, D.M. et al. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, v.38, p.551-579, 2007.

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

HARDY, R.W. Worldwide fish meal production outlook and the use of alternative protein meals for aquaculture. In: SUÁREZ, E.C. et al. (Eds.) *Avances en Nutrición Acuícola VIII. VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*, Nuevo León, México. p.410-419, 2006.

HASHIM, R. **Alternative ingredients for aquafeeds: the feasibility and economic equation**. In: National Fisheries Symposium (NaFIS), 26 – 28th June 2006, Kuching, Sarawak, Malaysia. Proceedings... p. 1-12, 2006.

JOBLING, M. A short review and critic of methodology used in fish growth and nutrition studies. **Journal of Fish Biology**, v.23, p.685-703, 1983.

KAUSHIK, S.J. et al. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v.133, p.257-274, 1995.

KAUSHIK, S.J.; SEILIEZ, I. Protein and amino acid nutrition and metabolism in fish: current knowledge and future needs. **Aquaculture Research**, v.41, p.322-332, 2010.

LATTA, M., ESKIN, M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.28, p.1313-1315, 1980.

LAZZARI, R. et al. Desempenho e composição dos filés de jundiás (*Rhamdia quelen*) submetidos a diferentes dietas na fase de recria. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.477-484, 2008.

LIE, Ø. Flesh quality – the role of nutrition. **Aquaculture Nutrition**, v.32, suppl.1, p.341-348, 2001.

MACEDO-VIÉGAS, E.M.. SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J.E.P. et al. (Eds.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Tecart. p.406-480, 2004.

MAKKAR, H.P.S. et al. Gravimetric determination of tannins and their correlations with chemical and protein precipitation methods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.61, p.161–165, 1993.

MELLO, F.O.T; PAULILLO, L.F.; VIAN, C.E.F. O biodiesel no Brasil: panorama, perspectivas e desafios. **Informações Econômicas**, v.37, n.1, p.28-40, 2007.

MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Estimation of jundiá (*Rhamdia quelen*) dietary amino acid requirements based on muscle amino acid composition. **Scientia Agricola**, v.62, n.4, p.401-405, 2005.

OLIVEIRA FILHO, P.R.C.; FRACALOSSO, D.M. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1581-1587, 2006.

PEREIRA-DA-SILVA, E.M.; PEZZATO, L.E. Respostas da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1273-1280, 2000.

PORTER, L.J., HRSTICH, L.N. CHAN, B.G., The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. **Phytochemistry**, v.25, p.223-230, 1986.

RADÜNZ NETO, J. Manejo alimentar – nutrição. In: BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação de jundiá**, Santa Maria, Ed.UFSM, 232p. 2004.

RASMUSSEN, R.S. et al. Manipulation of end-product quality of rainbow trout with finishing diets. **Aquaculture Nutrition**, v.6, p.17-23, 2000.

RASMUSSEN, R.S. Quality of farmed salmonids with emphasis on proximate composition, yield and sensory characteristics. **Aquaculture Research**, v.32, p.767-786, 2001.

SANT'ANA, L.S.; FREITAS, M.Q. Aspectos sensoriais do pescado. In: GONÇALVES, A.A. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação**. São Paulo: Ed. Atheneu, 2011. p.21-32.

SANZ, A.; GARCIA-GALLEGO, M.; DE LA HIGUERA, M. Protein nutrition in fish: protein/energy ratio and alternative protein sources to fish meal. **Journal of Physiology and Biochemistry**, v.56, p. 275–282, 2000.

SILVA, P.R.F.; FREITAS, T.F.S. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. **Ciência Rural**, v.38, n.3, p.843-851, 2008.

TULLI, F. et al. Response of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) to graded levels of methionine (total sulfur amino acids) in soya protein-based semi-purified diets. **British Journal of Nutrition**, v.104, p.664–673, 2010.

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. **Journal of Animal Science**, v.26, n.1, p.119-120, 1967.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Composição centesimal dos ingredientes utilizados nos experimentos (expressos em % ou kcal/kg na matéria natural).

Ingrediente	Composição centesimal						
	MS ¹	MM ²	GORD ³	PB ⁴	FDN ⁵	CSDN ⁶	EM ⁷
Farinha de vísceras de aves	92,04	14,61	14,36	58,10	nd ⁸	4,98	3815
Farelo de soja	87,22	5,88	3,56	41,58	11,59	24,61	2968
Farinha de peixe	96,13	31,70	6,75	51,18	nd ⁸	6,50	2915
Farinha de carne suína	94,13	19,73	19,28	53,40	nd ⁸	1,71	3940
Farelo de arroz desengordurado	87,54	13,03	2,15	16,89	37,68	17,78	1581
Farelo de girassol	88,42	8,41	5,14	33,95	22,77	18,16	2547
Milho	85,96	1,20	3,94	7,08	17,66	56,07	2881
Farelo de canola	88,56	6,76	3,36	35,36	29,60	13,47	2256

¹ MS: matéria seca (protocolo 925.04 da AOAC, 1995).

² MM: Matéria mineral (protocolo 923.03 da AOAC, 1995).

³ GORD: gordura (protocolo descrito por BLIGH; DYER, 1959).

⁴ PB: proteína bruta (método de Kjelhdal – micro, protocolo 906.52 da AOAC, 1995) – N X 6,25.

⁵ FDN: fibra em detergente neutro (protocolo descrito por VAN SOEST, 1967).

⁶ CSDN: carboidratos solúveis em detergente neutro (calculado por diferença entre o teor de matéria seca e as demais frações nutricionais).

⁷ Energia digestível calculada considerando a equação $ED = [(\%PB \times 5,64 \times 0,90) + (\%Gordura \times 9,51 \times 0,85) + (CSDN \times 4,11 \times 0,50)] \times 10$ (JOBLING, 1983).

⁸ nd = não determinado.

APÊNDICE 2 – Perfil de aminoácidos essenciais dos ingredientes utilizados nos experimentos (% na matéria natural)¹.

Ingredientes	Aminoácidos essenciais ²									
	Lis	Met	Arg	His	Ile	Leu	Phe	Tre	Tri	Val
Farelo de canola	1,39	0,63	1,7	0,81	1,24	2,2	1,2	1,24	0,39	1,66
Farinha de carne suína	2,86	0,85	3,6	1,03	1,6	3,13	1,66	1,71	0,37	2,2
Farinha de peixe	5,32	1,89	3,87	2,27	2,86	4,91	2,71	2,9	0,83	3,36
Farinha de vísceras	3,84	1,39	4,21	1,39	2,37	4,05	2,25	2,4	0,54	2,85
Farelo de soja	2,46	0,55	3,16	1,05	1,95	3,23	2,13	1,63	0,61	2,08
Farelo de girassol	1,25	0,66	2,55	0,81	1,3	2,24	1,41	1,15	0,46	1,64
Farelo de arroz desengordurado	0,61	0,2	1,05	0,37	0,43	0,85	0,56	0,39	0,25	0,63
Milho	0,22	0,17	0,39	0,24	0,29	1,08	0,41	0,3	0,05	0,42

¹ Analisado no Laboratório de Análises Micotoxicológicas (LAMIC) da UFSM (Santa Maria, RS, Brasil).

² Lis: lisina; Met: metionina; Arg: arginina; His: histidina; Ile: isoleucina; Leu: leucina; Phe: fenilalanina; Tre: treonina; Tri: triptofano; Val: valina.

APÊNDICE 3 – Teores de fatores antinutricionais dos farelos vegetais avaliados no trabalho.

Fatores antinutricionais	Ingredientes		
	Farelo de soja	Farelo de canola	Farelo de girasol
Ácido fítico (%) ¹	1,18	2,22	3,48
Fenóis totais (%) ²	0,77	2,06	3,57
Taninos totais (%) ²	0,61	1,25	2,53
Taninos condensados (%) ³	0,02	0,05	0,03
Taninos hidrolisáveis (%) ⁴	0,59	1,20	2,50

Todos os valores estão expressos em base de matéria seca.

¹ Metodologia descrita por Latta e Eskin (1980).

² Metodologia descrita por Makkar et al. (1993).

³ Metodologia descrita por Porter et al. (1986).

⁴ A quantificação dos taninos hidrolisáveis se deu por diferença entre o teor de taninos totais e o de taninos condensados.

ANEXOS

ANEXO 1 – Normas de publicação da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) – Artigos 1 e 2

INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE TRABALHOS NA REVISTA PAB

(Disponível em <http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/FrInfoAutor>)

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos e não podem ter sido encaminhados a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

A Comissão Editorial faz análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como: escopo; apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; resultados com contribuição significativa; discussão dos fatos observados frente aos descritos na literatura; qualidade das tabelas e figuras; originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério só é aplicado aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor. Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

O texto deve ser digitado no editor de texto Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, margens de 2,5 cm, com páginas e linhas numeradas.

Escopo e política editorial

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas e Revisões a convite do Editor.

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de

qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

- Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica, como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.
- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.
- Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.
- O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos

No passo 1 da submissão (Início), em "comentários ao editor", informar a relevância e o aspecto inédito do trabalho.

No passo 2 da submissão (Inclusão de metadados), em "resumo da biografia" de cada autor, informar a formação e o grau acadêmico. Clicar em "incluir autor" para inserir todos os coautores do trabalho, na ordem de autoria.

Ainda no passo 2, copiar e colar o título, resumo e termos para indexação (key words) do trabalho nos respectivos campos do sistema. Depois, ir à parte superior da tela, no campo "Idioma do formulário", e selecionar "English". Descer a tela (clicar na barra de rolagem) e copiar e colar o "title", "abstract" e os "index terms" nos campos correspondentes. (Para dar continuidade ao processo de submissão, é necessário que tanto o título, o resumo e os termos para indexação quanto o title, o abstract e os index terms do manuscrito tenham sido fornecidos.)

No passo 3 da submissão (Transferência do manuscrito), carregar o trabalho completo em arquivo Microsoft Word 1997 a 2003.

No passo 4 da submissão (Transferência de documentos suplementares), carregar, no sistema on-line da revista PAB, um arquivo Word com todas as cartas (mensagens) de concordância dos coautores coladas conforme as explicações abaixo:

Colar um e-mail no arquivo word de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo: "Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado "....." e com a submissão para a publicação na revista PAB.

Como fazer: Peça ao coautor que lhe envie um e-mail de concordância, encaminhe-o para o seu próprio e-mail (assim gerará os dados da mensagem original: assunto, data, de e para), marque todo o email e copie e depois cole no arquivo word. Assim, teremos todas as cartas de concordâncias dos co-autores num mesmo arquivo.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.
- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.
- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.
- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.
- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.
- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como "efeito" ou "influência".
- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.
- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.
- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.
- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.
- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.
- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

- O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.
- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.
- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.

- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- Não devem conter palavras que componham o título.
- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.
- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no [AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus](#) ou no [Índice de Assuntos da base SciELO](#).

Introdução

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
- As tabelas e figuras são citadas sequencialmente.
- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.
- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.
- Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.

- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

- O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.
- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados.
- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).
- Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- A palavra *Referências* deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)
AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.
- Artigos de periódicos
SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

- Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

- Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

- Teses

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.

- A autocitação deve ser evitada.

- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

- Redação das citações dentro de parênteses

- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.

- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

- Redação das citações fora de parênteses

- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.
- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.
- Devem ser auto-explicativas.
- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.
- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.
- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.
- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.
- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.
- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.
- Notas de rodapé das tabelas
- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.
- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.
- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.
- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.

- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.
- Devem ser auto-explicativas.
- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.
- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.
- As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).
- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.
- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.
- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.
- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.
- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- Não usar negrito nas figuras.
- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

- Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.
- Apresentação de Notas Científicas
- A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.
- As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:
- Resumo com 100 palavras, no máximo.
- Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
- Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Outras informações

- Não há cobrança de taxa de publicação.
- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.

- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231 e 3273-9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: pab@sct.embrapa.br ou pelos correios: Embrapa Informação Tecnológica

Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB

Caixa Postal 040315

CEP 70770 901 Brasília, DF

ANEXO 2 – Normas de publicação do Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (ABMVZ) – Artigo 3

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

(Disponível em <http://www.scielo.br/revistas/abmvz/pinstruc.htm>)

Tipos de artigos aceitos para publicação

Artigo Científico. É o relato completo de um trabalho experimental. Baseia-se na premissa de que os resultados são posteriores ao planejamento da pesquisa. Seções do texto: Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão e Conclusões. O número total de páginas não deve exceder a 15.

Relato de Caso. Contempla principalmente as áreas médicas, em que o resultado é anterior ao interesse de sua divulgação ou a ocorrência dos resultados não é planejada. Seções do texto: Introdução, Casuística, Discussão e Conclusões (quando pertinentes). O número total de páginas não deve exceder a 10.

Comunicação. É o relato sucinto de resultados parciais de um trabalho experimental, dignos de publicação, embora insuficientes ou inconsistentes para constituírem um artigo científico. Levantamentos de dados (ocorrência, diagnósticos, etc.) também se enquadram aqui. Deve ser compacto, com no máximo seis páginas impressas, sem distinção das seções do texto especificadas para "Artigo Científico", embora seguindo aquela ordem. Quando a comunicação for redigida em português deve conter um "Abstract" e quando redigida em inglês deve conter um "Resumo".

Política editorial

Publicar trabalhos científicos originais (artigos, relatos de casos e comunicações) que sejam de interesse para o desenvolvimento da ciência animal. Serão recomendados para publicação somente os trabalhos aprovados pelos editores, baseados na recomendação de dois revisores científicos da área pertinente e/ou do corpo editorial.

Preparação dos manuscritos para publicação

Os trabalhos devem ser redigidos em português ou inglês, na forma impessoal. Para ortografia em inglês recomenda-se o Webster's Third New International Dictionary. Para ortografia em português adota-se o Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa, da Academia Brasileira de Letras. Os trabalhos submetidos em inglês deverão conter resumo em português e vice-versa.

Os trabalhos e ilustrações deverão ser apresentados em Microsoft Word, folha no formato A4, fonte Times New Roman tamanho 12, espaço entre linhas 1,5, margens de 3cm, com páginas e linhas numeradas (numeração contínua).

Seções de um trabalho

Título. Em português e em inglês. Deve ser o resumo do resumo e não ultrapassar 100 dígitos.

Autores. Os nomes dos autores virão abaixo do título, com identificação da instituição a que pertencem. Deve estar indicado o autor para correspondência com endereço completo, telefone, fax e e-mail.

Resumo e Abstract devem conter no máximo 200 palavras em um só parágrafo. Não repetir o título. Cada frase é uma informação. Atenção especial às conclusões.

Palavras-chave e Keywords. No máximo cinco.

Introdução. Explanação concisa, na qual são estabelecidos brevemente o problema, sua pertinência, relevância e os objetivos do trabalho.

Material e Métodos. Citar o desenho experimental, o material envolvido, a descrição dos métodos usados ou referenciar corretamente os métodos já publicados. Não usar subtítulos.

Nos trabalhos que envolvam animais ou organismos geneticamente modificados deverá constar o número do protocolo de aprovação do Comitê de Bioética e/ou de Biossegurança.

Resultados. Apresentar clara e objetivamente os principais resultados encontrados.

Discussão. Discutir somente os resultados obtidos no trabalho.

Obs.: As seções Resultados e Discussão poderão ser apresentadas em conjunto.

Conclusões. As conclusões devem estar apoiadas nos dados da pesquisa executada.

Ilustrações. São tabelas e figuras. Toda ilustração que já tenha sido publicada deve conter, abaixo da legenda, dados sobre a fonte (autor, data) e a correspondente referência deve figurar na lista bibliográfica final.

Tabela. Conjunto de dados alfanuméricos ordenados em linhas e colunas. Usar linhas horizontais na separação do cabeçalho e no final da tabela. A legenda recebe inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e é referida no texto como Tab., mesmo quando se referir a várias tabelas.

Figura. Qualquer ilustração constituída ou que apresente linhas e pontos: desenho, fotografia, gráfico, fluxograma, esquema etc. As legendas recebem inicialmente a palavra Figura, seguida do número de ordem em algarismo arábico e é referida no texto como Fig., mesmo se referir a mais de uma figura. As figuras devem ser enviadas em arquivo separado, extensão.jpg.

Agradecimentos. Devem ser concisamente expressados.

Referências bibliográficas. As referências devem relacionadas em ordem alfabética.

Citações bibliográficas

Citações no texto deverão ser feitas de acordo com ABNT/NBR 10520 de 2002. A indicação da fonte entre parênteses sucede à citação para evitar interrupção na sequência do texto, conforme exemplos:

- autoria única: (Silva, 1971) ou Silva (1971); (Anuário..., 1987/88) ou Anuário... (1987/88)
- dois autores: (Lopes e Moreno, 1974) ou Lopes e Moreno (1974)
- mais de dois autores: (Ferguson et al., 1979) ou Ferguson et al. (1979)
- mais de um trabalho citado: Dunne (1967); Silva (1971); Ferguson et al. (1979) ou (Dunne, 1967; Silva, 1971; Ferguson et al., 1979), sempre em ordem cronológica ascendente e alfabética de autores para trabalhos do mesmo ano.

Citação de citação. Todo esforço deve ser empreendido para se consultar o documento original. Em situações excepcionais pode-se reproduzir a informação já citada por outros autores. No texto, citar o sobrenome do autor do documento não consultado com o ano de publicação, seguido da expressão citado por e o sobrenome do autor e ano do documento consultado. Na listagem de referência, deve-se incluir apenas a fonte consultada.

Comunicação pessoal. Não fazem parte da lista de referências. Na citação coloca-se o sobrenome do autor, a data da comunicação, nome da Instituição à qual o autor é vinculado.

Referências bibliográficas

São adotadas as normas ABNT/NBR-6023 de 2002, simplificadas conforme exemplos:

Periódicos

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. v.48, p.351, 1987-88.

FERGUSON, J.A.; REEVES, W.C.; HARDY, J.L. Studies on immunity to alphaviruses in foals. *Am. J. Vet. Res.*, v.40, p.5-10, 1979.

HOLENWEGER, J.A.; TAGLE, R.; WASERMAN, A. et al. Anestesia general del canino. *Not. Med. Vet.*, n.1, p.13-20, 1984.

Publicação avulsa

DUNNE, H.W. (Ed). *Enfermedades del cerdo*. México: UTEHA, 1967. 981p.

LOPES, C.A.M.; MORENO, G. Aspectos bacteriológicos de ostras, mariscos e mexilhões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14., 1974, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.] 1974. p.97. (Resumo).

MORRIL, C.C. Infecciones por clostridios. In: DUNNE, H.W. (Ed). *Enfermedades del cerdo*. México: UTEHA, 1967. p.400-415.

NUTRIENT requirements of swine. 6.ed. Washington: *National Academy of Sciences*, 1968. 69p.

SOUZA, C. F. A. *Produtividade, qualidade e rendimentos de carcaça e de carne em bovinos de corte*. 1999. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Documentos eletrônicos

QUALITY food from animals for a global market. Washington: Association of American Veterinary Medical College, 1995. Disponível em: <<http://www.org/critcal16.htm>>. Acessado em: 27 abr. 2000.

JONHNSON, T. Indigenous people are now more cambative, organized. *Miami Herald*, 1994. Disponível em: <http://www.summit.fiu.edu/MiamiHerld-Summit-Related_Articles/>. Acessado em: 5 dez. 1994.

Submissão dos trabalhos

A submissão dos trabalhos é feita exclusivamente on-line, no endereço eletrônico www.abmvz.org.br

Taxas de publicação

Taxa de submissão. O pagamento, no valor de R\$30,00, será feito por meio de boleto bancário (emitido quando da submissão do artigo). O autor deverá informar os dados para emissão da nota fiscal (Nome ou Razão Social, CPF ou CNPJ, Endereço).

Taxa de publicação. A taxa de publicação de R\$55,00, por página impressa, será cobrada do autor indicado para correspondência, por ocasião da prova final do artigo. Se houver necessidade de impressão em cores, as despesas correrão por conta dos autores.