

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

**RESÍDUOS DE PROCESSAMENTO DE JUNDIÁ  
(*Rhamdia quelen*) E SEU VALOR NUTRICIONAL EM  
DIETAS PARA PEIXES**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Suzete Rossato**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2012**

**RESÍDUOS DE PROCESSAMENTO DE JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*)  
E SEU VALOR NUTRICIONAL EM DIETAS PARA PEIXES**

**por**

**Suzete Rossato**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal – Nutrição de Peixes, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia.**

**Orientador: Prof. Dr. João Radünz Neto**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

R823r    Rossato, Suzete  
          Resíduos de processamento de jundiá (*Rhamdia quelen*) e seu valor nutricional  
em dietas para peixes / por Suzete Rossato. – 2012.  
          83 f. ; il. ; 30 cm

          Orientador: João Radünz Neto  
          Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de  
Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2012

          1. Crescimento 2. Farinha de peixe 3. Nutrição 4. Parâmetros metabólicos  
I. Radünz Neto, João II. Título.

          CDU 639.3.043

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

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**RESÍDUOS DE PROCESSAMENTO DE JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*) E SEU  
VALOR NUTRICIONAL EM DIETAS PARA PEIXES**

elaborada por  
**Suzete Rossato**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Zootecnia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**João Radünz Neto, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Rafael Lazzari, Dr. (UFSM)**

---

**Ricardo Yuji Sado, Dr. (UTFPR)**

Santa Maria, 15 de fevereiro de 2012.

**A todos os meus familiares,  
Especialmente à minha Vó Tereza Rossato,  
Dedico este trabalho**

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida.

Aos meus pais, Izaltino e Lidia Rossato, pela educação, carinho e apoio. Ao meu irmão Evandro Rossato e minha irmã Lidiane Rossato da Silva e seu marido Rogério Inácio da Silva, pela compreensão, amizade, companheirismo. À minha sobrinha Gêssica Rossato da Silva, por todo carinho, amor e cuidados, sempre à minha espera quando chegava em casa. A minha tia Nilva Rossato, pelos conselhos, compreensão e incentivo, por ceder um lugarzinho em sua casa para mim.

A uma pessoa muito especial, professor **João Radünz Neto**, muito obrigada pelo exemplo, pela paciência, pela amizade, pelos ensinamentos e pelo incentivo na busca do conhecimento.

Agradeço muito a uma pessoa que foi fundamental para que eu chegasse até aqui, **Rafael Lazzari**, a quem agradeço pelos ensinamentos, pela amizade, principalmente pela ajuda nos projetos e nas análises estatísticas.

Agradeço a professora Leila Picolli da Silva, pela ajuda na elaboração dos projetos.

Ao professor José Henrique Souza da Silva, pela ajuda nas análises estatísticas.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela vaga de estudos e pela dedicação dos professores.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

A Alexandra Pretto, pelos ensinamentos das técnicas bioquímicas.

A Maria Alvarina Aguerre, grande amiga, muito obrigada pelo carinho, amizade, cuidados, com certeza você é uma pessoa muito especial para mim.

Aos meus amigos do Laboratório de Piscicultura que me ajudaram braçal e emocionalmente em todas as situações: Fábio de Araújo Pedron, Cátia Aline Veiverberg, Giovanni Taffarel Bergamin, Viviani Corrêia, Cristiano Costenaro Ferreira, de modo especial pela ajuda nos experimentos, a Daniel Maschio, Suziani Ghedini Martinelli, Isadora Liberalesso de Freitas e a todos os demais componentes do Laboratório de piscicultura, meu reconhecimento e agradecimento.

A todos, Muito obrigada!

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **RESÍDUOS DE PROCESSAMENTO DE JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*) E SEU VALOR NUTRICIONAL EM DIETAS PARA PEIXES**

AUTORA: SUZETE ROSSATO

ORIENTADOR: JOÃO RADÜNZ NETO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 15 de fevereiro de 2012

O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de resíduos de processamento e descartes de jundiás aplicados na dieta de juvenis desta espécie, verificando sua influência no crescimento, bioquímica sérica, parâmetros hepáticos e digestivos. No experimento I foram utilizados 50 peixes/ unidade experimental (peso inicial =  $5,53 \pm 0,09$  g). As dietas testadas foram: controle (30% farinha de carne e ossos suína) (FCO), substituída por farinha de jundiás peixe inteiro (FJPI); farinha de carcaças de jundiás com vísceras (FCJCV); e farinha de carcaças de jundiás sem vísceras (FCJSV). No experimento II, foram utilizados 30 jundiás/unidade experimental (peso inicial =  $7,2 \pm 0,27$  g). Foram testadas dietas com diferentes níveis (0 ; 3,75; 7,5 ; 15; e 30%) de incorporação de (FCJCV). Foram coletados dados de peso, fator de condição, taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente, ganho em peso diário, taxa de retenção proteica. Foram analisados também a bioquímica sérica, os parâmetros hepáticos, intestinais e estomacais. No experimento I, obtivemos maior peso final, ganho médio diário de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente, deposição de proteína corporal para o tratamento FCJCV. No experimento II, o nível de 30% de inclusão de FCJCV promoveu o maior ganho de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente, deposição proteica corporal. A inclusão de farinhas de resíduo de jundiá na dieta altera a bioquímica sérica, os parâmetros hepáticos e digestivos, porém estas alterações não influenciaram no crescimento dos peixes. A inclusão de 30% de FCJCV na dieta proporciona bom crescimento dos juvenis de jundiá.

Palavras chave: Crescimento. Farinha de peixe. Nutrição. Parâmetros metabólicos.

## ABSTRACT

Animal Science Master Dissertation  
Postgraduate Program in Animal Science  
Federal University of Santa Maria

### **PROCESSING WASTE OF JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*) AND ITS NUTRITIONAL VALUE IN FISH DIETS**

AUTHOR: SUZETE ROSSATO

ADVISER: JOÃO RADÜNZ NETO

Date and Defense Place: Santa Maria, February 15, 2012

The aim of this study was to evaluate the use of processing waste and discard of jundiá used in the diet of this species, verifying its influence on growth, serum biochemistry, liver and digestive parameters. In the first experiment, 50 fish per experimental unit were used (initial weight =  $5.53 \pm 0.09$  g). Four diets were tested: control, composed of 30% swine meat and bone meal (FCO); diet composed of 30% jundiá whole fish meal (FJPI); diet composed of 30% jundiá carcasses with viscera meal (FCJCV), and diet composed of 30% jundiá carcasses without viscera meal (FCJSV). In the second experiment, the diets tested different levels of FCJCV (0, 3.75, 7.5, 15, and 30%). Thirty fish per experimental unit were used (initial weight =  $7.2 \pm 0.27$  g). We collected data on weight, condition factor, specific growth rate, feed conversion, daily weight gain, and protein retention rate. We also analyzed serum biochemistry, liver, intestinal and stomach parameters. In the first experiment, we observed higher final weight, daily weight gain, specific growth rate, feed conversion, and deposition of body protein with the FCJCV treatment. In the second experiment, the inclusion of 30% FCJCV promoted higher weight gain, specific growth rate, feed conversion, and body protein deposition. The incorporation of processing waste meal of jundiá in the diet altered serum biochemistry, liver and digestive parameters, but did not influence the fish growth. A higher growth of jundiá juveniles was observed with the inclusion of 30% FCJCV in the diet.

Keywords: Growth. Fish meal. Nutrition. Metabolic parameters.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Capítulo I</b> .....	22
Figura 1 - Fluxograma da confecção da farinha de resíduos de jundiás.....	27
Figura 2 - Peso, comprimento total e padrão de juvenis de jundiá após 8 semanas experimentais.....	31
Figura 3 - Parâmetros zootécnicos de juvenis de jundiá após 8 semanas experimentais.....	33
Figura 4 - Fluxo de nutrientes durante as 8 semanas do período experimental.....	35
<b>Capítulo II</b> .....	41
Figura 1 - Parâmetros zootécnicos dos jundiás após 8 semanas experimentais.....	51
Figura 2 - Índices de deposição de proteína corporal de juvenis de jundiás após 8 semanas experimentais.....	54

## LISTA DE TABELAS

<b>Estudo Bibliográfico</b> .....	15
Tabela 1 - Composição bromatológica das farinhas de origem animal.....	18
Tabela 2 - Composições aminoacídicas da farinha e resíduos de peixes (base na matéria natural).....	19
<b>Capítulo I</b> -.....	22
Tabela 1- Dietas utilizadas no experimento I.....	29
Tabela 2 - Composição aminoacídica dos ingredientes utilizados para a confecção das dietas experimentais.....	32
Tabela 3 - Índices de deposição de lipídio e proteína na carcaça, índice digestivo-somático, quociente intestinal, índice hepato-somático, índice de gordura visceral de juvenis de jundiás após 8 semanas experimentais.....	34
<b>Capítulo II</b> .....	41
Tabela 1 - Dietas utilizadas no experimento II.....	47
Tabela 2 - Composição centesimal do peixe inteiro inicial e após 8 semanas experimentais.....	53
<b>Capítulo III</b> .....	59
Tabela 1- Bioquímica sérica dos jundiás após 8 semanas experimentais.....	65
Tabela 2 - Parâmetros hepáticos dos jundiás após 8 semanas experimentais.....	66
Tabela 3 -. Atividade de protease ácida, tripsina e quimotripsina de jundiás após 8 semanas experimentais.....	67

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1 - Composição centesimal dos jundiás utilizados para a confecção das farinhas experimentais e das farinhas de resíduos de jundiás.....	80
Anexo 2 - Rendimento das farinhas de resíduos de jundiás .....	81
Anexo 3 - Fabricação das farinhas de resíduos de jundiás.....	82
Anexo 4 - Instalações experimentais e animais .....	83

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>14</b>
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>3. ESTUDO BIBLIOGRÁFICO .....</b>	<b>15</b>
3.1. Jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ).....	15
3.2. Farinha de peixe.....	16
3.3. Resíduos da indústria pesqueira .....	17
3.4. Nutrição e alimentação .....	20
<b>4. CAPÍTULO I.....</b>	<b>22</b>
1 Introdução.....	25
2 Material e métodos .....	26
3 Resultados e discussão .....	31
3 Conclusão .....	36
5 Agradecimentos .....	36
6 Referências Bibliográficas.....	36
<b>5. CAPÍTULO II.....</b>	<b>41</b>
1 Introdução.....	44
2 Material e métodos .....	46
3 Resultados e discussão .....	50
4 Conclusão .....	55
5 Agradecimentos .....	55
6 Referências Bibliográficas.....	55
<b>6. CAPÍTULO III.....</b>	<b>59</b>
1 Introdução.....	62
2 Material e métodos .....	63
3 Resultados e discussão .....	64
4 Conclusão .....	68
5 Agradecimentos .....	68
6 Referências Bibliográficas.....	69
<b>7. DISCUSSÃO GERAL.....</b>	<b>72</b>
<b>8. CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>74</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>75</b>
<b>10. ANEXOS .....</b>	<b>80</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Com a estagnação da quantidade de pescado proveniente da captura, a aquicultura vem assumindo a responsabilidade de atender à demanda por produtos aquícolas pelo aumento da utilização de espécies cultivadas e emprego de tecnologias mais adequadas (TEIXEIRA et al., 2008). A rápida expansão da aquicultura depende fundamentalmente de sistemas que usem rações balanceadas e de boa qualidade, por permitir o aumento na produtividade de espécies de valor econômico, com menor impacto ambiental (SILVA et al., 2007).

Entre os alimentos de origem animal, a farinha de peixe é amplamente empregada na aquicultura, sendo muito utilizada como fonte proteica em rações para diversas espécies cultivadas. É uma excelente fonte de proteína, energia digestível, de minerais essenciais, elementos traços e vitaminas (TACON, 1993), apresenta bom equilíbrio em aminoácidos essenciais e confere melhor palatabilidade às rações, porém seu custo geralmente é elevado (FARIA, 2001).

A alimentação assume uma importância fundamental no desempenho econômico da aquicultura, sendo responsável por mais de 60% do custo operacional da atividade (TEIXEIRA et al., 2008). A qualidade da proteína é baseada na quantidade de aminoácidos presentes na fonte proteica, ou seja, vai depender do conteúdo de aminoácidos essenciais e sua disponibilidade biológica. Uma proteína com composição de aminoácidos semelhante às necessidades da espécie é descrita como de alto valor nutritivo.

Na nutrição do jundiá, a qualidade das fontes de origem animal (farinha de peixe ou de carne e ossos) tem muita importância. Esta qualidade pode ser percebida quando comparada sua utilização com outras fontes proteicas vegetais (farelo de soja), tendo-se verificado que a combinação destes ingredientes proporciona bom crescimento para o jundiá, mas que a utilização de apenas farelo de soja como fonte proteica principal proporciona um pior crescimento (LAZZARI et al., 2008).

Do total da captura mundial de pescado, cerca de 60 % são utilizados no mercado de peixe fresco ou processados na forma de congelado, enlatado ou curados, gerando considerável volume de material não aproveitado. Calcula-se que o volume de resíduos gerados pela indústria processadora atinja em média 50% do total processado. Somam-se a esse total os peixes que são descartados pelo baixo valor comercial por não se encontrarem no

tamanho adequado. Normalmente, estes resíduos são utilizados para a produção de farinha e destinados à alimentação animal. Mas as farinhas de peixe produzidas no Brasil são de baixa qualidade nutricional, têm produção sazonal e custo elevado (CYRINO et al., 2004).

Dentro dos setores de produção animal, aquicultura hoje é o maior usuário de farinha e óleo de peixe. Em 2007, a estimativa é que a aquicultura deve ter usado 68,4% (3,84 milhões de toneladas) da produção mundial de farinha de peixes e 81,3 % (0,82 milhões de toneladas) da produção de óleo de peixe. Além disso, globalmente, cerca de cinco milhões de toneladas de resíduo de peixe são usados diretamente para a alimentação na aquicultura. Embora a maioria da farinha e óleo de peixe são derivados de espécies marinhas, há uma tendência emergente de uso de farinha e óleo de peixes de água doce na alimentação de organismos aquáticos (FAO, 2010).

Com o aumento da produção de peixe no Brasil, conseqüentemente ocorre um aumento de resíduos provenientes de seu beneficiamento. A produção de farinhas destes resíduos, além de suprir uma demanda cada vez maior por proteína animal de qualidade para a nutrição de organismos aquáticos, também reduz em grande parte o descarte e a poluição do meio ambiente.

A utilização de resíduos de abate de jundiás para a nutrição de peixes carece de estudos científicos. A utilização de resíduos de peixes e em especial o resíduo de tilápia foi utilizado por Boscolo et al. (2010), que incluiu 16% de farinha de resíduo na dieta e obteve melhoras no desempenho zootécnico de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Assim, no presente estudo, testou-se primeiramente a possibilidade de inclusão da farinha de resíduos de jundiás na dieta desta espécie e avaliou-se seu desempenho zootécnico, bioquímica sérica, parâmetros hepáticos e digestivos e posteriormente foi testado o nível mínimo de inclusão desta fonte na dieta.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Avaliar a eficiência da utilização de descartes e resíduos de processamento de peixes aplicados no crescimento de juvenis de jundiás.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar a composição centesimal inicial e após a confecção das farinhas dos resíduos de processamento de jundiás;
- Analisar a deposição de proteína e lipídios no peixe inteiro dos animais submetidos a dieta composta de farinha de resíduos de jundiás;
- Definir o percentual de inclusão da farinha de resíduos de jundiás na dieta e sua influência na bioquímica sérica, parâmetros hepáticos e digestivos do jundiá.

### 3. ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

#### 3.1. Jundiá (*Rhamdia quelen*)

O Jundiá (*Rhamdia quelen*) é uma espécie de hábito alimentar onívoro que aceita rações comerciais desde a fase larval (CARNEIRO et al., 2004). Por suportar baixas temperaturas no inverno e no verão apresentar acelerado crescimento, esta espécie é promissora para o cultivo no sul do Brasil (COLDEBELLA e RADÜNZ NETO, 2002; BARCELLOS et al., 2004). Apresenta carne de excelente qualidade e sabor e não tem espinhos intramusculares, por isso tem ótima aceitação no mercado consumidor (KUBOTA e EMANUELLI, 2004). O crescimento do jundiá é mais pronunciado nos primeiros anos de vida. Em tanques de cultivo, observa-se um menor crescimento dos machos por sua maturação sexual ocorrer antes das fêmeas (BALDISSEROTTO e RADÜNZ NETO, 2004).

O jundiá está sendo estudado como espécie regional alternativa na introdução de Siluriformes de outras regiões no sul do Brasil (PIEDRAS et al., 2004). Segundo Coldebella e Radünz Neto (2002), para esta espécie, a exigência estimada em proteína varia entre 32 e 36%, sendo que a relação proteína:energia para muitas espécies de peixes varia entre 81 e 117mg/kcal. Salhi et al. (2004) determinaram como ideal para o jundiá, na fase inicial de desenvolvimento, uma relação energia:proteína de 8,8 kcal/g para uma dieta com 37% de proteína bruta. Os registros para a maioria das espécies estudadas até agora variam entre 84-105g proteína digestível/ Mcal de energia digestível (NRC, 2011).

A exigência proteica e energética para o jundiá ainda não está bem definida. Meyer (2003) avaliou na alimentação de alevinos de jundiá diferentes níveis proteicos (26 a 42%) e energéticos (3000 e 3500 kcal/kg de energia metabolizável) a fim de definir tais exigências. Com relação ao desempenho dos animais, houve melhorias em parâmetros de ganho de peso, taxa de crescimento específico e eficiência alimentar à medida que aumentou o nível proteico de 34 a 38% em dietas com 3500 e 3000 kcal/kg EM, respectivamente. Então se concluiu que as exigências em proteína e energia para o jundiá estão dentro destas faixas. Em relação às exigências nutricionais dos jundiás, Meyer e Fracalossi (2004), utilizando dietas semipurificadas, observaram que as dietas que continham 33% ou 37% de proteína bruta e 3650 ou 3200 kcal EM/kg, respectivamente, proporcionaram melhor crescimento.

A digestibilidade de ingredientes proteicos como farelo de soja e farinha de peixes, comumente utilizados para alimentação do jundiá, apresenta coeficientes de digestibilidade de 88,6 e 77,7% para a proteína, 76,5 e 74,8% para a energia e 73,3 e 58,6% para a MS, respectivamente. O jundiá, apesar do hábito alimentar onívoro, tem grande capacidade de digerir ingredientes proteicos e relativa dificuldade de digerir ingredientes ricos em carboidratos, sugerindo que este peixe é onívoro com tendência à carnivoría. A escolha de ingredientes com maior digestibilidade possibilita melhoria nos índices zootécnicos e diminuição na poluição da água dos viveiros de cultivo (OLIVEIRA FILHO e FRACALOSSI, 2006).

### **3.2. Farinha de peixe**

Pelo fato de apresentar elevado valor biológico e equilíbrio em aminoácidos essenciais, a farinha de peixe é considerada um alimento padrão para ensaios experimentais, sendo a fonte de proteína preferida em dietas para peixes, porém é igualmente considerada um dos ingredientes mais caros em dietas para esses animais (TACON, 1996; PEZZATO, 1995; ENKE et al., 2009).

A farinha de peixe é a fonte proteica de origem animal mais utilizada na fabricação de rações para animais domésticos. Ela é uma das principais fontes de proteína utilizadas em rações para peixes, principalmente para peixes carnívoros. As farinhas oriundas da pesca marinha, como as produzidas no Chile e Peru, são as de melhor qualidade. Um grande problema enfrentado atualmente é o aumento na demanda por farinha de peixe, devido ao crescimento da aquicultura, causando uma menor disponibilidade deste produto no mercado mundial e, conseqüentemente, aumento do seu custo (BOSCOLO et al., 2008).

A farinha de peixe deve permanecer como fonte proteica principal de rações para organismos aquáticos até surgirem novas opções de menor custo ou de maior facilidade de produção. Atualmente está sendo utilizada na aquicultura como um ingrediente estratégico para fases críticas do ciclo de vida animal, fases iniciais de desenvolvimento, pela sua qualidade nutricional.

O consumo de farinha de peixe no ano de 2006 foi de 3,724 milhões de toneladas (68,2% do total da produção global em 2006) e 835 mil toneladas de óleo de peixe (88,5% total da produção de óleo de peixe em 2006), o equivalente de 16,6 milhões de toneladas de

peixes pelágicos com rendimento de processamento de farinha de 22,5% e rendimento de processamento de óleo de 5% (TACON e METIAN, 2008).

Neste contexto, o aproveitamento de resíduos de abate de peixes e sua transformação em farinha podem suprir uma parcela desta demanda, principalmente para fases iniciais de desenvolvimento dos peixes.

### **3.3. Resíduos da indústria pesqueira**

Alguns trabalhos desenvolvidos com resíduos de indústrias processadoras de pescado têm demonstrado que estes subprodutos podem ser utilizados na alimentação de peixes (EL-SAYED, 1999; KOTZAMIS et al., 2001; MURRAY et al., 2003). A produção de resíduos de frigoríficos processadores de peixe, principalmente da indústria de filetagem de tilápias, representa, segundo Boscolo et al. (2001), entre 62,5 e 66,5% da matéria-prima, sendo fundamental o processamento destes resíduos para redução do impacto ambiental. Além disso, a transformação destes resíduos em farinha é uma ótima opção para a indústria aumentar sua lucratividade.

No Brasil, o aproveitamento de resíduos no ciclo de produção de pescado é pouco significativo, e apenas na indústria de conservas estes resíduos são utilizados para a elaboração de farinha de pescado. Os resíduos da industrialização do pescado representam um sério problema para a planta industrial, principalmente por serem poluentes e de difícil descarte, interferindo na eficiência do processo produtivo (GUILHERME et al., 2007).

Uma das fontes de resíduo é o descarte de peixes durante as classificações e despescas, quando estes não atingem o tamanho comercial, ou seja, se tornam resíduo da produção. Outro tipo de resíduo é da industrialização. Neste caso, os tipos e as quantidades geradas dependerão da espécie de processamento empregado: peixe inteiro eviscerado, eviscerado e descabeçado, filé, entre outros. As quantidades relacionam-se ao rendimento de carcaça dos peixes, variando, entre outras coisas, em função do tipo de processamento, da espécie e do tamanho do peixe (PIMENTA et al., 2008). As características físicas e químicas das farinhas dependem da matéria-prima utilizada no processamento (VIDOTTI e GONÇALVES, 2006).

Uma das características da composição química destes alimentos é o alto teor de cinzas, conseqüentemente, de fósforo. Este mineral é um dos mais importantes para a nutrição

animal. É um fator limitante que deve ser levado em consideração quando da formulação de rações utilizando estes alimentos, pois excesso de fósforo na ração irá acarretar maior excreção deste para o meio, resultando na maior eutrofização do ambiente. Apesar de a alta quantidade de fósforo e cálcio ser um fator limitante na utilização deste tipo de resíduo para a alimentação de tilápias, este alimento pode ser utilizado como fonte destes minerais (BOSCOLO et al., 2004).

Na Tabela 1, são comparadas as composições bromatológicas da farinha de peixe importada, considerada de ótima qualidade, farinha de peixe nacional, de qualidade inferior, farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápia, uma das maiores fontes de resíduo de peixe no Brasil, pois a produção de tilápias está crescendo muito e ganhando mercado com seu filé de ótimo sabor e qualidade, farinha de resíduo de corvina, farinha integral de camarão, farinha de resíduo de peixe de plantas processadoras de pescado e as farinhas de resíduo de jundiás processadas manualmente no Laboratório de piscicultura da UFSM para o presente trabalho.

**Tabela 1-** Composição bromatológica das farinhas de origem animal

Ingredientes	MS (%)	PB (%)	EB (kcal/kg)
Peixe, farinha importada <sup>1</sup>	93,18	50,18	3352
Peixe, farinha nacional <sup>1</sup>	93,6	47,75	4362
Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias <sup>2</sup>	94,1	50,37	4483
Farinha de resíduo de tilápia <sup>3</sup>	93,11	42,81	3971
Farinha de resíduo de corvina <sup>3</sup>	95,21	53,06	3870
Farinha integral de camarão <sup>3</sup>	87,68	60,53	4041
Farinha de resíduo de peixe <sup>4</sup>	90,07	60,56	4030
Farinha de resíduos de jundiá			
FJPI	90,78	62,43	5481
FCJCV	92,05	57,05	5503
FCJSV	94,07	57,04	5269

<sup>1</sup>Sampaio et al. (2001), <sup>2</sup>Boscolo et al. (2008), <sup>3</sup>Boscolo et al. (2004), <sup>4</sup>Oliveira Filho e Fracalossi (2006); MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EB = energia bruta; FCJCV – Farinha de Carcaça de jundiá com vísceras; FCJSV – farinha de carcaça de jundiá sem vísceras; FJPI – farinha de jundiá peixe inteiro.

A farinha de peixe tipo resíduo é a mais facilmente encontrada no Brasil e, para o jundiá, os valores de digestibilidade desta farinha foram de 77,7% da PB, 74,8% da EB e 58,6% da MS. A baixa digestibilidade da MS em relação aos outros nutrientes pode ser explicada pela grande quantidade de cinzas (25,2%) neste ingrediente (OLIVEIRA FILHO e FRACALOSSO, 2006). Quando a farinha de peixe é fabricada com o peixe inteiro, no entanto,

os valores de digestibilidade são mais altos (acima de 80%) tanto para os peixes onívoros quanto para os carnívoros (ALLAN et al., 2000).

A farinha de peixe contém quantidades significativas de todos os aminoácidos essenciais, particularmente lisina, na qual os cereais são relativamente pobres. A proteína da farinha de peixe pode ser utilizada para complementar o padrão de aminoácidos e melhorar a qualidade global da proteína de uma dieta mista. Considerando que os grãos de cereais são geralmente baixos em lisina e / ou aminoácidos que contêm enxofre (metionina e cisteína), o peixe é uma excelente fonte destes aminoácidos. A utilização de farinha de peixe pode aumentar significativamente o valor biológico de uma dieta à base de cereais. A farinha de peixes é rica em minerais, principalmente cálcio e fósforo, bem como ferro, cobre e selênio (FAO, 2012).

Na Tabela 2, é feita uma comparação entre os perfis aminoacídicos da farinha de peixe comercial, da farinha de resíduos de filetagem de tilápia e das farinhas de resíduos de jundiás do presente trabalho, verificando-se maior percentual de lisina na farinha de carcaça de jundiá com vísceras.

**Tabela 2** - Composições aminoacídicas da farinha e resíduos de peixes (base na matéria natural)

Aminoácidos	FP <sup>1</sup>	FRT <sup>2</sup>	FCJCV*	FCJSV*	FJPI*
Lisina	3,39	3,09	6,4	5,98	4,7
Metionina	1,17	1,15	1,08	1,15	1,64
Cistina	0,77	0,4	0,12	0,13	0,77
Treonina	2,12	2,1	2,16	1,94	2,7
Triptofano	0,45	0,33	-	-	0,64
Valina	3,32	2,21	3,02	3,46	3,17
Isoleucina	2,13	1,81	2,12	2,62	2,63
Leucina	3,73	3,32	4,17	4,39	4,83
Fenilalanina	2,16	1,93	2,35	2,31	2,29
Histidina	1,3	1	1,52	1,42	1,7
Arginina	3,51	4,16	2,59	2,33	4,23

<sup>1</sup>Furuya et al. (2001); <sup>2</sup>Boscolo et al.,2008. FP: Farinha de peixe, FRT: Farinha de resíduos de filetagem de tilápias, FCJCV: Farinha de carcaça de jundiá com vísceras; FCJSV: farinha de carcaça de jundiá sem vísceras; FJPI: farinha de jundiá peixe inteiro, \*descritas no capítulo I.

A produção mundial de farinha e óleo de peixe tem se estabilizado em 6-7 milhões de toneladas (TACON e METIAN, 2008). O Peru e Chile são os únicos países autossuficientes em farinha e óleo de peixe, contribuindo com quase metade da produção mundial (FAO, 2010). Com o aumento da produção de peixe, ocorre um aumento de resíduos provenientes da sua industrialização. A produção de farinhas, além de suprir uma demanda

cada vez maior por proteína animal de qualidade para a nutrição de organismos aquáticos, também reduz em grande parte o descarte e a poluição do meio ambiente (FARIA et al, 2001).

### **3.4. Nutrição e alimentação**

A alimentação representa mais de 60% do custo operacional da aquicultura (TEIXEIRA et al., 2008). Os alimentos proteicos representam a maior proporção dos custos da ração em sistemas de cultivo intensivo e semi-intensivo, pois, além de entrarem em grande quantidade na formulação destas rações, são mais caros que os alimentos energéticos (MEURER et al., 2002; BOSCOLO et al., 2004).

Rações balanceadas vêm sendo utilizadas de forma decisiva no cultivo de peixes como fator de sustentabilidade ecológica ou de viabilidade técnico-econômica da atividade (LAZZARI et al., 2006). As rações para peixes caracterizam-se pela elevada porcentagem de proteína. Para que os peixes consigam crescer adequadamente, eles precisam obter, na proteína dos alimentos, os aminoácidos necessários para a construção do seu tecido muscular e produção de outras proteínas importantes para o adequado funcionamento do seu organismo (GUILHERME et al., 2007).

Os valores de exigências nutricionais são diferenciados conforme a faixa de idade e fase de desenvolvimento dos peixes. Peixes em fase inicial de desenvolvimento apresentam maior exigência nutricional em função das maiores taxas de crescimento (CYRINO et al., 2004).

As proteínas são os mais importantes componentes dos tecidos. Quando digeridas, são hidrolisadas em aminoácidos que serão destinados à formação de novas proteínas, destinadas ao crescimento, reprodução e manutenção (WILSON, 2002). Uma ração com pouca proteína pode causar redução no crescimento, mas quando em excesso, pode ser utilizada como fonte energética, o que não é desejável (LAZZARI, 2005). A qualidade da proteína é baseada na quantidade de aminoácidos presentes na fonte proteica, ou seja, vai depender do conteúdo de aminoácidos essenciais e sua disponibilidade biológica. Uma proteína com composição de aminoácidos semelhantes às necessidades da espécie é descrita como de alto valor nutritivo.

Nas dietas para peixes, a proteína animal mais comumente utilizada é proveniente da farinha de carne e ossos e da farinha de peixe (GUILHERME et al., 2007). Entre os alimentos

de origem animal, a farinha de peixe é a mais empregada na aquicultura, sendo uma excelente fonte de energia digestível, boa fonte de minerais e vitaminas essenciais (TACON, 1996; ENKE et al., 2009). A farinha de peixe supre boa parte da quantidade necessária de fósforo da dieta, e este fósforo fornece a maior parte do fosfato necessário para o crescimento e metabolismo dos peixes (HALVER e HARDY, 1992)

É de fundamental importância o fornecimento de ração com adequado teor de proteína e adequado balanço aminoacídico. Os aminoácidos que não forem utilizados para síntese proteica serão deaminados, servindo como fonte de energia ou serão convertidos em gordura (HAYASHI et al., 2002), influenciando na qualidade, vida de prateleira e nas características organolépticas da carne (SIGNOR et al., 2004). Os peixes regulam seu consumo de alimento principalmente pela quantidade de energia dietética, portanto, se a ração contém altos níveis de energia, a saciedade pode ser alcançada antes de o peixe ter consumido a quantidade de nutrientes necessários para a obtenção de um bom índice de crescimento (CYRINO et al., 2004).

As dietas para peixes devem conter uma mistura de ingredientes com adequadas quantidades proteicas, energéticas, vitamínicas e minerais (COLDEBELLA e RADÜNZ NETO, 2002). Com o fornecimento de dietas com níveis aminoacídicos mais próximos das necessidades animais, há aumento na eficiência de utilização proteica e maximização do uso dos aminoácidos para a síntese proteica (PINTO et al., 2003).

Os peixes são animais ectotérmicos, sua taxa metabólica está associada à variação de temperatura da água. Embora as variações térmicas afetem seu crescimento, as exigências nutricionais são constantes, variando apenas a quantidade de alimento ingerido, seu tempo de permanência no trato e digestibilidade. A ingestão de alimento é regida pela temperatura da água e pela relação proteína/energia da dieta (CYRINO et al., 2004).

## 4. CAPÍTULO I

### APROVEITAMENTO DE FARINHAS DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DE JUNDIÁS (*Rhamdia quelen*) CULTIVADOS

SUZETE ROSSATO<sup>2</sup>

RAFAEL LAZZARI<sup>3</sup>

DANIEL MASCHIO<sup>4</sup>

SUZIANE GHEDINI MARTINELLI<sup>5</sup>

LUCAS MESQUITA DA COSTA NUNES<sup>6</sup>

JOÃO RADÜNZ NETO<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

<sup>2</sup> Zootecnista, aluna do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Santa Maria, RS. suzeterossato@yahoo.com.br.

<sup>3</sup> Zootecnista, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas/ CESNORS da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. rlazzari@ufsm.br.

<sup>4</sup> Zootecnista, aluno do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. dani.maschio@hotmail.com.

<sup>5</sup> Zootecnista, aluna do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. suzimartinelli@yahoo.com.br.

<sup>6</sup> Aluno de graduação em Zootecnia Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. lucasnunes\_big@hotmail.com.

<sup>7</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Professor Associado do Departamento de Zootecnia Centro de Ciências Rurais Universidade Federal de Santa Maria/UFSM 97105-900 Santa Maria, RS. jradunzneto@smail.ufsm.br.

**Valorização de farinhas de resíduos do processamento de jundiás (*Rhamdia quelen*)  
cultivados**

**Resumo:** O objetivo do trabalho foi avaliar a utilização de resíduos de processamento de jundiás na dieta de juvenis desta espécie. Foi utilizado um sistema de recirculação composto por 16 tanques de polipropileno (280L), com 50 peixes em cada (peso médio inicial= $5,53 \pm 0,09$  g). Foram testadas quatro dietas com aproximadamente 37% PB e 3200 kcal EM/kg: dieta controle constituída por farinha de carne e ossos suína (FCO), substituída por farinha de jundiás do peixe inteiro (FJPI), farinha de carcaças de jundiás com vísceras (FCJCV) e farinha de carcaças de jundiás sem vísceras (FCJSV). Foram aferidos dados de peso, fator de condição, taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente, ganho em peso diário e taxa de retenção proteica. Foram observados maior peso final (50,52g), ganho em peso diário (0,81g/dia), taxa de crescimento específico (3,99%/dia), conversão alimentar aparente (1,28:1), deposição de proteína corporal (6,31g) para os peixes alimentados com a dieta FCJCV. Concluiu-se que a incorporação de farinha de resíduos de processamento de jundiás na dieta é viável para o crescimento dos peixes.

**Palavras chave:** Farinha de peixe. Crescimento. Ganho em peso. Retenção proteica.

## Use of processing waste meal of jundiá (*Rhamdia quelen*) farming

**Abstract:** The aim of this study was to evaluate the use of processing waste of jundiá in the diet of juveniles of this species. A recirculation system consisting of 16 polypropylene tanks (280 L) with 50 fish each (initial weight =  $5.53 \pm 0.09$  g) was used. We tested four diets with approximately 37% CP and 3200 kcal/kg: control diet composed of swine meat and bone meal (FCO); diet with jundiá meal of the whole fish (FJPI), diet with carcasses with víscera (FCJCV) and diet with carcasses without viscera (FCJSV). We measured data on weight, condition factor, specific growth rate, feed conversion, daily weight gain, and protein retention rate. We observed a higher final weight (50.52 g), daily weight gain (0.81 g/day), specific growth rate (3.99%/day), feed conversion ratio (1,28:1), and deposition body protein (6.31g) for fish fed FCJCV diet. The incorporation of processing waste meal of jundiá in the diet is feasible for the fish growth.

**Keywords:** Fish meal. Growth. Weight gain. Protein retention.

## 1 Introdução

O aproveitamento adequado de descartes da indústria de produtos ou resíduos de pescado com menor valor comercial é de grande importância na produção de dietas aquícolas. Pesquisas desenvolvidas com resíduos de indústrias processadoras de pescado têm demonstrado que estes subprodutos podem ser utilizados na alimentação de peixes (MURRAY et al., 2003).

As fontes mais utilizadas para estes produtos são oriundas de descarte de peixes durante as classificações e despescas, quando eles não atingem o tamanho comercial. O rendimento de carcaça dos peixes varia em função do tipo de processamento, da espécie e do tamanho dos mesmos. A farinha de resíduos de peixe pode ser considerada uma fonte de renda a mais para as indústrias beneficiadoras de pescado, e sua confecção contribui para diminuir a quantidade de resíduos lançadas ao meio ambiente.

Por apresentar elevado valor biológico e ótimo equilíbrio em aminoácidos essenciais, a farinha de peixe é considerada um alimento padrão para ensaios experimentais, sendo a fonte de proteína preferida em dietas para peixes (TACON, 1996). As farinhas de peixe de melhor qualidade são oriundas da pesca marinha como as produzidas no Chile e Peru. Entretanto, com o aumento na demanda, ocorrem redução na disponibilidade e consequente aumento no seu custo (BOSCOLO et al., 2008). Para o jundiá, a farinha de carne e ossos pode ser utilizada em substituição à farinha de peixe tradicional em combinação com o farelo de soja (LAZZARI et al., 2008).

Os componentes mais importantes dos tecidos animais são as proteínas, quando digeridas, são hidrolisadas em aminoácidos que formarão novas proteínas, que serão usadas para o crescimento, reprodução e também para a manutenção (BOSCOLO et al., 2004). As rações para peixes devem ser constituídas de elevada porcentagem de proteína para que os peixes consigam crescer adequadamente. Eles precisam obter, na proteína dos alimentos, os aminoácidos necessários para a construção do seu tecido muscular e produção de outras proteínas importantes para o funcionamento do seu organismo (GUILHERME et al., 2007). O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de resíduos de processamento de jundiás cultivados aplicados na dieta de juvenis desta espécie.

## 2 Material e métodos

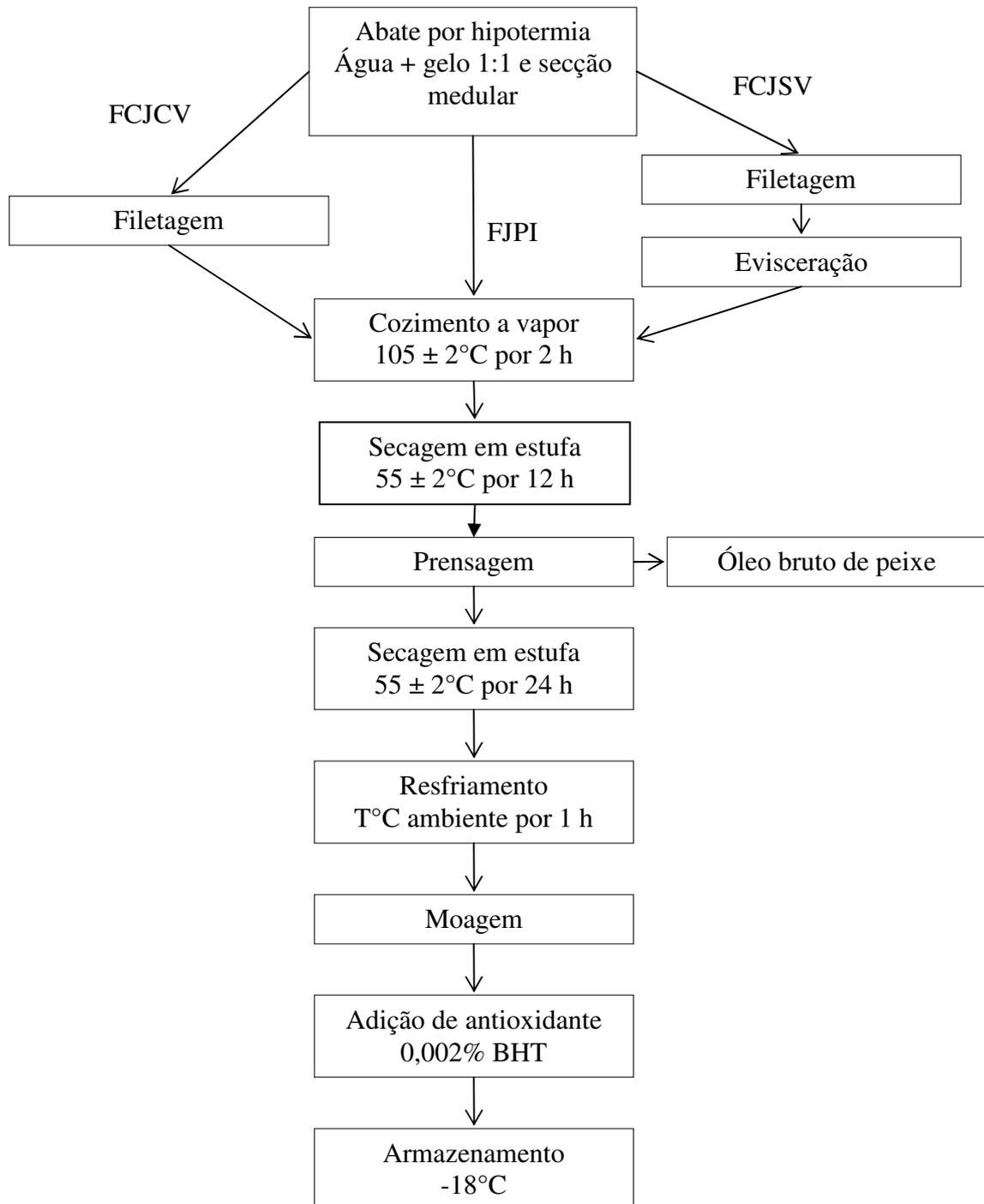
O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (altitude 95m, 29°43'S, 53°42'W), no período de dezembro de 2010 a fevereiro de 2011. O experimento foi conduzido durante 8 semanas, os peixes foram acondicionados em sistema de recirculação (dotado de dois filtros biológicos) composto de 16 tanques de polipropileno (280 L) com sistemas individuais de abastecimento e escoamento. A oxigenação da água foi individual com o auxílio de aeradores e no reservatório central havia um sistema de aeração tipo “Venturi” (RADÜNZ NETO et al., 1987). A vazão das unidades experimentais durante o período foi de 2,4 L/min.

A qualidade da água foi monitorada pela análise de temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L) diariamente com o auxílio de oxímetro digital marca YSI 550 e semanalmente foram aferidos os demais parâmetros como pH, alcalinidade (mg/L CaCO<sub>3</sub>), dureza (mg/L CaCO<sub>3</sub>) e amônia (mg/L) com o auxílio de kits colorimétricos. A água utilizada para as análises foi coletada na entrada do primeiro filtro biológico, sempre pela manhã antes da limpeza diária. Todos os parâmetros se mantiveram dentro da faixa adequada para a espécie estudada (BALDISSEROTTO e SILVA, 2004). A água utilizada para o experimento era proveniente de poço artesiano.

Para o experimento, foram utilizados 800 juvenis de jundiás provenientes de reprodução induzida realizada na Piscicultura da Universidade de Passo Fundo (UPF), com peso médio inicial de  $5,53 \pm 0,09$  g, comprimento médio inicial  $8,88 \pm 0,31$  cm e idade aproximada de 60 dias. No início do experimento, os peixes foram pesados e medidos, utilizando-se balança digital (precisão 0,01g) e um ictiômetro. Estes animais foram acondicionados em 16 tanques distribuídos em lotes de 50 peixes por unidade experimental, numa densidade de estocagem inicial de 0,98g/L.

Inicialmente, os peixes passaram por um período de 10 dias de adaptação às condições experimentais, tendo sido alimentados com a dieta controle (FCO = farinha de carne e ossos) adaptada de Lazzari et al.(2008). Foram testadas quatro dietas com aproximadamente 37% PB e 3200 kcal EM/kg, seguindo Meyer e Fracalossi, (2004), em quatro repetições, utilizando-se uma ração controle constituída de farinha de carne e ossos suína (FCO) como ingrediente de origem animal, e que foi substituída por farinha de jundiás peixe inteiro (FJPI), farinha de carcaças de jundiás com vísceras (FCJCV) e farinha de carcaças de jundiás sem vísceras (FCJSV), elaboradas conforme Figura 1, através de

metodologia descrita por Vidotti e Gonçalves (2006), em que os animais passaram por um período de depuração, filetagem e cozimento a vapor envoltos em papel alumínio.



**Figura 1** - Fluxograma da confecção da farinha de resíduos de jundiás

Os ingredientes secos foram moídos, pesados e misturados em amassadeira elétrica para homogeneização. A adição de óleo, quando utilizado, ocorreu nesta etapa. Após, foi adicionada água (40%) à temperatura ambiente. A mistura úmida foi peletizada em moedor de carne e seca em estufa com circulação de ar forçada a 50°C por 24 horas. Após secas, as rações foram armazenadas em freezer (-18°C) até o momento de fornecimento aos animais. Ao final do experimento, foi analisada a composição centesimal (matéria seca, cinzas, proteína, gordura e fibra em detergente neutro) das rações experimentais.

Os animais foram alimentados três vezes ao dia (8, 13 e 17 horas) com alimentação restrita. Na primeira semana de alimentação, os peixes receberam 6% do peso vivo; na segunda semana, 5% PV; na terceira semana, 4,5% PV; na quarta semana, 4% PV; e posteriormente a ração foi reduzida para 3,5% PV pela aparente redução do consumo.

A cada duas semanas, foi realizada uma biomassa em que todos os animais foram pesados juntos na unidade experimental para ajuste da ração fornecida e coleta de uma amostra de cinco peixes (por unidade experimental) para posterior análise do fluxo de nutrientes no peixe inteiro. Inicialmente e a cada quatro semanas, foram realizadas biometrias, em que os animais eram pesados e medidos individualmente para acompanhamento do crescimento e estimativa do consumo de ração. Os animais foram sedados com eugenol (0,2 ml/ litro) (CUNHA et al., 2010), pesados e medidos para a obtenção dos seguintes dados: Consumo(g); Peso: peso do peixe inteiro (g); Comprimento padrão e total: medida da extremidade da cabeça até a inserção da nadadeira caudal e até o final da nadadeira caudal (cm); Sobrevivência (%); Fator de condição:  $FC = (\text{Peso} \times 100) / (\text{Comprimento total}^3)$ ; Taxa de crescimento específico (%/dia):  $TCE = (\ln(\text{peso final}) - \ln(\text{peso inicial})) / \text{dias} \times 100$ ; Conversão alimentar aparente:  $CAA = (\text{consumo total}) / (\text{biomassa final} - \text{biomassa inicial})$ ; Ganho em peso diário (g):  $GPD = (\text{peso final} - \text{peso inicial}) / \text{dias}$ ; e Biomassa total em (g).

Para a realização das biometrias, os animais permaneciam 12 horas em jejum para que não houvesse influência de ração no trato gastrointestinal, então eram insensibilizados por hipotermia em solução de água e gelo (1:1) e abatidos por secção medular. Para amenizar o estresse provocado pelo manejo nas biometrias e facilitar o manuseio dos animais, foi utilizado o anestésico eugenol na proporção de 0,2 ml/ litro de água. (CUNHA et al., 2010). A limpeza dos tanques era realizada duas vezes ao dia (10 e 16 horas) por sifonagem para a retirada de resíduos de ração e fezes dos animais.

**Tabela 1.** Dieta utilizada no experimento I<sup>1</sup>

Formulação da dieta <sup>1</sup> (%)				
Ingredientes	FCO	FCJCV	FCJSV	FJPI
Farinha de carne e ossos suína	30	0	0	0
Farinha de jundiá peixe inteiro	0	0	0	<b>30</b>
Farinha de carcaça de jundiá com vísceras	0	<b>30</b>	0	0
Farinha de carcaça de jundiá sem vísceras	0	0	<b>30</b>	0
Farelo de soja	40,6	35,35	40	35,8
Farelo de trigo	9,49	12,5	10	10,49
Milho moído (grãos)	15,6	17,84	15,49	19,2
Óleo de soja	0,8	0,8	1	1
Vitaminas <sup>2</sup>	1	1	1	1
Minerais <sup>2</sup>	1	1	1	1
Calcário calcítico	1	1	1	1
Sal comum	0,5	0,5	0,5	0,5
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Composição da dieta (%)				
Massa seca <sup>4</sup>	95,19	94,84	94,83	94,33
Proteína Bruta <sup>4</sup>	36,68	36,46	37,50	37,09
Lisina <sup>3</sup>	2,11	3,03	3,02	2,53
Metionina <sup>3</sup>	0,55	0,60	0,64	0,76
Metionina + Cistina <sup>3</sup>	0,49	0,34	0,37	0,54
Treonina <sup>3</sup>	1,32	1,38	1,38	1,54
Triptofano <sup>3</sup>	0,42	0,28	0,31	0,47
Valina <sup>3</sup>	1,74	1,86	2,08	1,91
Isoleucina <sup>3</sup>	1,45	1,52	1,76	1,68
Leucina <sup>3</sup>	2,66	2,81	2,99	3,02
Fenilalanina <sup>3</sup>	1,59	1,68	1,76	1,67
Histidina <sup>3</sup>	0,85	0,95	0,97	1,01
Arginina <sup>3</sup>	2,65	2,17	2,21	2,66
Lipídio <sup>4</sup>	7,17	6,44	6,61	5,83
Fibra em detergente Neutro <sup>4</sup>	12,13	14,97	14,84	13,96
Extrativos não nitrogenados <sup>4</sup>	34,08	31,69	29,95	34,24
Matéria Mineral <sup>4</sup>	9,94	10,44	11,10	8,88
Relação EM/PB	89,84	90,45	87,20	88,94
Cálcio <sup>4</sup>	1,57	1,72	1,76	1,71
Fósforo <sup>4</sup>	0,95	1,72	1,63	1,45
Relação Ca/P	1,65	1,00	1,08	1,18
Energia metabolizável estimada (kcal/kg) <sup>5</sup>	3295	3298	3270	3299

<sup>1</sup>Dieta ajustada a partir de Lazzari et al. (2008). <sup>2</sup>Composição da mistura vitamínica e mineral (Mig Fish 1% de inclusão/Mig Plus®): Ác. Fólico: 299,88mg, Ác. Pantotênico: 3000mg, Cobalto: 60mg, Cobre: 1000mg, Colina: 103.500 mg, Ferro: 6.416mg, Biotina: 0,06 mg, Iodo: 45,36mg, Manganês: 8000,40mg, Magnésio: 5,10%, Selênio: 60,30mg, Vit. A: 1.000.000UI, Vit. B1: 1500,38 mg, Vit. B2: 1500mg, Vit. B6: 1500,38 mg, Vit. C: 15000 mg, Vit. D: 240.000 UI, Vit. E: 10.000 mg, Vit. K: 400 mg, Zinco: 14000mg, Inositol 10000 mg, Niacina 9000 mg, enxofre 0,01%, cloro 2,30%. <sup>3</sup> Calculado a partir da análises dos ingredientes. <sup>4</sup> Analisada- Laboratório de Piscicultura – DZ/UFMS. <sup>5</sup> Energia Metabolizável (EM) estimada a partir dos valores fisiológicos padrões, i.e., 4 Kcal/g para proteínas e carboidratos digestíveis; 9 kcal/g para lipídios ( LEE e PUTNAM, 1973; SHYONG et al., 1998). FCO: farinha de carne e ossos suína; FCJCV: Farinha de carcaça de jundiás com vísceras; FCJSV: Farinha de carcaça de jundiás sem vísceras; FJPI: Farinha de jundiá peixe inteiro; BHT: antioxidante.

Ao início, na quarta e oitava semanas experimentais, foram coletados dois peixes/caixa (8 peixes/tratamento), que foram abatidos e eviscerados a fim de obter dados sobre o peso de carcaça, peso de trato digestivo, comprimento de trato digestivo, peso da gordura visceral e peso de fígado. A partir destes resultados, foram calculados os seguintes parâmetros: Rendimento de carcaça (%):  $RC = ((\text{peso eviscerado com cabeça e brânquias})/(\text{peso inteiro})) * 100$ ; Índice digestivo somático (%):  $IDS = ((\text{peso trato}/\text{peso inteiro}) * 100)$ ; Índice hepato somático (%):  $IHS = (\text{peso fígado}/\text{peso inteiro}) * 100$ ; Índice de gordura visceral (%):  $IGV = (\text{peso da gordura visceral}/\text{peso inteiro}) * 100$ ; Quociente intestinal:  $QI = (\text{comprimento do trato}/\text{comprimento total})$ ; e Taxa de eficiência proteica (TEP) = ganho em peso/quantidade de proteína consumida.

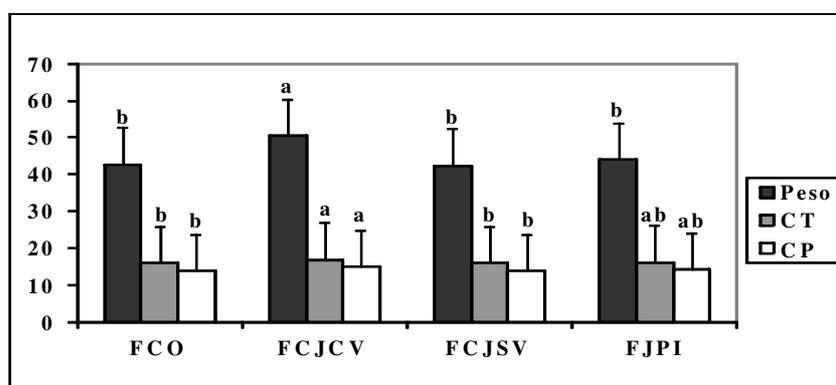
As análises do fluxo de nutrientes, da composição centesimal e da qualidade de carcaça foram realizadas pela coleta inicial de uma amostra de 50 peixes e a cada duas semanas de cinco peixes (10% da biomassa) por unidade experimental. Destas coletas, foram obtidos dados de massa seca, proteína, lipídio e cinzas. Estas análises foram realizadas seguindo metodologias recomendadas pela AOAC (1995), e quanto ao lipídio, ele foi extraído e quantificado pelo método de Bligh e Dyer (1959). A partir dos resultados, foram calculados os índices de deposição de proteína e lipídio corporal, bem como se houve diferença no fluxo de nutrientes corporais. Foram utilizadas as seguintes equações: Deposição de proteína corporal (g):  $DPC = ((\text{peso final} * \text{proteína corporal final}) / 100) - ((\text{peso inicial} * \text{proteína corporal inicial}) / 100)$ ; e Deposição de lipídio corporal (g):  $DLC = ((\text{peso final} * \text{lipídio corporal final}) / 100) - ((\text{peso inicial} * \text{lipídio corporal inicial}) / 100)$ . O fluxo de nutrientes foi analisado para deposição de proteína, acúmulo de lipídio, aumento ou redução da massa seca e cinzas no peixe inteiro durante todo o período experimental.

Para a análise estatística, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, tendo sido testados quatro tratamentos (dietas) e quatro repetições. Primeiramente os dados foram submetidos a testes de normalidade e após, à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ), utilizando o pacote estatístico SAS (2001). Os valores foram expressos como média  $\pm$  erro-padrão da média.

### 3 Resultados e discussão

Os parâmetros de qualidade da água se mantiveram dentro dos limites adequados para a espécie estudada (BALDISSEROTTO e SILVA, 2004). A temperatura média foi 24°C, o oxigênio dissolvido 6,2 mg/L, pH 7,43, alcalinidade 36 mg/L CaCO<sub>3</sub>, dureza 43 mg/L CaCO<sub>3</sub>, amônia 0,15 mg/L. Segundo Piedras et al.(2004), o melhor desempenho dos jundiás foi observado quando a temperatura da água foi mantida em 23°C. Assim, para este experimento, a temperatura da água se manteve adequada para o bom desenvolvimento dos animais.

Ao final do experimento, foram observados maior peso (50,52g), comprimento total e padrão para os peixes alimentados com a dieta FCJCV (Figura 2). O ganho em peso médio diário (0,81g/dia) e a taxa de crescimento específico (3,99%/dia) foram maiores nos peixes alimentados com FCJCV (Figura 3). Resultados inferiores foram encontrados por Enke et al. (2009) para TCE, utilizando farinha de silagem de pescado na dieta para jundiás.



**Figura 2** - Peso, comprimento total e padrão de juvenis de jundiá após 8 semanas experimentais

Médias com letras diferentes entre tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,01). Tratamentos: FCO: farinha de carne e ossos; FCJCV: farinha de carcaça de jundiá com vísceras; FCJSV: farinha de carcaça de jundiás sem vísceras; FJPI: farinha de jundiá peixe inteiro. Parâmetros: Peso: peso final; CT: comprimento total; CP: comprimento padrão.

Os resultados obtidos estão relacionados com o balanço aminoacídico da FCJCV que compõe a dieta, visto ter mais lisina que as demais (Tabela 2). A lisina é um aminoácido presente em elevada proporção no tecido muscular, sendo assim, a lisina da dieta é utilizada basicamente para a deposição de tecido muscular (FURUYA et al.,2006).

Nas dietas formuladas, foi adicionado um percentual baixo de óleo de soja (Tabela 1), visto as farinhas de origem animal já conterem em sua composição uma determinada quantidade de óleo. O óleo de peixe de água doce é caracterizado por altas proporções de n-6

PUFA, especialmente ácido linoleico e ácido araquidônico (SOUZA et al., 2007), essenciais para o bom desenvolvimento dos peixes. Em geral, peixes de água doce mostram maior capacidade para alongar e dessaturar ácidos graxos PUFAs de cadeia curta. Com isso, convertem alimento de menor valor nutricional em alimento com maior valor nutricional (MOREIRA et al., 2001). Em geral, considera-se que peixes cultivados de água doce contêm menor quantidade de ácidos graxos da série n-3 e maior quantidade de n-6 (SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002). Essa quantidade de óleo de peixes presente na dieta proporcionou uma dieta com bom balanço de ácidos graxos essenciais ao bom desenvolvimento dos animais, proporcionando maior crescimento para os animais alimentados com a dieta composta de FCJCV.

Ao utilizar 16% de inclusão de farinha de resíduos de tilápia na ração, Boscolo et al. (2010) obtiveram bom crescimento, atribuindo esse fato à maior quantidade de metionina na dieta, concluindo que a farinha de resíduos é uma ótima fonte de aminoácidos e fósforo disponível.

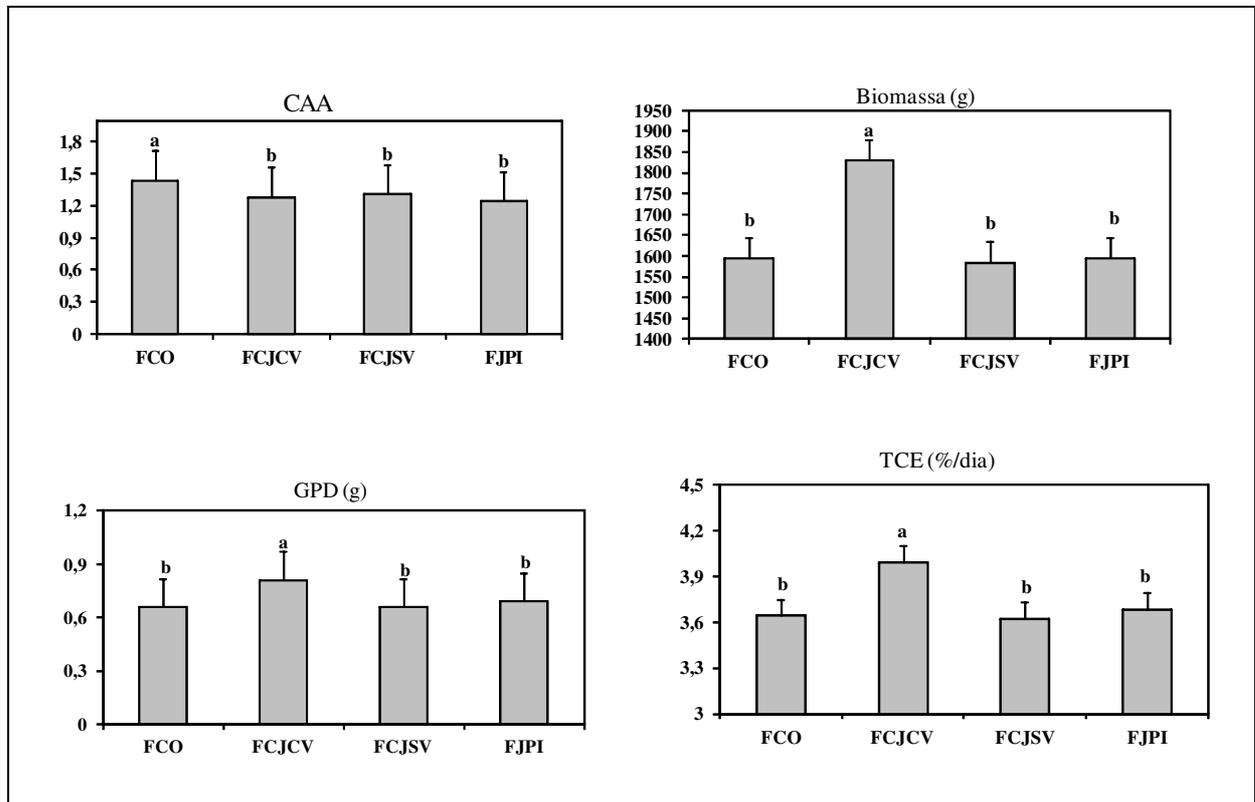
**Tabela 2** - Composição aminoacídica dos ingredientes utilizados para a confecção das dietas experimentais

Aminoácidos	FS	FT	Milho	FCO	FCJCV	FCJSV	FJPI
Lisina	2,85	0,54	0,22	2,89	6,4	5,98	4,7
Metionina	0,61	0,22	0,16	0,86	1,08	1,15	1,64
Metionina + Cistina	0,69	0,24	0,17	0,53	0,12	0,13	0,77
Treonina	1,8	0,41	0,23	1,73	2,16	1,94	2,7
Triptofano	0,69	0,23	0,05	0,37	-	-	0,64
Valina	2,3	0,64	0,35	2,3	3,02	3,46	3,17
Isoleucina	2,22	0,46	0,23	1,55	2,12	2,62	2,63
Leucina	3,6	0,86	0,98	3,22	4,17	4,39	4,83
Fenilalanina	2,39	0,58	0,34	1,7	2,35	2,31	2,29
Histidina	1,19	0,34	0,2	1	1,52	1,42	1,7
Arginina	3,41	0,96	0,36	3,73	2,59	2,33	4,23

Ingredientes: FS: farelo de soja; FT: farelo de trigo; Milho; FCO: farinha de carne e ossos suína; FCJCV: farinha de carcaça de jundiás com vísceras; FCJSV: farinha de carcaça de jundiás sem vísceras; FJPI: farinha de jundiá peixe inteiro.

A relação energia:proteína da dieta FCJCV foi de 9,045 kcal g<sup>-1</sup>. Salhi et al. (2004) determinaram como ideal para o jundiá, relação energia:proteína de 8,8 kcal g<sup>-1</sup> para dieta com 37% de proteína bruta. Os registros para a maioria das espécies estudadas variam entre 84-105g proteína digestível/Mcal de energia digestível (NRC, 2011). Sá e Fracalossi (2002) afirmam que uma relação alta de energia:proteína resulta na diminuição do consumo voluntário do alimento, mas uma baixa relação energia:proteína pode indicar o uso de

proteína como fonte energética. Um equilíbrio adequado de proteína e energia melhora as taxas de crescimento, eficiência alimentar e proteica, minimiza o acúmulo excessivo de lipídios e glicogênio nos tecidos somáticos e fígado e minimiza a produção de resíduos nitrogenados indesejáveis (BICUDO et al., 2009).



**Figura 3** - Parâmetros zootécnicos de juvenis de jundiá após 8 semanas experimentais.

Médias com letras diferentes entre tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,01$ ).  
 Tratamentos: FCO: farinha de carne e ossos; FCJCV: farinha de carcaça de jundiá com vísceras; FCJSV: farinha de Carcaça de jundiás sem vísceras; FJPI: farinha de jundiá peixe inteiro. Parâmetros: CAA: conversão alimentar aparente; Biomassa; TCE: taxa de crescimento específico; GPD: ganho em peso diário;

A conversão alimentar aparente (CAA) foi melhor para os tratamentos com farinha de resíduo de jundiá (Figura 3), tendo em vista que a farinha de peixe apresenta uma maior quantidade e melhor disponibilidade de aminoácidos em sua composição em relação ao tratamento com farinha de carne e ossos (Tabela 2). Signor et al. (2004), utilizando 30% de farinha de peixe em dietas para jundiás, observaram que a conversão alimentar e sobrevivência foram semelhantes aos resultados encontrados com a utilização de farinha de resíduos de jundiá (Figura 3, Tabela 3). A biomassa inicial foi  $276,59 \pm 4,95$ g, e ao final foi observado maior biomassa de  $1.829,7 \pm 91,05$ g para os animais que receberam a FCJCV. Foi observado consumo mais rápido do alimento ofertado na dieta FCJCV, o que pode ter reduzido perdas nutricionais e contribuído com o ótimo desempenho dos animais.

Em trabalho desenvolvido com farinha de peixe tipo resíduo, Oliveira Filho e Fracalossi (2006) citam que esta farinha é a mais facilmente encontrada no Brasil e para o jundiá, os valores de digestibilidade desta farinha foram de 77,7% da PB, 74,8% da EB e 58,6% da MS. Pelo desempenho dos animais, pode-se inferir que a farinha de resíduo de jundiá tem digestibilidade superior à das farinhas de resíduo comerciais. Allan et al. (2000) observaram que a farinha de peixe quando é fabricada com o peixe inteiro apresenta valores de digestibilidade altos (acima de 80%), tanto para os peixes onívoros quanto para os carnívoros, visto que as farinhas de peixes fornecem altos teores de aminoácidos essenciais e ácidos graxos, baixos teores de carboidrato e poucos fatores antinutricionais.

**Tabela 3** - Índices de deposição de lipídio e proteína na carcaça, índice digestivo-somático, quociente intestinal, índice hepato-somático, índice de gordura visceral de juvenis de jundiás após 8 semanas experimentais

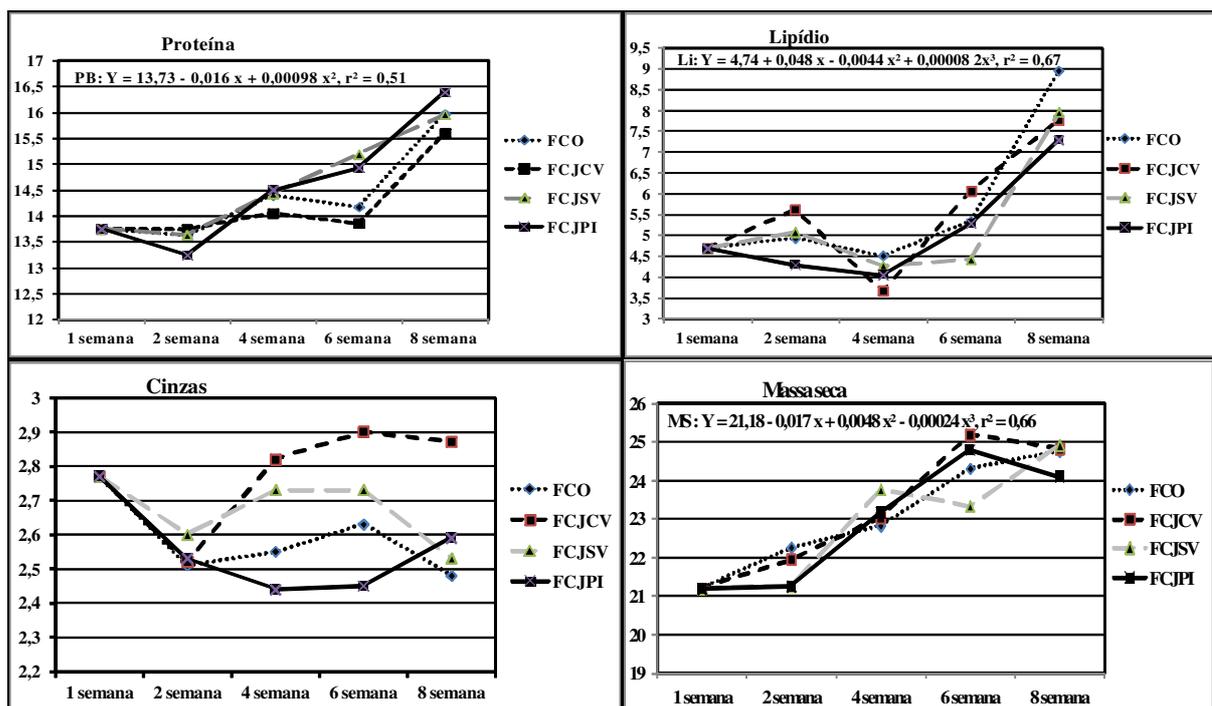
Variáveis	FCO	FCJCV	FCJSV	FJPI	P
DPC (g)	5,43±0,41 <sup>ab</sup>	6,31±0,44 <sup>a</sup>	5,33±0,54 <sup>b</sup>	5,61±0,33 <sup>ab</sup>	0,03
DLC (g)	1,65±0,59	1,57±0,15	1,52±0,12	1,57±0,20	0,95
TEP	2,37±0,19	2,84±0,32	2,38±0,23	2,48±0,29	0,087
IDS (%)	4,07±0,09	3,65±0,19	3,91±0,51	3,64±0,60	0,4
QI	1,57±0,13	1,57±0,07	1,62±0,19	1,47±0,04	0,45
IHS (%)	1,33±0,14	1,30±0,19	1,22±0,10	1,26±0,27	0,83
IGV (%)	1,19 ±0,20	0,89±0,50	0,79±0,30	0,70±0,32	0,36
RC (%)	88,09±0,93	88,55±1,73	88,15±0,50	88,31±0,98	0,93
S (%)	98±2,83	96±2,83	97,5±1,91	95,5±2,51	0,48

Valores expressos como média ± erro-padrão da média. Médias com letras diferentes, na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05). Tratamentos: FCO: farinha de carne e ossos; FCJCV: farinha de carcaça de jundiá com vísceras; FCJSV: farinha de carcaça de jundiás sem vísceras; FJPI: farinha de jundiá peixe inteiro. Parâmetros: DPC: deposição de proteína corporal; DLC: deposição de lipídio corporal; TEP: taxa de eficiência proteica; IDS: índice digestivo-somático; QI: quociente intestinal; IHS: índice hepato-somático; IGV: índice de gordura visceral; RC: rendimento de carcaça com brânquias; S: sobrevivência.

A digestibilidade da farinha de carne e ossos foi estudada por Signor et al. (2010) para tilápias, tendo concluído que a digestibilidade para proteína e energia foi de 57,42% para PB e 59,24% para EB. Este pode ser um indicativo de que os melhores resultados encontrados com a utilização da farinha de resíduos de peixe em relação à farinha de carne e ossos ocorreu devido a uma maior digestibilidade dos nutrientes contidos na sua composição. Segundo Boscolo et al. (2010), a correta utilização dos resíduos de peixes e sua inclusão como farinhas na alimentação dos animais são umas das principais opções para elaboração de dietas econômicas que atendam a suas exigências e contribuam com o desenvolvimento da produção orgânica de peixes dentro dos moldes da aquicultura sustentável.

O índice digestivo-somático, o quociente intestinal, o índice hepato-somático, o índice de gordura visceral, o rendimento de carcaça e a sobrevivência não sofreram influência da composição da dieta (Tabela 3). O rendimento de carcaça foi maior que o encontrado por Pedron et al. (2008) e semelhante ao encontrado por Corrêia et al. (2009) e Losekann et al. (2008).

O índice de deposição de proteína foi mais elevado para os animais que receberam a dieta composta de FCJCV (Tabela 3), mas não diferiu estatisticamente da dieta FCO e FPI, e o pior resultado foi para o tratamento FCJSV. Para a deposição de lipídio, não foram verificadas diferenças entre os tratamentos, pois as dietas apresentavam o mesmo teor de lipídio e a relação energia/proteína estava adequada para esta espécie. O índice de gordura visceral (Tabela 3) não apresentou diferenças estatísticas, indicando bom balanceamento da dieta, e que toda a proteína foi convertida em músculo, não havendo sobras para acúmulo de gordura visceral.



**Figura 4** - Fluxo de nutrientes durante as 8 semanas do período experimental.

Variáveis: FCO: Farinha de carne e ossos; FCJCV: farinha de carcaça de jundiás com vísceras; FCJSV: farinha de carcaça de jundiás sem vísceras; FJPI: farinha de jundiás peixe inteiro.

A utilização de até 15% de farinha de resíduos de tilápia na alimentação de Piauçu (*Leporinus macrocephalus*) testada por Boscolo et al.(2005) levou à conclusão de que a inclusão de Farinha de Tilápia na dieta não prejudicou seu desempenho, aumentando o nível de proteína corporal e proporcionando melhor qualidade nutricional. Lazzari et al. (2006)

testaram fontes proteicas para o jundiá, observando que dietas com 30% de farinha de peixe mais levedura promoveram uma taxa de eficiência proteica inferior (1,6) àquela obtida com a utilização de resíduos de jundiá FCJCV (2,84) (Tabela 3).

Em relação ao fluxo de nutrientes, foi observado um aumento na deposição de proteína, lipídio e massa seca com o crescimento dos peixes (Figura 4). Miranda et al. (2000), em estudo com tilápias, verificaram que a disponibilidade de fósforo presente na farinha de peixe é menor (27,15%) em relação aos outros ingredientes usados na formulação da dieta, o que pode ter levado à não diferenciação nos teores de matéria mineral nos peixes alimentados com inclusão de farinha de carcaça de jundiás, uma vez que em todas as dietas foi incorporada a mesma quantidade de fosfato bicálcico (Tabela 1), que apresenta 74,23% de disponibilidade aparente.

### 3 Conclusão

A utilização de farinha de resíduos de processamento de jundiás com vísceras, com 30% de inclusão na dieta, é uma boa opção na alimentação de juvenis desta espécie.

### 5 Agradecimentos

Os autores agradecem a Capes pela bolsa de Mestrado do primeiro autor, e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa do Prof. João Radünz Neto.

### 6 Referências Bibliográficas

ALLAN, G.L. et al. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I Digestibility of alternative ingredients. **Aquaculture**, Amsterdam, v.186, n.3-4, p.293-310, 2000.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. Washington, 16 ed., 1995. 1137p.

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

BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; CYRINO, J.E.P. Growth and haematology of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, fed diets with varying protein to energy ratio. **Aquaculture Research**, Moscow, v.40, p. 486 – 495, 2009. doi:10.1111/j.1365-2109.2008.02120.x

BOSCOLO, W.R. et al. Rações orgânicas suplementadas com farinha de resíduos de peixe para juvenis da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 686-692, 2010.

BOSCOLO, W.R. et al. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.9, 2008.

BOSCOLO, W.R. et al. A. Farinha de resíduos da filetagem de tilápia em rações para alevinos de piauçu (*Leporinus macrocephalus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.1819-1827, 2005.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.539-545, 2004.

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

CORRÊIA, V. et al. Crescimento de jundiá e carpa húngara criados em sistema de recirculação de água. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1533-1539, 2009.

CUNHA, M. A. et al. Anesthesia of silver catfish with eugenol: time of induction, cortisol response and sensory analysis of fillet. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.10, p. 2107-2114, 2010.

ENKE, D.B.S. et al. Utilização de farinha de silagem de pescado em dietas para o jundiá na fase juvenil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.871-877, 2009.

FURUYA, W.M. et al. Exigências de lisina digestível para juvenis de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.937-942, 2006.

GUILHERME, R.F.; CAVALHEIRO, J.M.O.; SOUZA, P.A.S. Chemical characterization and profile of the amino acids of the flour of shrimp head. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p. 793-797, 2007.

LAZZARI, R. et al. Diferentes fontes proteicas para a alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.240-246, 2006.

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**, Belo Horizonte, v.60, n.2, p.477-484, 2008.

LEE, D.J.; PUTNAM, G.B. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. **Journal Nutrition**, Bethesda, v.103, p.916-922, 1973.

LOSEKANN, M.E. et al. Alimentação do jundiá com dietas contendo óleos de arroz, canola ou soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p.225-230, 2008.

MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Protein requirement of jundiá fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, Amsterdam, v.240, p.331-343, 2004.

MIRANDA, E.C. et al. Disponibilidade aparente de fósforo em ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.22, n.3, p.669-675, 2000a.

MOREIRA, A. B. et al. Fatty acids profile and cholesterol contents of Three Brazilian *Brycon* freshwater fishes. **Journal Food Composition and Analysis**, London, v.14, p.565-574, 2001.

MURRAY, A.L. et al. Effects of various feed supplements containing fish protein hydrolysate or fish processing byproducts on the innate immune functions of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.220, p.643-653, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, D.C. 376p. 2011.

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

PEDRON, F.A. et al. Cultivo de jundiás alimentados com dietas com casca de soja ou de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p.93-98, 2008.

PIEDRAS, S.R.N.; MORAES, P.R.R.; POUHEY, J.L.O.F.; Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v.30, n.2, p. 177 - 182, 2004.

RADÜNZ NETO, J.; KOHLER, C.C.; LEWIS, W.M. Water re-use system of fingerling fishes in Brasil with emphasis on South american catfishes (*Rhamdia quelen* and *R. sapo*). **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.64, p.2-6, 1987.

SÁ, M.V.C.; FRACALOSSO, D.M. Exigência proteica e relação energia/proteína para alevinos de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.1-10, 2002.

SALHI, M. et al. Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen*, fry fed diets containing different protein and energy levels. **Aquaculture**, Amsterdam, v.231(1-4), p.435-444, 2004.

SAS. **Statistical Analysis System**. User's Guide. Version 8.02. SAS Institute INC. North Caroline, SAS, 2001. 3864p.

SHYONG, W.J.; HUANG, C.H.; CHEN, H.C. Effects of dietary protein concentration on growth and muscle composition of juvenile *Zacco barbata*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.167, p.35-42, 1998.

SIGNOR, A. et al. Exigência de proteína bruta para alevinos de jundiá *Rhamdia quelen*. **Revista Varia Scientia**, Paraná, v. 04, n. 08, p. 79-89, 2004.

SIGNOR, A.A.et al.A. Farinha de carne e ossos na alimentação de larvas de tilápia do Nilo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.4, p.970-975, 2010.

SOUZA, S.M.G.; ANIDO, R.J.V.; TOGNON, F.C. Ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 na nutrição de peixes – fontes e relações. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.6, n.1, p. 63-71, 2007.

SUAREZ-MAHECHA, H. et al. Importância de ácidos graxos poli-insaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.28, n.1, p.101-110, 2002.

TACON, A.G.J. Trends in aquaculture production, with particular reference to low-income food-deficit countries 1984-1993. **FAO Aquaculture Newsletter**, Roma, circular n° 12, p. 6-9. 1996.

VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, G.S. Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal. Disponível em: [http://www.pesca.sp.gov.br/textos\\_tecnicos.php](http://www.pesca.sp.gov.br/textos_tecnicos.php). Acesso em : 6 de janeiro de 2012.

## 5 CAPÍTULO II

### DIFERENTES NÍVEIS DE INCORPORAÇÃO DE FARINHA DE RESÍDUOS DE JUNDIÁS (*Rhamdia quelen*) CULTIVADOS NA DIETA<sup>1</sup>

SUZETE ROSSATO<sup>2</sup>

ISADORA LIBERALESSO DE FREITAS<sup>3</sup>

RAFAEL LAZZARI<sup>4</sup>

DANIEL MASCHIO<sup>5</sup>

VIVIANI CORRÊIA<sup>6</sup>

JOÃO RADÜNZ NETO<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

<sup>2</sup>Zootecnista, aluna do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Santa Maria, RS. suzeterossato@yahoo.com.br.

<sup>3</sup>Aluna de graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. isadora\_if@hotmail.com.

<sup>4</sup>Zootecnista, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas/ CESNORS da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. rlazzari@ufsm.br.

<sup>5</sup>Zootecnista, aluno do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. dani.maschio@hotmail.com.

<sup>6</sup>Zootecnista, Mestre, aluna do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. vivianicorreia@hotmail.com.

<sup>7</sup>Eng. Agrônomo, Dr., Professor Associado do Departamento de Zootecnia Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM 97105-900 Santa Maria, RS. jradunzneto@smail.ufsm.br

**Diferentes níveis de incorporação de farinha de resíduos de jundiás (*Rhamdia quelen*)  
cultivados na dieta**

**Resumo:** O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Nutrição de peixes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, com duração de 8 semanas, de abril a junho de 2011. O objetivo foi definir o melhor nível de incorporação do resíduo de peixes na alimentação de juvenis de jundiá, em sistema de recirculação d'água, utilizando-se 450 alevinos de jundiás com peso médio inicial de  $7,2 \pm 0,27$  g. Foram testadas cinco diferentes dietas, em três repetições, com níveis diferentes (0 ; 3,75; 7,5 ; 15; e 30%) de incorporação de farinha de carcaça de jundiás com vísceras (FCJCV). As dietas continham aproximadamente 37% PB e 3200 kcal EM/kg de dieta. Foram coletados dados de ganho em peso diário, sobrevivência, fator de condição, taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente, rendimento de carcaça, taxa de eficiência proteica e deposição de proteína e lipídio corporal. O maior ganho de peso foi para o nível 30% de inclusão de FCJCV, com peso final de 45,47 g e ganho em peso diário de 0,68 g/dia. A dieta com nível de 30% de inclusão de FCJCV apresentou melhores valores para taxa de crescimento específico (3,34%/dia), conversão alimentar aparente (1,05: 1), biomassa final 1.105,45 g, deposição proteica corporal (64,9 mg/dia), taxa de eficiência proteica (1,9) e coeficiente de retenção proteica (1,96%). Concluiu-se que a utilização de farinha de resíduos de processamento de jundiá no nível de 30% de inclusão na dieta foi a que apresentou maior eficiência no desenvolvimento de juvenis de jundiá.

**Palavras chave:** Farinha de peixe. Ganho em peso. Crescimento. Eficiência proteica.

### **Different levels of incorporation of jundiá waste meal (*Rhamdia quelen*) in the diet**

**Abstract:** The study was carried out at the Laboratory of Fish Nutrition of the Animal Science Department, Federal University of Santa Maria, for 8 weeks, from April to June 2011. The objective of this study was to define the best level of incorporation of waste in food fish of juvenile Jundiá in water recirculation system using 450 fingerlings of jundiá with initial average weight of  $7.2 \pm 0.27$  g. We tested 5 different diets in three repetitions with different levels of incorporation of carcasse jundiá with viscera meal (FCJCV) (0, 3.75, 7.5, 15, and 30%). The diets contained about 37% CP and 3200 kcal/kg of ME. Data were collected from daily weight gain, survival, condition factor, specific growth rate, feed conversion, carcass yield, protein efficiency ratio and deposition of body protein and lipid. The weight gain was greater for the inclusion of 30% FCJCV with final weight of 45.47 g and daily weight gain of 0.68 g/day. The diet with inclusion of 30% FCJCV showed better values for specific growth rate (3.34%/day), feed conversion ratio (1.05: 1), final biomass 1105.45 g body protein deposition (64.9 mg/day), protein efficiency ratio (1.9) and protein retention coefficient (1.96%). In conclusion, the use of processing waste meal of jundiá in the level of 30% in the diet showed the highest efficiency in the development of juvenile jundiá.

**Keywords:** Fish meal. Weight gain. Growth. Protein efficiency.

## 1 Introdução

O aproveitamento de resíduos no ciclo de produção de pescado no Brasil ainda é pouco significativo, apenas na indústria de conservas estes resíduos são utilizados para a elaboração de farinha de pescado, representando um sério problema para a planta industrial, principalmente por serem poluentes e de difícil descarte (GUILHERME et al., 2006). A transformação dos resíduos de peixe em farinha é uma opção de renda para as indústrias, aumentando sua lucratividade (PIMENTA et al., 2008). Segundo Tacon e Metian (2008), a aquicultura mundial consumiu em 2006, 3,724 milhões de toneladas de farinha de peixe e 835 mil toneladas de óleo de peixe e o equivalente a 16,6 milhões de toneladas de farinha de peixes tipo resíduo.

O uso de subprodutos de origem animal é uma alternativa para minimizar a escassez de produtos de alta qualidade proteica, além de otimizar a redução do volume de resíduos oriundos do processamento de pescado, diminuindo, assim, o problema de poluição ambiental (GODOY et al., 2008). Entre os alimentos de origem animal, a farinha de peixe é amplamente empregada na aquicultura, sendo a principal fonte proteica nas rações para a maioria das espécies cultivadas (FARIA et al., 2001). Entretanto, ocorre grande variabilidade de concentração de nutrientes pela heterogeneidade das matérias-primas utilizadas na sua preparação (LAZZARI et al., 2007).

A seleção de ingredientes para a formulação de dietas para peixes tem sido baseada no custo da proteína e energia e no perfil de aminoácidos (TEIXEIRA et al., 2006). Apesar de a proteína de origem animal, principalmente a farinha de peixe, apresentar bom equilíbrio em aminoácidos essenciais e conferir melhor palatabilidade às rações, seu custo geralmente é elevado (FARIA et al., 2001). As rações para peixes baseiam-se em milho, farelo de soja e farinha de peixe que, em combinação adequada com minerais, vitaminas e aminoácidos entre outros, possibilitam o adequado aporte de nutrientes e de energia para expressão de seu máximo desempenho (PIMENTA et al., 2008). O sucesso para a produção de rações com esse perfil depende inicialmente da identificação de ingredientes proteicos e do aprofundamento dos conhecimentos sobre seu perfil nutricional e, principalmente, da digestibilidade dos seus nutrientes (TEIXEIRA et al., 2006).

Entre as fontes de origem vegetal, o farelo de soja destaca-se como fonte sucedânea de proteína que apresenta o perfil de aminoácidos mais favorável e também mais palatável para a maioria dos peixes (COLDEBELLA e RADÜNZ NETO, 2002). O farelo de soja é um

alimento proteico de boa disponibilidade no mercado nacional e, em razão da alta produção de grãos e processamento para extração de óleo, constitui a principal fonte proteica utilizada por animais monogástricos como aves, suínos e peixes (MEURER et al., 2008). O concentrado proteico de soja (CPS) é uma fonte proteica que contém uma quantidade significativa de proteína, que já foi testada para o jundiá (FONTINELLI e RADÜNZ NETO, 2007) e apresentou bons resultados. Entretanto, este ingrediente pode apresentar deficiência em alguns aminoácidos essenciais, como a lisina e a metionina (KAUSHIK et al., 1995). Lazzari et al. (2008) testaram dietas com e sem incorporação de farinhas de origem animal e concluíram que para um bom e rápido desenvolvimento do jundiá, é necessária a utilização de fontes de origem animal em sua alimentação.

As rações para peixes caracterizam-se pela elevada porcentagem de proteína. Para que os peixes consigam crescer adequadamente, eles precisam obter, na proteína dos alimentos, os aminoácidos necessários para a construção do seu tecido muscular e produção de outras proteínas importantes para o funcionamento do seu organismo (GUILHERME et al., 2006). O desenvolvimento de rações comerciais para peixes tem sido tradicionalmente baseado em farinha de peixe pela sua alta concentração de proteína e bom balanceamento de aminoácidos essenciais (TEIXEIRA et al., 2006). Em virtude da alta porcentagem de alimentos de origem animal, um dos problemas destas rações são os altos teores de minerais, como cálcio e fósforo, e o alto custo de algumas destas fontes, como a farinha de peixes de boa qualidade (MEURER et al., 2008).

A produção limitada de farinha de peixe em conjunto com a crescente demanda e competição pela sua utilização na produção animal ajudam a elevar ainda mais o seu preço (TEIXEIRA et al., 2006). A utilização de resíduo de peixe para a fabricação de farinha pode contribuir com a nutrição animal por ser uma matéria-prima de qualidade, podendo ser usada com sucesso, como visto em trabalhos anteriores.

O jundiá (*Rhamdia quelen*) é uma espécie onívora bem adaptada a receber rações comerciais, apresentando bom crescimento em cultivo. É bem aceito pelos consumidores por ter uma carne de ótima qualidade, sabor e não apresentar espinha em formas de Y. Seu crescimento é mais acentuado quando lhe são ofertados alimentos de origem animal, confirmando sua tendência à carnívora (OLIVEIRA FILHO e FRACALOSSO, 2006).

O objetivo deste trabalho foi definir o nível adequado de incorporação do resíduo de peixes na alimentação de juvenis de jundiá.

## 2 Material e métodos

O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Nutrição de peixes, setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (altitude 95m, 29°43'S, 53°42'W), com duração de 8 semanas, de abril a junho de 2011. O circuito experimental utilizado foi um sistema de recirculação composto de 15 tanques de polipropileno (280 L). A temperatura da água (20°C) foi mantida durante o período experimental através de resistências (4000 W) e termostato localizados no reservatório principal (2000 L). O sistema era composto de dois filtros biológicos e sistemas individuais de abastecimento e escoamento. A oxigenação da água foi feita por um sistema de aeração tipo “Venturi” (RADÜNZ NETO et al., 1987), localizado no reservatório principal, e nos tanques, com o auxílio de aeradores individuais. A vazão das unidades experimentais durante o período foi de 2,5 L/min.

Neste estudo, foram utilizados 450 alevinos de jundiás, peso médio inicial de  $7,2 \pm 0,27$ g, comprimento médio inicial de  $9,28 \pm 0,16$  cm e idade aproximada de 90 dias, provenientes de reprodução induzida feita na Piscicultura da Universidade de Cruz Alta (Unicruz). Ao início do experimento, os peixes foram pesados e medidos individualmente, utilizando-se balança digital (precisão 0,01g) e ictiômetro. Estes animais foram acondicionados em 15 tanques distribuídos em lotes de 30 peixes por unidade experimental, numa densidade de estocagem inicial de 0,75g/L. Foram distribuídos igualmente nas unidades para que todas tivessem o mesmo número de peixes e mesma biomassa.

Inicialmente, os peixes passaram por um período de 10 dias de adaptação às condições experimentais, tendo sido alimentados com a dieta controle (30% FCJCV = farinha de carcaça de jundiás com vísceras). Antes do início do experimento, os peixes receberam banho profilático com permanganato de potássio (2 mg/L) (PAVANELLI et al., 1998) para prevenir focos de bactérias.

**Tabela 1.** Dietas utilizadas no experimento II<sup>1</sup>

Ingredientes	Formulação da dieta <sup>1</sup> (%)				
	0%	3,75%	7,5%	15%	30%
FCJCV	0	3,75	7,5	15	30
CPS	24,25	21,73	18,32	12,5	0
Farelo de soja	31	31	31	31	31
Farelo de trigo	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49
Milho moído (grãos)	19	19	19	19	19
Óleo de soja	5,65	5	4,3	2,6	0
Vitaminas <sup>2</sup>	1	1	1	1	1
Minerais <sup>2</sup>	1	1	1	1	1
Calcário calcítico	0,7	1	1	1	1
Fosfato Bicálcico	3	2	2	0	0
Lisina	3,84	3,71	3,6	3,36	2,9
Metionina	1,56	1,55	1,55	1,72	1,56
Sal comum	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Material inerte (areia)	0	0,26	0,72	2,81	3,53
Composição da dieta (%)					
Massa seca <sup>4</sup>	95	94,72	95,81	95,44	94,61
Proteína Bruta <sup>4</sup>	36,49	35,62	34,83	35,93	35,75
Lisina <sup>3</sup>	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80
Metionina <sup>3</sup>	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
Metionina + Cistina <sup>3</sup>	0,27	0,27	0,28	0,28	0,30
Treonina <sup>3</sup>	1,27	1,29	1,28	1,29	1,28
Triptofano <sup>3</sup>	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Valina <sup>3</sup>	1,63	1,66	1,66	1,70	1,74
Isoleucina <sup>3</sup>	1,44	1,45	1,44	1,44	1,41
Leucina <sup>3</sup>	2,51	2,55	2,54	2,59	2,63
Fenilalanina <sup>3</sup>	1,69	1,69	1,66	1,64	1,56
Histidina <sup>3</sup>	0,90	0,91	0,90	0,90	0,89
Arginina <sup>3</sup>	2,15	2,15	2,11	2,08	1,98
Lipídio <sup>4</sup>	6,48	6,44	6,87	5,95	5,25
Fibra em detergente Neutro <sup>4</sup>	15,76	15,45	15,31	15,65	13,22
Extrativos não nitrogenados <sup>4</sup>	33,54	34,23	33,48	31,22	31,83
Matéria Mineral <sup>4</sup>	7,73	8,26	9,51	11,25	13,95
Relação EM/PB	87,20	90,16	92,13	89,29	90,95
Cálcio <sup>4</sup>	1,22	1,23	1,36	1,15	1,70
Fósforo <sup>4</sup>	1,03	1,00	1,14	1,07	1,66
Relação Ca/P	1,19	1,23	1,19	1,07	1,02
Energia metabolizável estimada (kcal/kg) <sup>5</sup>	3182	3212	3209	3208	3251

<sup>1</sup>Dieta ajustada a partir de Lazzari et al. (2008). <sup>2</sup> Composição da mistura vitamínica e mineral (Mig Fish 1% de inclusão/Mig Plus®): Ác. Fólico: 299,88mg, Ác. Pantotênico: 3000mg, Cobalto: 60mg, Cobre: 1000mg, Colina: 103.500 mg, Ferro: 6.416mg, Biotina: 0,06 mg, Iodo: 45,36mg, Manganês: 8000,40mg, Magnésio: 5,10%, Selênio: 60,30mg, Vit. A: 1.000.000UI, Vit. B1: 1500,38 mg, Vit. B2: 1500mg, Vit. B6: 1500,38 mg, Vit. C: 15000 mg, Vit. D: 240.000 UI, Vit. E: 10.000 mg, Vit. K: 400 mg, Zinco: 14000mg, Inositol 10000 mg, Niacina 9000 mg, enxofre 0,01%, cloro 2,30%. <sup>3</sup> Calculado a partir das análises dos ingredientes. <sup>4</sup> Analisada- Laboratório de Piscicultura – DZ/UFMS. <sup>5</sup> Energia Metabolizável(EM) estimada a partir dos valores fisiológicos padrões, i.e., 4 Kcal/g para proteínas e carboidratos digestíveis; 9 kcal/g para lipídios (LEE e PUTNAM, 1973; SHYONG et al., 1998). FCJCV: Farinha de carcaça de jundiás com vísceras; BHT: antioxidante. CPS: concentrado proteico de soja.

Diariamente, a qualidade da água era monitorada por meio de análises de temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L), usando oxímetro digital (YSI 550), e semanalmente, foram aferidos os demais parâmetros como pH, alcalinidade (mg/L CaCO<sub>3</sub>), dureza (mg/L CaCO<sub>3</sub>), amônia (mg/L) e nitrito (mg/L) com o auxílio de kits colorimétricos. A água utilizada para as análises foi coletada na entrada do primeiro filtro biológico, sempre pela manhã antes da limpeza diária. Todos os parâmetros se mantiveram dentro da faixa adequada para a espécie estudada, segundo Baldisserotto e Silva (2004). A água utilizada para o experimento era proveniente de poço artesiano.

Neste estudo, foram testados cinco diferentes dietas, em três repetições, com níveis diferentes (0 3,75 7,5 15 e 30%) de incorporação de farinha de carcaça de jundiás com vísceras (FCJCV). As dietas foram formuladas para conter 37% PB e 3200 kcal EM/kg de dieta (MEYER e FRACALOSSO, 2004).

As rações foram preparadas no Laboratório de Piscicultura quando os ingredientes secos foram moídos, pesados e misturados em amassadeira elétrica. Quando bem homogêneos, adicionou-se o óleo se necessário, misturando-se novamente até a completa homogeneização. Então foi adicionada água (40%) à temperatura ambiente. A mistura úmida foi peletizada em moedor de carne e seca em estufa com circulação de ar forçada a 50°C por 24 horas. Após secas, as rações foram armazenadas em freezer (-18°C) até o momento de fornecimento aos animais. Ao final do experimento, foi feita a composição centesimal (matéria seca, cinzas, lipídio e fibra em detergente neutro) das rações experimentais.

Os animais foram alimentados três vezes ao dia (9, 13 e 17 horas) com alimentação restrita. Na primeira e segunda semana receberam 6% do peso vivo (PV); na terceira semana 5% PV; na quarta semana 4,5% PV; na quinta e sexta semanas 4% PV; na sétima e oitava semanas 3,5% PV, estes ajustes foram feitos devido à redução do consumo em consequência da diminuição da temperatura da água. A cada duas semanas, foi feita uma biomassa quando todos os peixes das unidades experimentais foram pesados conjuntamente para ajuste da ração fornecida. A cada quatro semanas, foram realizadas biometrias onde os animais eram medidos e pesados individualmente para avaliar seu crescimento, ajuste da ração e coleta de amostras. Os animais foram anestesiados por hipotermia em solução de água e gelo (1:1) e abatidos por secção medular. Para a biometria, os animais permaneceram 12 horas em jejum para que não houvesse influência de ração no trato gastrointestinal. Foi utilizado o anestésico eugenol na proporção de 0,2 ml/ litro de água (CUNHA et al., 2010) para amenizar o estresse provocado pelo manejo nas biometrias e facilitar o manuseio dos animais.

A análise de composição centesimal foi realizada a partir da coleta inicial de uma amostra de 30 peixes e a cada quatro semanas (dois peixes por unidade experimental), tendo sido obtidos dados de umidade, proteína, lipídio e cinzas. Estas análises foram realizadas seguindo metodologias recomendadas pela AOAC (1995), e quanto ao lipídio, ele foi extraído e quantificado pelo método de Bligh e Dyer (1959).

A partir dos resultados de proteína e lipídio, foram calculados os índices de deposição de proteína e lipídio corporal: Deposição de proteína corporal (g):  $DPC = [Pf * (\%PBCf / 100)] - [Pi * (\%PBCi / 100)]$ ; Deposição de lipídio corporal (g):  $DGC = [Pf * (\%GCf / 100)] - [Pi * (\%GCI / 100)]$ ; sendo PBCi = proteína corporal inicial; PBCf = proteína corporal final; PBC: proteína bruta da dieta; GCI: lipídio corporal inicial; e GCf: lipídio corporal final.

O acompanhamento do crescimento e a estimativa do consumo de ração pelos animais foram obtidos a cada quatro semanas através de biometrias em que foram coletados os seguintes dados: Peso: peso do peixe inteiro (g); Comprimento padrão e total: medida da extremidade da cabeça até a inserção da nadadeira caudal e até o final da nadadeira caudal (cm); Sobrevivência (%); Fator de condição:  $FC = (\text{Pesox}100)/(\text{Comprimento total}^3)$ ; Taxa de crescimento específico (%/dia):  $TCE = (\ln(\text{peso final}) - \ln(\text{peso inicial}))/\text{dias} * 100$ ; Conversão alimentar aparente:  $CAA = (\text{consumo total})/(\text{biomassa final} - \text{biomassa inicial})$ ; Ganho em peso diário (g): e  $GPD = (\text{peso final} - \text{peso inicial})/\text{dias}$ ; Biomassa total em (g).

Os dados de peso de carcaça, peso de trato digestivo, comprimento de trato digestivo, peso da gordura visceral e peso de fígado foram coletados de dois peixes/caixa (8 peixes/tratamento), abatidos e eviscerados no início, na quarta e oitava semanas experimentais. A partir destes resultados, foram calculados os seguintes parâmetros: Rendimento de carcaça (%):  $RC = ((\text{peso eviscerado com cabeça e brânquias}) / (\text{peso inteiro})) * 100$ ; Índice digestivo somático (%):  $IDS = ((\text{peso trato}/\text{peso inteiro}) * 100)$ ; Índice hepato somático (%):  $IHS = (\text{peso fígado}/\text{peso inteiro}) * 100$ ; Índice de gordura visceral (%):  $IGV = (\text{peso da gordura visceral}/\text{peso inteiro}) * 100$ ; e Taxa de eficiência proteica (TEP) = ganho em peso/quantidade de proteína consumida.

Para a análise estatística, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco níveis (dietas) e três repetições. Inicialmente, todos os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, sendo considerados de distribuição normal aqueles dados que apresentaram  $P > 0,05$ . Posteriormente, foi feita análise de regressão em que foi utilizado o teste de Dunnett em nível de 5% de significância. Todas as análises foram realizadas utilizando o pacote estatístico SAS (2001).

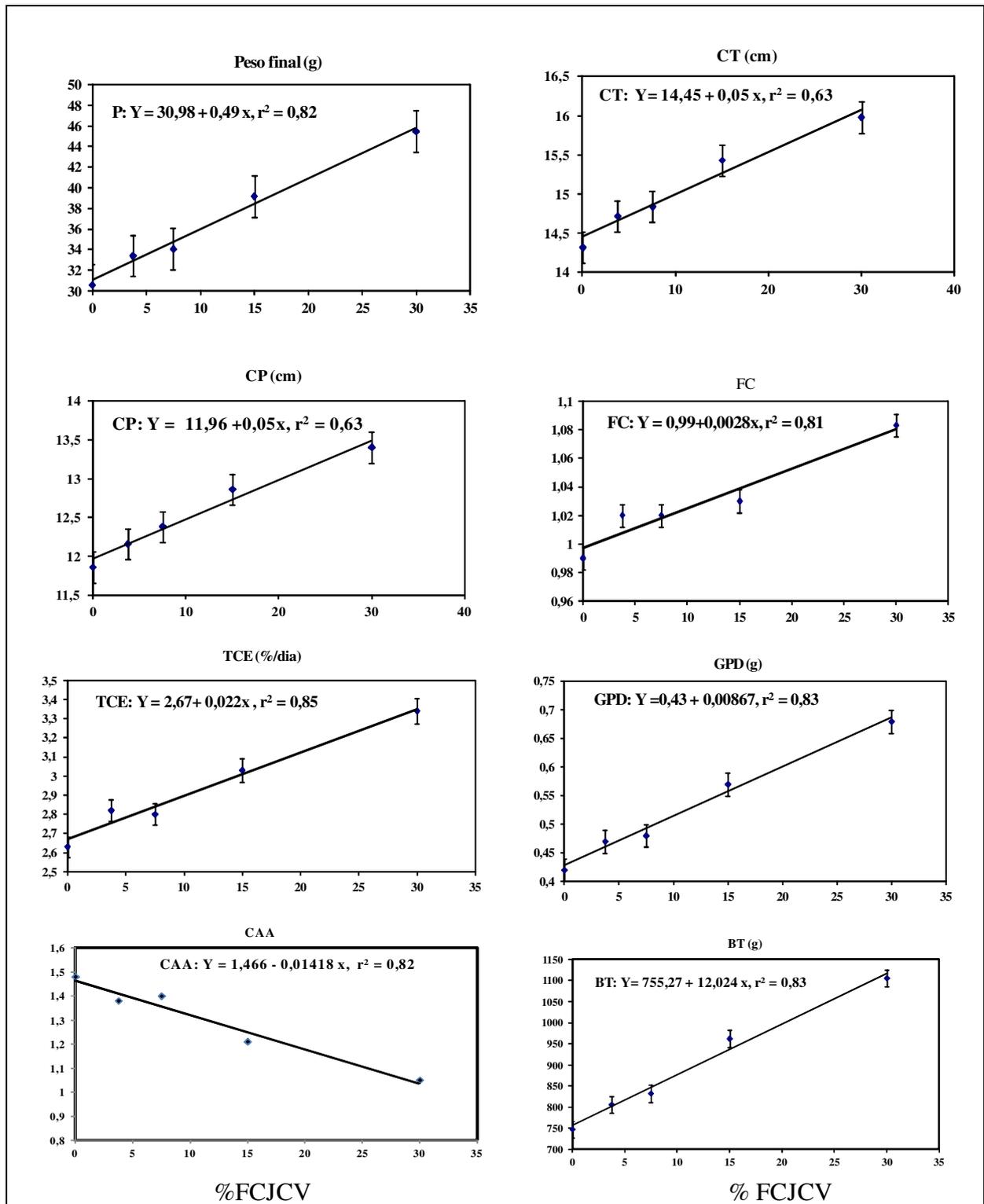
### 3 Resultados e discussão

Os parâmetros de qualidade da água se mantiveram em condições consideradas adequadas para a criação do jundiá (*Rhamdia quelen*) (BALDISSEROTTO e SILVA, 2004). A temperatura média da água foi 20,76°C, o oxigênio dissolvido 6,59 mg/L, pH 7,3, alcalinidade 37,7 mg/L CaCO<sub>3</sub>, dureza 37 mg/L CaCO<sub>3</sub>, amônia 0,30 mg/L e o nitrito 0,05 mg/L.

Ao final do período experimental (8 semanas), foi observado um melhor desempenho dos animais conforme o aumento do nível de inclusão da farinha de carcaça de jundiás com vísceras (FCJCV) na dieta. O maior peso final foi para o nível 30% de inclusão de FCJCV, com peso inicial de 7,02 g e peso final de 45,47 g. O ganho em peso diário foi de 0,68 g. O pior resultado foi para o menor nível de inclusão da FCJCV (0%), com peso final de 30,57 g e ganho em peso diário de 0,42 g/dia (Figura 1). O comprimento total (CT) e o comprimento padrão (CP) seguiram a mesma tendência do ganho de peso, com maiores CT e CP observados com o aumento dos níveis de inclusão da FCJCV.

Pela formulação da dieta (Tabela 1), pode-se observar uma maior quantidade de lisina nos tratamentos em que foi adicionado maior percentual da farinha de resíduo de peixe (30% FCJCV), o que pode ter contribuído para o melhor desempenho dos animais. Às outras dietas, foram adicionados aminoácidos sintéticos para suprir a exigência, mas como eles podem ser mais rapidamente absorvidos no trato gastrintestinal do que os aminoácidos ligados a proteínas (NRC, 2011), eles podem ter levado a um resultado ser inferior. Outro fator que pode influenciar a utilização dos aminoácidos sintéticos pelos peixes está relacionado à alta taxa de lixiviação, como observado por Zarate e Lovell (1997), que constataram lixiviação de 13% da lisina sintética da dieta 15 segundos após o contato com a água, enquanto apenas 2% da lisina ligada à proteína foi lixiviada.

À dieta 30% FCJCV, não foi adicionado óleo de soja, pois a quantidade de energia foi suprida apenas com o percentual de óleo contido na FCJCV e isso também pode ter contribuído para aumentar o desempenho visto o óleo de peixe de água doce ser caracterizado por altas proporções de n-6 PUFA, especialmente ácido linoleico e ácido araquidônico (SOUZA et al., 2007), essenciais para o bom desenvolvimento dos peixes.



**Figura 1** - Parâmetros zootécnicos dos jundiás após 8 semanas experimentais.

Tratamentos: 0%, 3,75 %, 7,5 %, 15 % e 30% de FCJCV; farinha de carcaça de jundiás com vísceras. Variáveis: Peso final (g);CT: comprimento total; CP: comprimento padrão; GPD: ganho em peso diário TCE: taxa de crescimento específico; FC: fator de condição; CAA: conversão alimentar aparente; BT: biomassa total; Efeito linear: P:  $Y = 30,99 + 0,49x, r^2: 0,82$ ; CT:  $Y = 14,45 + 0,05x, r^2: 0,63$ ; CP:  $Y = 11,96 + 0,05x, r^2: 0,63$ ; FC:  $Y = 0,99 + 0,00273x, r^2: 0,81$ ; GPD:  $Y = 0,43 + 0,0087x, r^2: 0,83$ ; TCE:  $Y = 2,67 + 0,022x, r^2: 0,85$ ; CAA:  $Y = 1,08 - 0,009x, r^2: 0,80$ ; BT:  $Y = 755,27 + 12,02x, r^2: 0,83$ .

Nos tratamentos com menor nível de inclusão, foi observada uma menor busca pelo alimento quando ele era ofertado e uma maior quantidade de resíduos nas unidades experimentais. A farinha de carcaça com vísceras oferece uma maior palatabilidade à ração, em decorrência disso, ocorreu um consumo mais rápido de toda a ração ofertada, conseqüentemente, um melhor aproveitamento desta dieta. As rações foram oferecidas para todos os tratamentos na mesma proporção e controladas conforme o consumo dos animais. Coldebella e Radünz Neto (2002) relatam que muitos estudos nutricionais em peixes têm demonstrado que a palatabilidade das rações pode determinar sua ingestão, rejeição ou mesmo um menor consumo de alimento, tendo concluído que as sobras de ração foram mais acentuadas à medida que foram aumentados os níveis de inclusão de farelo de soja nas rações, constatando-se um menor consumo de alimento pelos peixes.

A taxa de crescimento específico (TCE) apresentou melhores valores para o nível de 30% de inclusão de FCJCV (3,34%/dia) em relação ao nível de 0% FCJCV (2,63%/dia) (Figura 1). Lazzari et al. (2006), testando dieta formulada com soja como fonte proteica principal, encontraram TCE de 2,0 %/dia, semelhante à encontrada neste estudo (2,63%/dia) no tratamento 0% de FCJCV, composto de farelo de soja e concentrado proteico de soja como fontes proteicas principais.

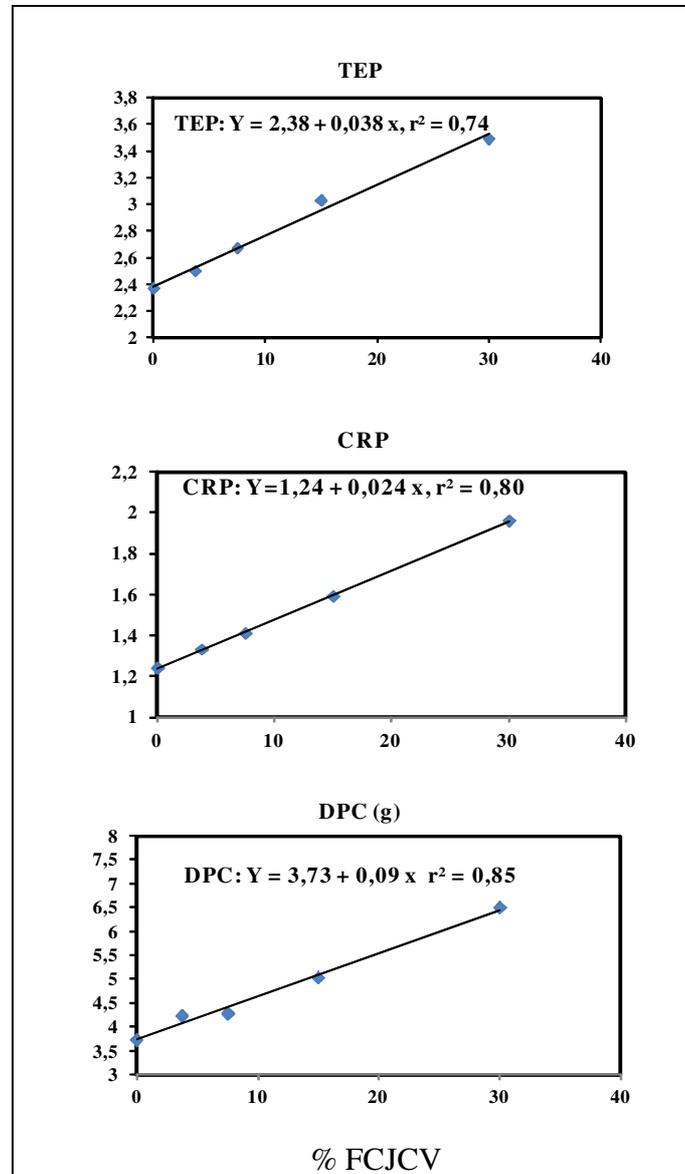
A conversão alimentar aparente (CAA) variou com a inclusão de FCJCV, tendo o aumento da inclusão de FCJCV feito com que a CAA se reduzisse (Figura 1). A dieta com 30% FCJCV obteve CAA de 1,05: 1 e a dieta com 0% FCJCV, CAA de 1,48: 1, valores considerados bons. Lazzari et al. (2007) encontraram valores de conversão alimentar para o tratamento com farinha de peixe e farelo de soja de 1,3:1, considerando este valor muito bom por se tratar de um peixe onívoro. Estes valores foram encontrados provavelmente devido a um ótimo controle de arraçãoamento, em que os animais alimentados com a dieta 30% FCJCV poderiam ter recebido uma quantidade maior de alimento e com isso pode ter havido um ganho compensatório de peso.

A Biomassa total inicial era de 210,62 g, ao final das 8 semanas experimentais, ela variou de 747,36 g no nível de 0% de FCJCV a 1.105,45 g no nível de 30% de FCJCV (Figura 1). A composição centesimal não variou muito entre os tratamentos, apenas foi observado um maior percentual de proteína no tratamento 30%FCJCV.

O índice hepatossomático (Tabela 2) aumentou com o aumento da incorporação da farinha de resíduo de peixe. Segundo Faria et al.,2001, o aumento do índice hepatossomático pode estar relacionado com a necessidade de metabolização da proteína animal incluída nas rações, acarretando maior atividade do fígado e, conseqüentemente, aumento no tamanho



parâmetros, tendo sido o aumento linear no nível de 30%FCJCV (1,96%) e redução no nível 0%FCJCV (1,24%), conforme o aumento da inclusão da FCJCV.



**Figura 2.** Índices de deposição de proteína corporal de juvenis de jundiás após 8 semanas experimentais.

Tratamentos: 0%, 3,75 %, 7,5 %, 15 % e 30% de FCJCV: farinha de carcaça de jundiás com vísceras (eixo X); Variáveis: DPC: deposição de proteína corporal; TEP= taxa de eficiência proteica; CRP= coeficiente de retenção proteica;

A farinha de peixe e seus subprodutos como a farinha de peixe proveniente de resíduos de processamento de pescado são importantes fontes proteicas na alimentação de peixes, sendo necessários estudos visando à determinação do nível ideal do seu uso nas rações

para as diversas espécies utilizadas em aquicultura, em suas distintas fases de desenvolvimento (FARIA et al., 2001).

O crescimento da aquicultura como agroindústria e a intensificação de estratégias de produção condicionaram a busca por ingredientes de alta qualidade que permitam a formulação e o processamento de dietas nutricionalmente completas e economicamente viáveis, maximizando a produção de pescado e minimizando o impacto ambiental de sistemas de produção (CYRINO et al., 2010).

#### **4 Conclusão**

A utilização da farinha de resíduos de processamento de jundiá no nível de 30% de incorporação na dieta foi a que apresentou a maior eficiência alimentar de juvenis de jundiá.

#### **5 Agradecimentos**

Os autores agradecem à Capes pela bolsa de Mestrado do primeiro autor e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa do Prof. João Radünz Neto e pela bolsa de iniciação científica da aluna Isadora Liberalesso de Freitas.

#### **6 Referências Bibliográficas**

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. Washington, 16 ed., 1995. 1137p.

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

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

BOMFIM, M. A. D. et al. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.1, p.1-8, 2010.

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

CORRÊIA, V. et al. Crescimento de jundiá e carpa húngara criados em sistema de recirculação de água. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1533-1539, 2009.

CYRINO, J.E.P. et al. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, p.68-87, 2010.

CUNHA, M.A. et al. Anesthesia of silver catfish with eugenol: time of induction, cortisol response and sensory analysis of fillet. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.10, p. 2107-2114, 2010.

FARIA, A.C.E.A. et al. Farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), linhagem tailandesa. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 903-908, 2001.

FONTINELLI, E.; RADÜNZ NETO, J. Efeito do concentrado proteico de soja em rações, com e sem suplementação em aminoácidos, para pós-larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p.225-229, abr-jun, 2007.

FURUYA, W.M. et al. Exigências de lisina digestível para juvenis de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.937-942, 2006.

GODOY, H.B.R. et al. O uso da silagem de subprodutos da filetagem de peixe na alimentação de suínos em crescimento – parâmetros séricos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 45, n. 6, p. 429-436, 2008.

GUILHERME, R.F.; CAVALHEIRO, J. M. O.; SOUZA, P. A. S. Caracterização química e perfil aminoácídico da farinha de Silagem de cabeça de camarão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 793-797, 2006.

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**, Amsterdam, V.133, p.257-274, 1995.

LAZZARI, R. et al. Diferentes fontes proteicas para a alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.240-246, 2006.

LAZZARI, R. et al. Alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*, Heptateridae) com ingredientes proteicos. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 56, n.214, p. 115-123, 2007.

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**, Belo Horizonte, v.60, n.2, p.477-484, 2008.

LEE, D.J.; PUTNAM, G.B. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.103, p.916-922, 1973.

LOSEKANN, M.E. et al. Alimentação do jundiá com dietas contendo óleos de arroz, canola ou soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p.225-230, 2008.

MEYER, G.; FRACALOSSI, D.M. Protein requirement of jundiá fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, Amsterdam, v.240, p.331-343, 2004.

MEURER, F. et al. Farelo de soja na alimentação de tilápias-do-nilo durante o período de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.5, p.791-794, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, D.C. 376p. 2011.

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

PAVANELLI, G.C. et al. **Doenças de peixes, profilaxia, diagnóstico e tratamento**. Maringá: Nupélia, 268 p., 1998.

PEDRON, F.A. et al. Cultivo de jundiás alimentados com dietas com casca de soja ou de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p.93-98, 2008.

PIMENTA, M.E.S.G. et al. Desempenho produtivo e digestibilidade pela Tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) alimentada com dietas suplementadas com níveis crescentes de silagem ácida de pescado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1953-1959, nov./dez., 2008.

RADÜNZ NETO, J.; KOHLER, C.C.; LEWIS, W.M. Water re-use system of fingerling fishes in Brasil with emphasis on South American catfishes (*Rhamdia quelen* and *R. sapo*). **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.64, p.2-6, 1987.

SHYONG, W.J.; HUANG, C.H.; CHEN, H.C. Effects of dietary protein concentration on growth and muscle composition of juvenile *Zacco barbata*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.167, p.35-42, 1998.

SOUZA, S.M.G.; ANIDO, R.J.V.; TOGNON, F.C. Ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 na nutrição de peixes – fontes e relações. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.6, n.1, p. 63-71, 2007.

SAS. **Statistical Analysis System**. User's Guide. Version 8.02. SAS Institute INC. North Caroline, SAS, 2001. 3864p.

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

TEIXEIRA, E.A. et al. Substituição de farinha de peixes em rações para peixes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.118-125, 2006.

VEIVERBERG, C.A. et al. Teores de proteína bruta em dietas práticas para juvenis de carpa capim. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.62, n.5, p.1241-1249, 2010.

ZARATE, D.D.; LOVELL, R.T. Free lysine (L-lysine.HCl) is utilized for growth less efficiently than protein-bound lysine (soybean meal) in practical diets by young channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.159, p.87-100, 1997.

## 6. CAPÍTULO III

### **INCORPORAÇÃO DE FARINHAS DE RESÍDUOS DE JUNDIÁ NA DIETA: BIOQUÍMICA SÉRICA, PARÂMETROS HEPÁTICOS E DIGESTIVOS<sup>1</sup>**

SUZETE ROSSATO<sup>2</sup>

ALEXANDRA PRETTO<sup>3</sup>

ISADORA LIBERALESSO<sup>4</sup>

EDUARDO KELM BATTISTI<sup>5</sup>

RAFAEL LAZZARI<sup>6</sup>

JOÃO RADÜNZ NETO<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

<sup>2</sup>Zootecnista, aluna do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Santa Maria, RS. suzeterossato@yahoo.com.br.

<sup>3</sup> Zootecnista, Mestre, aluna do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. ale.pretto@yahoo.com.br.

<sup>4</sup>Aluna de graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. isadora\_if@hotmail.com.

<sup>5</sup> Aluno de graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. ekbattisti@hotmail.com

<sup>6</sup> Zootecnista, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas / CESNORS, Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. rlazzari@ufsm.br.

<sup>7</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Professor Associado do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM 97105-900 Santa Maria, RS. jradunzneto@smaail.ufsm.br.

Aprovado no Comitê Interno de Ética em Experimentação Animal da UFSM com Parecer: nº 86/2010.

#Artigo submetido à revista Ciência Rural.

## **Incorporação de farinhas de resíduos de jundiá na dieta: bioquímica sérica, parâmetros hepáticos e digestivos**

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi analisar a influência da adição de farinha de resíduos de processamento de jundiás na dieta destes peixes e sua influencia na bioquímica sérica, parâmetros hepáticos e digestivos. No experimento I, foram comparadas a farinha de carne e ossos suína (FCO), substituída por: farinha de carcaça de jundiás com vísceras (FCJCV), farinha de carcaça de jundiá sem vísceras (FCJSV) e farinha de jundiás peixe inteiro (FJPI). No experimento II, foram comparados os níveis de inclusão FCJCV (0; 3,75; 7,5; 15; e 30%). No plasma, foram quantificados proteínas totais circulantes, colesterol total, triglicérides, glicose, albumina e aminoácidos. No fígado, foram analisados glicose, amônia, proteínas totais, glicogênio, aminoácidos e transaminases. No estômago e intestinos, foi determinada a atividade de protease ácida, tripsina e quimotripsina. No plasma, a glicose teve maior índice para FCO. Os aminoácidos livres e o colesterol aumentaram com o aumento do nível de incorporação de FCJCV. Para os parâmetros hepáticos, a alanina aminotransferase (ALT) foi mais elevada no tratamento FCO. A incorporação de farinhas de resíduos de jundiá à dieta altera a bioquímica sérica, os parâmetros hepáticos e digestivos dos juvenis de jundiá, porém estas alterações não influenciaram na saúde nem no crescimento dos peixes.

**Palavras chave:** *Rhamdia quelen*. Farinha de peixe. Crescimento. Atividade enzimática.

## **Incorporation of waste meal of jundiá in the diet: serum biochemistry, liver and digestive parameters**

**Abstract:** The aim of this study was to analyze the influence of the addition of processing waste meal of jundiá in the diet on serum biochemistry, liver and digestive parameters. In experiment I (Exp.I) we compared the use of meat and swine bone meal (FCO), jundiá carcass meal with viscera (FCJCV), jundiá carcass meal without viscera (FCJSV) and jundiá meal with whole fish (FJPI). In experiment II (Exp.II) we used different FCJCV levels (0, 3.75, 7.5, 15, and 30%). In plasma we quantified circulating total protein, total cholesterol, triglycerides, glucose, albumin and amino acids. In the live we analyzed glucose, ammonia, total protein, glycogen, amino acids and transaminases. In the stomach and intestines, we determined the acidic protease, trypsin and chymotrypsin activities. In plasma, glucose had a higher rate for FCO. The free amino acids and cholesterol increased with increasing level of FCJCV incorporation. For the liver parameters, alanine aminotransferase (ALT) was higher in the FCO treatment. The incorporation of jundiá waste meal in the diet changed the serum biochemistry as well as plasmatic and digestive parameters of juvenile jundiá, but these changes did not influence the health or growth of fish.

**Keywords:** *Rhamdia quelen*. Fish meal. Growth. Enzyme activity.

## 1 Introdução

A produção de farinhas de pescado, além de suprir uma demanda cada vez maior por proteína animal de qualidade para a nutrição de organismos aquáticos, também reduz em grande parte o descarte e a poluição do meio ambiente (FARIA et al., 2001). O uso desses subprodutos é uma alternativa para minimizar a escassez de produtos de origem proteica, já que eles podem ser usados na alimentação de peixes, aves e como biofertilizante para hortaliças (GODOY et al., 2008).

É possível avaliar o estado nutricional e de saúde dos peixes (HIGUCHI et al., 2011) por meio de análise das características hematológicas, pois o sangue é um dos tecidos mais dinâmicos do organismo, refletindo alterações dietárias. O conhecimento dos valores médios dos parâmetros hematológicos em ambiente natural e em cativeiro, nos mais diversos sistemas de criação comercial, sob condições de homeostase e de estresse, é importante para identificar as alterações fisiológicas, derivadas da nutrição e de fatores ambientais, como a temperatura, que possam interferir na hematopoiese (ARAÚJO et al., 2011). Para avaliar a resposta animal a um determinado alimento, podem-se utilizar alguns parâmetros séricos como indicativos, entre eles, a proteína total, triglicerídeos e colesterol total (GODOY et al., 2008).

A capacidade digestiva pode ser definida como a habilidade do animal em secretar enzimas no trato digestório capazes de hidrolisar polímeros presentes nos alimentos até seus respectivos monômeros. O conhecimento de cada enzima presente no trato, sua caracterização e quantificação da atividade enzimática podem contribuir para a elaboração de programas alimentares eficientes. A atividade enzimática normalmente está relacionada com o hábito alimentar da espécie (COSTA et al., 2011). O estudo bioquímico-enzimático das enzimas digestivas é imprescindível para o melhor entendimento da fisiologia da digestão e do metabolismo dos nutrientes. Essas informações geram subsídios para trabalhos na área de nutrição e possibilitam ajustes mais precisos na elaboração de dietas (BRAGA et al., 2004). Este trabalho tem como objetivo analisar a influência na bioquímica sérica, nos parâmetros hepáticos e digestivos da adição de farinha de resíduo de processamento de jundiás à dieta.

## 2 Material e métodos

Os estudos foram desenvolvidos no Laboratório de Nutrição de peixes, setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (altitude 95m, 29°43'S, 53°42'W). Os dados foram coletados de dois experimentos com 8 semanas experimentais realizados no período de dezembro de 2010 a junho de 2011.

No experimento I, em delineamento ao acaso, comparou-se a utilização de quatro dietas (com quatro repetições), todas com 30% de inclusão de farinha de origem animal. Os tratamentos testados foram dieta controle composta de farinha de carne e ossos suína (FCO) substituída por farinhas de resíduos de processamento de jundiá: farinha de carcaça de jundiás com vísceras (FCJCV), farinha de carcaça de jundiá sem vísceras (FCJSV) e farinha de jundiás peixe inteiro (FJPI). Para esta última dieta, foram utilizados peixes considerados pequenos para a filetagem, visando avaliar a viabilidade de utilização destes resíduos e qual seria o desempenho dos animais, em quatro repetições. No experimento II, também ao acaso, testou-se a dieta que apresentou o melhor resultado no experimento anterior (FCJCV), em diferentes níveis (0; 3,75; 7,5; 15; e 30%) de inclusão de farinha de carcaça de jundiás com vísceras, com 3 repetições, objetivando reduzir o nível de inclusão deste ingrediente na dieta. As dietas foram formuladas para conter 37% PB e 3200 kcal EM/kg, seguindo recomendações de Meyer e Fracalossi (2004).

Anteriormente às biometrias, os animais permaneceram 12 horas em jejum para que não houvesse influência da ração no trato gastrointestinal. Para amenizar o estresse provocado pelo manejo nas biometrias e facilitar o manuseio dos animais, foi utilizado o anestésico eugenol, na proporção de 0,2 ml/litro de água. As biometrias foram realizadas no início, quarta e oitava semanas experimentais para coleta de tecidos (fígado, estômago e intestinos) e sangue.

Para a coleta das amostras de sangue, os peixes foram anestesiados com eugenol, na proporção de 0,2 ml/litro de água, posteriormente abatidos por punção cervical. As amostras de sangue foram coletadas por punção da veia caudal com seringas heparinizadas e centrifugadas para a obtenção do plasma que foi utilizado para quantificação dos níveis plasmáticos de proteínas totais circulantes, colesterol total, triglicerídeos, glicose e albumina, tendo sido utilizados para estes testes kits colorimétricos comerciais. Para a análise de Aminoácidos no plasma, foi utilizada a metodologia de Spies (1957).

Após abatidos, o fígado foi coletado e fracionado em amostras de 50mg de tecido. A glicose foi quantificada pelo método de Dubois et al. (1956), a amônia, pelo método de Verdouw et al. (1977), e as proteínas totais, pelo método de Bradford (1976). Para a análise do glicogênio, utilizou-se a mesma técnica usada para a quantificação da glicose hepática (DUBOIS et al., 1956). Os aminoácidos foram quantificados pela metodologia de Spies (1957), as transaminases, aspartato aminotransferase (AST) e alanino aminotransferase (ALT) foram quantificadas através de kits colorimétricos comerciais.

Para as análises enzimáticas, o trato digestório foi coletado, medido, pesado e dissecado em estômago e intestino. A protease ácida foi quantificada pela metodologia de Hidalgo et al. (1999), a tripsina e a quimotripsina foram analisadas pela metodologia descrita por Hummel (1959). A proteína do estômago e intestinos foi analisada pelo método de Lowry (1951).

Os dados foram submetidos a testes de normalidade de Shapiro-Wilk, sendo considerados de distribuição normal aqueles dados que apresentassem  $P > 0,05$  após análise de variância. As médias no Experimento I foram comparadas pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ) e no Experimento II, utilizou-se o teste de Dunnett em nível de 5% de significância. Todos os valores foram expressos como média  $\pm$  erro-padrão da média.

### **3 Resultados e discussão**

Os parâmetros de qualidade da água se mantiveram dentro dos limites adequados para a espécie estudada (BALDISSEROTTO e SILVA, 2004). Na bioquímica sérica, a glicose apresentou maior índice para o tratamento controle (FCO). A glicose, albumina e proteína no plasma (Tabela 1) foram semelhantes às encontradas por Higushi et al. (2011), que encontraram 92,73 mg/dL, 4,36 g/dL, 6,32 mg/mL, respectivamente, utilizando níveis de 35% de PB e 3500 Kcal/kg ED.

A glicose plasmática apresentou níveis reduzidos para os animais alimentados com a dieta composta por FCJSV. Segundo Borges et al.(2004), níveis de glicose plasmática na faixa de 65 mg dl<sup>-1</sup> são considerados normais para jundiás. A redução da glicose no plasma pode ser justificada, em parte, pelo consumo dos tecidos e para auxiliar na síntese do glicogênio hepático e muscular (VIEIRA et al., 2006).

Os aminoácidos livres no plasma e o colesterol plasmático (Tabela 1) aumentaram linearmente com o aumento do nível de incorporação de farinha de resíduos de jundiá na dieta, mas estão dentro da faixa considerada normal para o jundiá, segundo Borges et al. (2004). O colesterol, do ponto de vista metabólico, tem grande importância, pois é componente de miomembranas e lipoproteínas, e ainda atua como precursor da vitamina D<sub>3</sub>, da síntese de ácidos biliares e de hormônios esteroidais (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; VEIVERBERG et al., 2008). Estes resultados podem ter relação com a limitação da digestibilidade de ingredientes vegetais pelo jundiá (RODRIGUES et al., 2011), pois, conforme foi substituída a fonte de origem animal pela fonte de origem vegetal, houve redução nos índices plasmáticos, por isso a inclusão de fontes de origem animal na nutrição do jundiá é uma alternativa viável para melhorar seu aproveitamento proteico.

**Tabela 1-** Bioquímica sérica dos jundiás após 8 semanas experimentais

Variáveis	FCO	FCJCV	FCJSV	FJPI	P
TG (mg/dl)	346,40±154,15	372,98±88,13	344,18±42,17	266,10±133,35	0,69
AA (mm/dl)	4,61±1,06	4,00±1,19	3,88±1,53	4,73±1,50	0,75
ALB (g/dl)	0,56±0,17	0,61±0,21	0,62±0,08	0,63±0,27	0,95
COL (mg/dl)	223,10±16,74	228,19±76,98	257,20±67,37	202,95±6,98	0,65
PT (g/dl)	4,13±0,30	3,94±0,61	3,34±0,54	4,11±0,47	0,14
GLI (mg/dl)	91,83±7,22 <sup>a</sup>	63,13±8,13 <sup>ab</sup>	57,43±20,01 <sup>b</sup>	66,39±12,56 <sup>ab</sup>	0,04

Variáveis	FCJCV					P
	0	3,75	7,5	15	30	
TG (mg/dl)	340,21±42,02	508,08±69,93	436,81±75,82	569,04±248,86	578,32±111,60	0,09
AA (mm/dl)	4,22±0,46	5,39±0,68*	5,25±1,29*	7,12±2,95*	8,68±0,77*	0,0026
ALB (g/dl)	0,54±0,03	0,52±0,03	0,56±0,11	0,62±0,09	0,59±0,05	0,2
COL (mg/dl)	108,09±11,89	109,65±13,47*	125,02±23,19*	164,66±39,49*	168,84±19,42*	0,0143
PT (g/dl)	2,66±0,18	2,98±0,29	2,39±0,05	2,66±0,31	2,84±0,42	0,16
GLI (mg/dl)	48,69±4,94	54,09±11,83	72,83±31,64	55,05±1,99	94,12±22,27	0,087

Valores expressos como média ± erro-padrão da média. Médias com letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05). \* Média assinalada com \* apresentam diferença significativa em relação ao tratamento controle (0%) pelo teste de Dunnett P<0,05. Tratamentos: FCO: farinha de carne e ossos; FCJCV: farinha de carcaça de jundiá com vísceras; FCJSV: farinha de carcaça de jundiás sem vísceras; FJPI: farinha de jundiá peixe inteiro, 0%, 3,75 %, 7,5 %, 15 % e 30% de FCJCV. Parâmetros: TG: triglicerídeos; AA: aminoácidos; ALB: albumina; COL: colesterol total; PT: proteínas totais; GLI: glicose. Efeito linear: TG:  $Y = 412,9 + 7,60 x$ ,  $r^2 = 0,26$ ; AA:  $Y = 4,403 + 0,16x$ ,  $r^2 = 0,61$ ; ALB:  $Y = 0,55 + 0,029x$ ,  $r^2 = 0,16$ ; PT:  $Y = 2,59 + 0,011x$ ,  $r^2 = 0,18$ ; Gli:  $Y = 52,21 + 1,11x$ ,  $r^2 = 0,26$ . Efeito cúbico: COL:  $Y = 103,98 + 2,14x - 0,12x^2$ ,  $r^2 = 0,61$ .

A composição bioquímica do plasma sanguíneo mostra a situação metabólica dos tecidos animais, sendo, por meio dela, possível detectar alterações no funcionamento dos órgãos e a adaptação do animal diante dos desafios nutricionais, fisiológicos e desequilíbrios metabólicos, específicos ou de origem nutricional (HIGUCHI et al., 2011).

A maioria dos parâmetros hepáticos (Tabela 2) dos juvenis de jundiás não foi influenciada pela inclusão de farinha de resíduo de jundiá na composição da dieta. A atividade de alanina aminotransferase (ALT) foi reduzida no tratamento FJPI em relação ao tratamento controle (FCO). As transaminases são enzimas relacionadas à transaminação de aminoácidos no metabolismo intermediário, sendo consideradas indicativas de catabolismo proteico. A desaminação proteica ocorre quando há excesso de proteína na dieta ou desbalanço de aminoácidos essenciais na dieta, quando o organismo passa a utilizar proteína com fonte de energia (CHAMPE et al., 2009).

**Tabela 2** - Parâmetros hepáticos dos jundiás após 8 semanas experimentais

Variáveis	FCO	FCJCV	FCJSV	FJPI	P	
AST (UI/mg)	200,05±20,64	154,62±39,36	148,88±23,71	150,40±19,92	0,13	
ALT (UI/mg)	68,21±11,32 <sup>a</sup>	53,13±11,15 <sup>ab</sup>	63,51±3,38 <sup>ab</sup>	44,51±3,96 <sup>b</sup>	0,03	
Amônia (µmol/g)	8,76±1,39	9,09±1,63	8,49±1,05	8,05±1,19	0,73	
Glicose (µmol/g)	501,28±78,15	458,36±88,53	384,15±74,67	365,93±133,06	0,34	
AA (µmol/g)	253,88±82,72	215,94±54,56	222,01±46,51	221,82±2,72	0,82	
Proteína (mg/g)	46,88±2,73	33,50±15,41	38,25±8,74	42,01±3,69	0,38	
Gli (µmol/g)	127,11±20,32	180,83±45,54	146,43±44,91	161,81±23,64	0,35	
	FCJCV					
	0	3,75	7,5	15	30	P
AST (UI/mg)	301,3±53,79	351,83±109,18	360,98±133,91	393,21±116,28	401,89±23,52	0,35
ALT (UI/mg)	6,38±1,52	6,49±0,96	8,00±2,52	10,35±6,24	6,79±0,66	0,69
Amônia (µmol/g)	6,58±1,55	7,18±1,51	6,02±3,04	5,55±2,29	6,24±0,88	0,9
Glicose (µmol/g)	214,96±12,83	371,32±33,54	286,23±24,92	308,24±17,29	274,38±63,03	0,9
AA (µmol/g)	98,42±19,88	107,80±14,94	83,86±25,68	81,47±27,44	88,98±11,77	0,79
Proteína (mg/g)	180,24±38,50	200,30±21,43	163,32±38,79	199,59±48,79	288,74±27,18	0,08
Gli (µmol/g)	386,61±61,20	510,83±136,63	443,16±95,45	496,87±122	342,00±80,53	0,54

Valores expressos como média ± erro-padrão da média. Médias com letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey

(P<0,05). Tratamentos: FCO: farinha de carne e ossos; FCJCV: farinha de carcaça de jundiá com vísceras; FCJSV: farinha de carcaça de jundiás sem vísceras; FJPI: farinha de jundiá peixe inteiro. 0%, 3,75 %, 7,5 %, 15 % e 30% de FCJCV.

Parâmetros: AST: Aspartato Aminotransferase; ALT: Alanina Aminotransferase; Amônia; Glicose ; AA: Aminoácidos; Proteína; Gli: Glicogênio.

A determinação de enzimas envolvidas no metabolismo proteico, como ALT e AST, contribui para avaliar o aproveitamento dos nutrientes da dieta, além de verificar possíveis situações metabólicas indesejáveis, como a utilização de proteína para a obtenção de energia (MELO, 2004; VEIVERBERG et al., 2008). A aminotransferase (ALT) é a enzima que indica a deaminação de aminoácidos para produção de energia (VEIVERBERG et al., 2008).

As taxas de glicogênio e glicose hepáticos (Tabela 2) encontradas nestes experimentos foram superiores às encontradas por Vieira et al. (2006), que encontraram 88 mmol/g e 36,2 mmol/g no tratamento controle, respectivamente. Quando o nível de proteína é menor, outros nutrientes podem ser utilizados para produção de energia, resultando em maior taxa de glicogênio no tecido hepático, com elevação do índice hepatossomático (LAZZARI et al., 2010).

**Tabela 3** - Atividade de protease ácida, tripsina e quimotripsina de jundiás após 8 semanas experimentais

Tratamentos	Protease ácida	Quimotripsina	Tripsina
FCO	115,49±7,56 <sup>b</sup>	9061,8±1047,57 <sup>c</sup>	15,06±2,48
FCJCV	135,39±8,64 <sup>a</sup>	10855,8±115,90 <sup>a</sup>	15,75±13,88
FCJSV	130,54±1,73 <sup>ab</sup>	8562,5±376,75 <sup>c</sup>	14,83±0,57
FJPI	129,48±2,45 <sup>ab</sup>	10239±457,33 <sup>ab</sup>	14,25±2,04
P	0,025	0,0059	0,84
FCJCV			
0	59,61±15,90	5697,24±1119	8,42±1,63
3,75	55,68±12,07	5095,10±213,36	8,25±1,22
7,5	62,64±12,31	6818,27±1289	12,31±0,86
15	57,04±14,55	6662,58±11777	10,91±1,00
30	59,71±16,35	5348,94±1621,28	9,27±1,69
P	0,48	0,81	0,39

Médias com letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,01). Protease ácida ( $\mu\text{g tyr/min/mg/ proteína}$ ), tripsina ( $\mu\text{mol TAME/ min/mg proteína}$ ) e quimotripsina ( $\mu\text{mol BTEE/ min/mg proteína}$ ).

Tratamentos: FCO: farinha de carne e ossos; FCJCV: farinha de carcaça de jundiá com vísceras; FCJSV: farinha de carcaça de jundiás sem vísceras; FJPI: farinha de jundiá peixe inteiro, 0%, 3,75 %, 7,5 %, 15 % e 30% de FCJCV.

A digestão é um processo no qual ocorre a transformação química dos alimentos em moléculas menores que são absorvidas por meio da mucosa do trato digestório e alcançam o plasma (UNGAR et al., 2009). Como os peixes são animais ectotérmicos, a temperatura do meio onde vivem influencia seu metabolismo fisiológico, afetando os processos de digestão e seu desempenho (MOURA et al., 2009). A temperatura da água pode ter influenciado na

redução da atividade das enzimas do intestino (tripsina e quimotripsina) no experimento II, atingindo 20°C, com menor atividade das enzimas em relação ao experimento I (24°C).

O conhecimento da atividade da tripsina (Tabela 3) pode auxiliar na quantificação mais precisa do nível proteico de dietas para peixes (MOURA et al., 2009). Então, como todas as dietas testadas apresentavam semelhantes percentuais de proteína, não foram observadas diferenças entre os tratamentos.

A atividade da protease ácida no estômago (Tabela 3) foi menor no experimento com níveis de inclusão de farinha de resíduos de jundiás, em que a temperatura ambiente durante o período experimental foi menor (20°C). Segundo Moura et al., (2009), a temperatura da água pode influenciar o metabolismo fisiológico dos peixes (animais ectotérmicos), o que pode influenciar nos processos de digestão e reduzir a atividade das enzimas. Para os diferentes níveis de inclusão da farinha de resíduo de peixe (Tabela 3), não obtivemos diferenças na atividade da protease devido a um bom balanceamento das dietas e adição de aminoácidos sintéticos para suprir a exigência de lisina e metionina (MEYER e FRACALOSSI, 2005).

#### **4 Conclusão**

A farinha de resíduos de jundiá pode ser utilizada em dietas para peixes, e apesar de terem ocorrido alterações na bioquímica sérica, parâmetros hepáticos e digestivos, estas alterações não influenciaram a saúde nem prejudicaram o crescimento dos peixes.

#### **5 Agradecimentos**

Os autores agradecem a Capes pela bolsa de Mestrado do primeiro autor e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa do Prof. João Radünz Neto.

## 6 Referências Bibliográficas

ARAUJO, D.M. et al. Hematologia de tilápias do nilo alimentadas com dietas com óleos vegetais e estimuladas pelo frio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.3, p.294-302, mar. 2011.

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

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

BORGES, A. et al. Hematologic and serum biochemical values for jundiá (*Rhamdia quelen*). **Fish Physiology and Biochemistry**, Amsterdam, vol. 30, p. 21–25, 2004.

BRADFORD, M.M.A. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, San Diego, v.72, p.248-254, 1976.

BRAGA, L.G.T. et al. Atividade da tripsina em rã-touro na fase pós-metamórfica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.4, p.821-827, 2004.

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409p.

COSTA, M.L. et al. Enzimas digestivas de juvenis de carpa capim alimentados com forragem e ração. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 231, p. 563-570, 2011.

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

DUBOIE, M.G. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, San Diego, v.28, p. 350-358, 1956.

FARIA, A.C.E.A. et al. Farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), linhagem tailandesa. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 903-908, 2001.

GODOY, H.B.R. et al. O uso da silagem de subprodutos da filetagem de peixe na alimentação de suínos em crescimento – parâmetros séricos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 45, n. 6, p. 429-436, 2008.

HALVER, J.E.; HARDY. R.W. **Fish Nutrition**. (3rd edition). Amsterdam: Academic Press, 2002. 824p.

HIDALGO, M.C.; UREA, E.; SANZ, A. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits: Proteolytic and amylase activities. **Aquaculture**, Amsterdam, v.170, p.267-283, 1999.

HIGUCHI, L.H. et al. Avaliação eritrocitária e bioquímica de jundiás (*Rhamdia quelen*) submetidos à dieta com diferentes níveis proteicos e energéticos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.12, n. 1, p. 70-75, jan./mar. 2011.

HUMMEL, B.C.W. A modified spectrophotometric determination of chymotrypsin, trypsin and thrombin. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Canada, v.37 n.12, p.1393-1399, 1959.

LAZZARI, R. et al. Protein sources and digestive enzyme activities in jundiá (*Rhamdia quelen*). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.67, n.3, p.259-266, May/June 2010.

LOWRY, O.H. et al. Protein measurement with Folin-phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v.193, p.265-275, 1951.

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

MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Protein requirement of jundia fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, Amsterdam, v.240, p.331-343, 2004.

MELO, J.F.B. **Digestão e metabolismo de jundiá, *Rhamdia quelen*, submetidos a diferentes regimes alimentares**. 2004. 80 f. Tese (Doutorado em Ciências, Programa de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

MELO, J.F.B. et al.. Desenvolvimento e composição corporal de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.2, p.323-327, 2002.

MOURA, G.S.; OLIVEIRA, M.G.A.; LANNA, E.A.T. Atividade de tripsina no quimo de tilápia-tailandesa submetida a diferentes temperaturas da água. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.11, p.2086-2090, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, D.C. 376p. 2011.

RODRIGUES, A.P.O. et al. Different utilization of plant sources by the omnivores jundiá catfish (*Rhamdia quelen*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, v. 18, n.1, p. 65-72, 2012. in press, doi: 10.1111/j.1365-2095.2011.00877.x, 2012.

SALHI, M. et al. Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen*, fry fed diets containing different protein and energy levels. **Aquaculture**, Amsterdam, v.231, n.1-4, p.435-444, 2004.

SPIES, J.R. Colorimetric procedures for amino acids. **Methods in Enzimology**, v.3, p.467-477, 1957.

STECH, M.R.; CARNEIRO, D.J.; CARVALHO, M.R.B. Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 255-262, 2010.

URBINATI, E.C. et al. Loading and transport stress in juvenile matrinxã (*Brycon cephalus*) at various densities. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 229, p. 389-400, 2004.

UNGAR, A.B. et al. Efeito da adição de aminoácidos essenciais à dieta sobre a secreção de enzimas digestivas de jundiá *Rhamdia quelen* (Siluriformes, Pimelodidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 105-111, 2009.

VEIVERBERG, C.A. et al. Farelo de soja como substituto à farinha de carne e ossos em dietas para juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*). **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v.34, n.3, p.463 - 472, 2008

VERDOUW, H.; VAN ECHELD, C.J.A.; DEKKERS, E.M.J. Ammonia determinations based on indophenol formation with sodium salicylate. **Water Research**, Oxford, v.12, p. 399-402, 1977.

VIEIRA, V.L.P. et al. Alterações metabólicas e hematológicas em jundiás (*Rhamdia quelen*) alimentados com rações contendo aflatoxinas. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 1, p. 49-55, jan./mar, 2006.

## 7. DISCUSSÃO GERAL

Nesta discussão, serão abordadas algumas informações que podem ser importantes para a análise geral dos dados referentes aos experimentos conduzidos e auxiliar na comparação com outros experimentos.

A composição centesimal dos jundiás utilizados para a confecção das farinhas de resíduo de jundiá (anexo 1) foi analisada inicialmente para posterior comparação com a composição das farinhas de resíduos. Estes animais estavam recebendo ração comercial (28% PB) e por isso as taxas de lipídios estão um pouco acima das encontradas por Lazzari et al.(2008) no filé e por Corrêia et al.(2009) no peixe inteiro.

Na elaboração da farinha de peixe, deve-se buscar extrair o máximo de gordura da matéria-prima (BOMBARDELLI et al., 2005). Atualmente, o método mais utilizado para a produção de farinhas de peixes é o método de extração por via úmida. Esse processo está baseado em quatro etapas básicas: a **cocção**, que tem como objetivo a coagulação de proteínas, separação da água e gorduras e eliminação de microorganismos; a **prensagem**, que tem como objetivo a separação eficiente de substâncias que limitam a vida útil e dificultam a secagem, como a água e a maioria dos lipídios neutros; a **secagem**, que tem como objetivo a redução da umidade do material prensado de 50% para 12%; e a **moagem**, que tem por objetivo homogeneizar o produto quanto à sua composição física, de modo a reduzir seu volume, a facilitar a estocagem, embalagem, transporte e melhorar seu aspecto externo (NUNES, 1999; BOMBARDELLI et al., 2005).

O anexo 3 mostra o rendimento das farinhas de resíduo de jundiás, observando-se um menor rendimento e maiores perdas na FCJCV devidos a um maior percentual de gordura e umidade das vísceras. Guilherme et al. (2006), trabalhando com farinha de silagem seca de cabeças de camarão, encontraram um rendimento de 22,1%. A farinha de pescado na Venezuela apresentou rendimentos semelhantes, cujos percentuais se situaram entre 19-21 % (TORNES e GEORGE, 1998).

A utilização dos resíduos da pesca e sua industrialização para produção de farinha, silagens e outros subprodutos são uma alternativa para amenizar a poluição causada pela sua destinação incorreta. Os resíduos de peixe podem ser processados para a obtenção de óleo, farinha ou silagem, que podem ser aplicados na alimentação animal. Podem ser usados para a produção de proteína texturizada, concentrado proteico, carne mecanicamente separada, surimi, produtos reestruturados ou até mesmo óleo, utilizados na alimentação humana. A

conversão do óleo obtido em biodiesel é outra proposta de interesse particular no campo dos combustíveis alternativos (FELTES et al., 2009).

A utilização de resíduo de peixe já foi testada para muitas espécies de peixe como Tambaqui (*Colossoma macropomum*) (TERRAZAS et al., 2002), tilápia (*Oreochromis niloticus*) (BOSCOLO et al., 2005), Piauçu (*Leporinus macrocephalus*) (BOSCOLO et al., 2005), catfish (*Clarias gariepinus*) (SOTOLU, 2009) e também para humanos (STEVANATO et al., 2007).

A fabricação de farinha destes resíduos ainda é um pouco onerosa e nas grandes plantas industriais exige-se uma quantidade ideal diária para suprir o consumo das máquinas. Por isso, os produtores de peixe e os frigoríficos devem se organizar para suprir a demanda das plantas produtoras de farinha.

É de grande relevância a inserção do aproveitamento de resíduos na cadeia produtiva de pescado com intuito de evitar desperdícios, reduzir os custos de produção do pescado e diminuir a poluição ambiental (BORGHESI et al., 2007).

No presente trabalho, constatou-se que para o jundiá (*Rhamdia quelen*) os resíduos de processamento dos peixes podem ser utilizados com sucesso e que o melhor nível de inclusão para esta espécie é de 30%, reforçando sua tendência à carnivoria.

## 8. CONCLUSÕES GERAIS

- No presente trabalho, constatou-se que para o jundiá (*Rhamdia quelen*) os resíduos de processamento dos peixes podem ser utilizados com sucesso e que o melhor nível de inclusão para esta espécie é de 30%, reforçando sua tendência à carnivoria.
- A incorporação de farinhas de resíduo de jundiá na dieta altera a bioquímica sérica, os parâmetros hepáticos e digestivos dos juvenis de jundiá, porém estas alterações não influenciaram na saúde e no desempenho zootécnico dos peixes.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAN, G.L. et al. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I Digestibility of alternative ingredients. **Aquaculture**, Amsterdam, v.186, n.3-4, p.293-310, 2000.

BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação do jundiá**. Santa Maria: UFSM, 2004. 232p.

BARCELLOS, L.J.G. et al. Nursery rearing of jundiá, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard) in cages: cage type, stocking density and stress response to confinement. **Aquaculture**, Amsterdam, v.232, p.383-394, 2004.

BOMBARDELLI, R.A.; SYPERRECK, M.A.; SANCHES, E.A. Situação atual e perspectivas para o consumo, processamento e agregação de valor ao pescado. **Arquivos de ciências veterinárias e zoologia**. UNIPAR, v. 8, n.2, p. 181-195, 2005.

BORGHESI, R.; ARRUDA, L. F.; OETTERER, M. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim do Centro de Pesquisa de processamento de Alimentos (CEPPA)**, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 329-339, 2007

BOSCOLO, W.R.et al. A. Rações orgânicas suplementadas com farinha de resíduos de peixe para juvenis da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 686-692, 2010.

BOSCOLO, W.R.et al. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.9, 2008.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*,L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.539-545, 2004.

BOSCOLO, W.R.et al. Farinhas de peixe, carne e ossos, vísceras e crisálida como atractantes em dietas para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n.5, p.1397-1402, 2001.

CARNEIRO, P. C. F. A produção do jundiá em cativeiro. In: BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação de Jundiá**. Santa Maria, Editora UFSM, p.117-141, 2004.

CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Editora TecArt, 533p., 2004.

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

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

ENKE, D. B. S. et al. Utilização de farinha de silagem de pescado em dietas para o jundiá na fase juvenil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.871-877, 2009.

FAO, Technical Guidelines for Responsible Fisheries, Use of wild fish as feed in aquaculture, 94p., Rome, 2010.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Nutritional elements of fish. <http://www.fao.org/fishery/topic/12319/en>, Acesso em 01 de março de 2012.

FARIA, A. C. E. A. et al. Farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), linhagem tailandesa. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 903-908, 2001.

FELTES, M.M.C. et al. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.6, p.669-677, 2010.

FURUYA, W. M. et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n.4, p. 1143-1149, 2001.

GUILHERME, R. F.; CAVALHEIRO, J. M. O.; SOUZA, P. A. S. Chemical characterization and profile of the amino acids of the flour of shrimp head. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p. 793-797, 2007.

HAYASHI, C. et al. Exigência de proteína digestível para larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 02, p. 823-828, 2002.

KOTZAMIS, Y.P. et al. Utilization of waste material resulting from trout processing in gilthead bream (*Sparus aurata* L.) diets. **Aquaculture Research**, v.32, suppl.1, p.288-295, 2001.

KUBOTA, E.H; EMANUELLI, T. Processamento do pescado. In: BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação de Jundiá**. Santa Maria: Editora UFSM, p.117-141, 2004.

LAZZARI, R. **Estudo de enzimas digestivas, crescimento e composição centesimal de filés de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com diferentes fontes proteicas**. Santa Maria. 2005. 81 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria – RS, 2005.

LAZZARI, R. et al. Diferentes fontes proteicas para a alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.240-246, 2006.

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**, Belo Horizonte, v.60, n.2, p.477-484, 2008.

MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Protein requirement of jundiá fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, Amsterdam, v.240, p.331-343, 2004.

MEYER, G. **Exigência proteica em duas concentrações energéticas da dieta e estimativa de exigência em aminoácidos essenciais para alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen***. 2003. 50 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2003.

MEURER, F. et al. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.566-573, 2002.

MURRAY, A.L. et al. Effects of various feed supplements containing fish protein hydrolysate or fish processing byproducts on the innate immune functions of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.220, p.643-653, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, D.C. 376p. 2011.

NUNES, M.L. Defumação. In: OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, 1999. p. 300-306.

OETTERER, M. Produção de silagem a partir da biomassa residual de pescado. **Alimentos e nutrição**. São Paulo, v.5, p. 119-134, 1993/94.

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

PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: **Simpósio Internacional sobre Nutrição e Crustáceos**, 1995. Campos de Jordão. *Anais...* Campos do Jordão: CBNA, v. 1. p.34-52, 1995.

PIEDRAS, S.R.N.; MORAES, P.R.R.; POUHEY, J.L.O.F.; Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.30, n.2, p. 177 - 182, 2004.

PIMENTA, M.E.S. G. et al. Desempenho produtivo e digestibilidade pela Tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) alimentada com dietas suplementadas com níveis crescentes de silagem ácida de pescado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.6, p. 1953-1959, nov./dez., 2008.

PINTO, R. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.5, p.1166-1173, 2003.

SAMPAIO, F. G. et al. Digestibilidade aparente das farinhas de peixe nacional e importada e das farinhas de sangue tostada e *spray-dried*, pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 891-896, 2001.

SILVA, J.A.M. et al. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). **Acta Amazônica**, Manaus, v.37, n.1, p.157 – 164, 2007.

SIGNOR, A. et al. Exigência de proteína bruta para alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Revista Varia Scientia**, Unioeste, v.04, n.08, p. 79-89, 2004.

TACON, A.G.J. Trends in aquaculture production, with particular reference to low-income food-deficit countries 1984-1993. **FAO Aquaculture Newsletter**, Roma, circular nº 12, p. 6-9. 1996.

TACON, A.G.J. Feed Ingredients for warm water fish: meal and other processed feedstuffs. **FAO Fisheries**. Rome: FAO, 64p. (Circular n. 856), 1993.

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

TEIXEIRA, E. A. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de aminoácidos para alevinos de tilápia (*Oreochromis* sp.). **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.9, n.2, p. 239-246, abr/jun, 2008.

TORNES, E.; GEORGE, P. La recuperación de aceite y agua de cola en la elaboración de harina de pescado: proyecto de información y desarrollo pesquero. **Informe Técnico**, Caracas, v. 41, p. 9-16, 1998.

WILSON, R.P. Amino acids and proteins. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. **Fish Nutrition**. 3 ed., New York: Academic Press, p.143–179, 2002.

## 10. ANEXOS

**Anexo 1** - Composição centesimal dos jundiás utilizados para a confecção das farinhas experimentais e das farinhas de resíduo de jundiás

	N	PB (%)	MS (%)	Lipídio (%)	CZ (%)
Peixe inteiro	25	15,19	31,2	14,71	2,99
Carçaça	25	14,6	34,14	18,44	3,67
Filé	25	16,01	28,77	8,94	1,04
Vísceras	25	17,01	27,51	28,57	0,88
FJPI		62,43	90,78	17,07	13,59
FCJCV		57,05	92,05	20,42	16,44
FCJSV		57,04	94,07	20,05	19,22

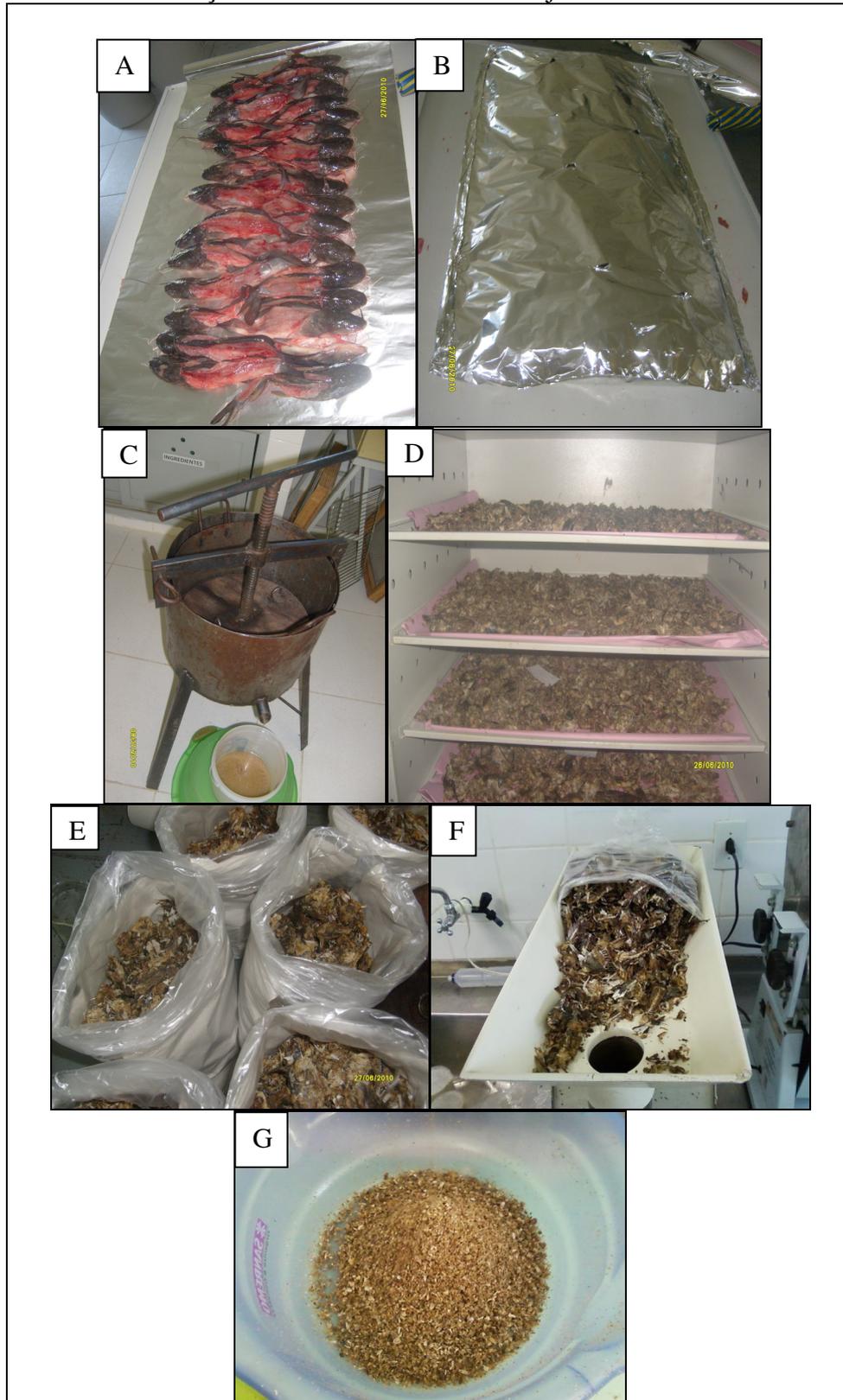
PB: Proteína Bruta; MS: massa seca; Lipídio; CZ: cinzas; FCJCV: Farinha de carçaça de jundiás com vísceras; FCJSV: Farinha de carçaça de jundiás sem vísceras; FJPI: Farinha de jundiá peixe inteiro;

**Anexo 2 - Rendimento das farinhas de resíduos de jundiás**

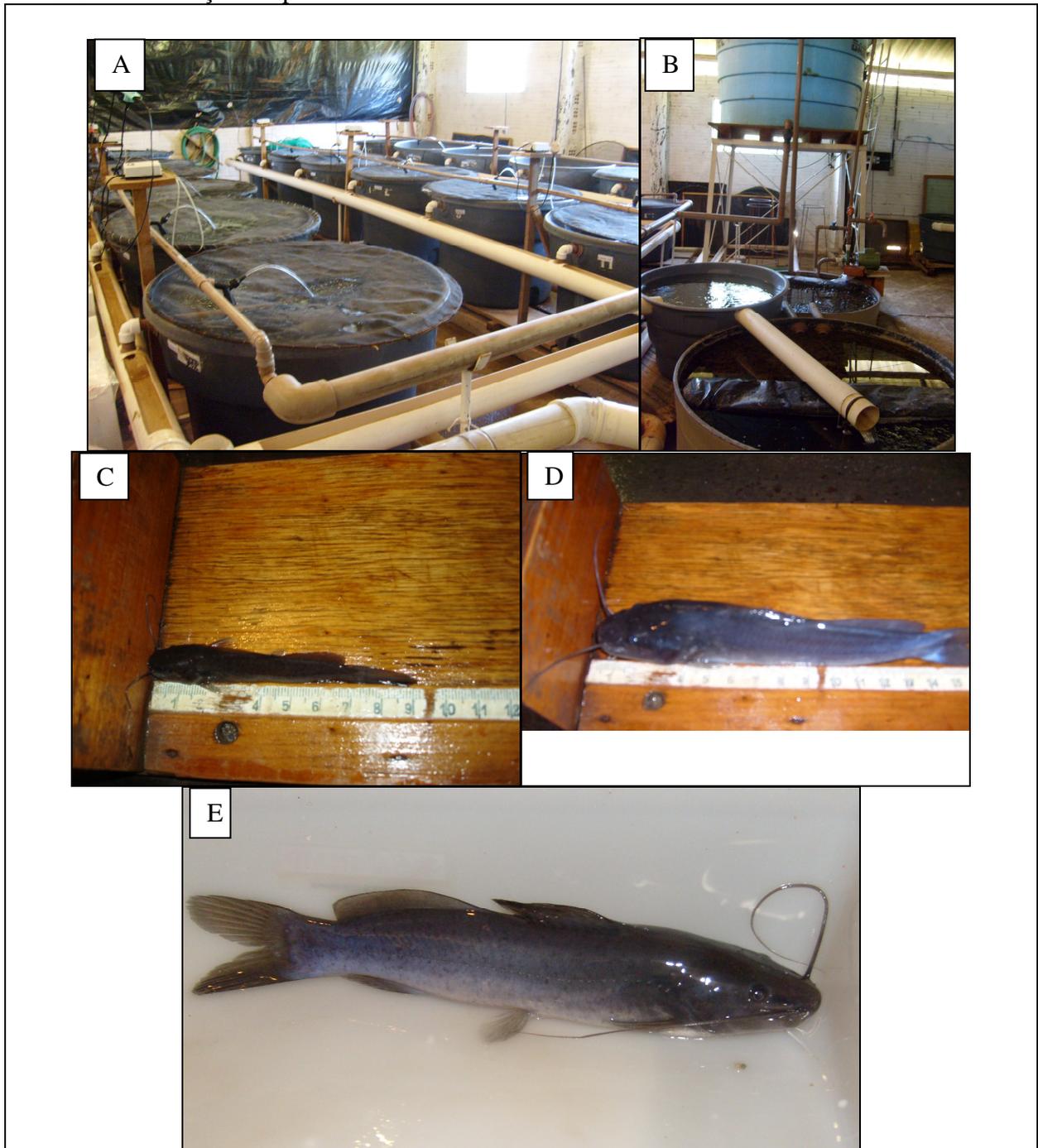
	FCJCV	FCJSV	FJPI
Massa úmida (g)	21190	18302,2	18998
Gordura extraída (g)	1728	1175,6	1632
Massa seca (g)	4026,2	3841,4	5063,8
Perdas (g)	1854,3	1348,4	1306,6
Rendimento (%)	19,01	20,92	26,65

FCJCV: Farinha de carcaça de jundiás com vísceras; FCJSV: Farinha de carcaça de jundiás sem vísceras; FJPI: Farinha de jundiá peixe inteiro;

### Anexo 3 - Fabricação das farinhas de resíduo de jundiás



A: Carcaças de jundiás desprovidas de filés; B: Carcaças de jundiás envoltas em papel alumínio; C: Extração manual de gordura após cozimento; D: Secagem final em estufa de ar forçado a 55°C; E: Carcaças após secagem; F: Moagem das carcaças secas; G: Farinha de carcaças de jundiás.

**Anexo 4 - Instalações experimentais e animais**

A: Circuito experimental utilizado para a realização dos experimentos; B: Filtros biológicos e reservatório principal de água; C: Jundiá no início do experimento; D e E: Jundiá no final das 8 semanas experimentais.