

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

**ESTUDO DE ENZIMAS DIGESTIVAS, CRESCIMENTO
E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE FILÉS DE
JUVENIS DE JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*)
ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES
PROTÉICAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Rafael Lazzari

Santa Maria, RS, Brasil

2005

**ESTUDO DE ENZIMAS DIGESTIVAS, CRESCIMENTO E
COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE FILÉS DE JUVENIS DE
JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*) ALIMENTADOS COM
DIFERENTES FONTES PROTÉICAS**

por

Rafael Lazzari

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

2005

L432
e

Lazzari, Rafael, 1980-

Estudo de enzimas digestivas, crescimento e composição centesimal de filés de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com diferentes fontes protéicas / por Rafael Lazzari ; orientador João Radünz Neto . – Santa Maria, 2005.
81 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, 2005

1. Zootecnia 2. *Rhamdia quelen* 3. Jundiá 4. Fontes protéicas 5. Enzimas 6. Crescimento 7. Composição do filé I. Radünz Neto, João, orient. II. Título

CDU: 639.3

**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

**ESTUDO DE ENZIMAS DIGESTIVAS, CRESCIMENTO E
COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE FILÉS DE JUVENIS DE JUNDIÁ
(*Rhamdia quelen*) ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES
PROTÉICAS**

elaborada por
Rafael Lazzari

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

COMISSÃO EXAMINADORA:

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

Tatiana Emanuelli, Dr^a. (UFSM)

Débora Machado Fracalossi, PhD. (UFSC)

Santa Maria, 25 de Fevereiro de 2005.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Nilo e Iraci e a minha irmã Fernanda Lazzari, pelo incentivo, pela educação, pelo carinho, enfim por tudo, não tenho palavras para expressar minha gratidão.

A uma pessoa muito especial, professor João Radünz Neto, muito obrigado pelo exemplo, pela amizade, pelo caráter, pelos ensinamentos, pelo incentivo em continuar sempre buscando mais conhecimentos.

A minha namorada Cristiane Rosa Moreira, companheira em todos os momentos, obrigado pela compreensão, pela paciência, pela sinceridade, você foi fundamental. Com certeza essa conquista também é sua.

Agradeço muito a uma pessoa que foi decisiva para que este trabalho tivesse êxito: Fabio de Araújo Pedron, muito obrigado pela ajuda nos experimentos, nas análises de enzimas, pela disponibilidade em sempre colaborar, pela amizade.

A professora Vânia Vieira pela colaboração, pelo incentivo, por disponibilizar seu laboratório para a realização das análises, muito obrigado. Agradeço também a Carolina Gioda, Alexandra Pretto, Charlene Menezes, Joseânia Salbego, Márcia Crestani e demais integrantes do Laboratório de Bioquímica Adaptativa da UFSM.

A professora Tatiana Emanuelli e as acadêmicas Vivian Bochi, Camila Steffens e Paula Rossini Augusti, pela realização das análises de filés.

Aos colegas e amigos Neiva Braun e Ronaldo Lima de Lima, pela amizade, coleguismo, exemplos de dedicação. Aos professores Paulo Alberto Lovatto, Bernardo Baldisserotto e José Henrique Souza da Silva, pelo apoio e pelos ensinamentos recebidos durante o curso, obrigado. Também a secretária do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Olirta Giuliani, por todo o auxílio durante o decorrer do curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da Bolsa de Estudos. A todas as empresas que forneceram ingredientes para as rações e também a realização de análises: Pró-Nutra do Brasil, Vitagri Nutrição Animal e Zillo Lorenzetti.

O reconhecimento e o agradecimento especial a todos os integrantes do Setor de Piscicultura da UFSM, que auxiliaram muito para a realização do trabalho: Cátia Veiverberg, Giovani Bergamin, Marcos Losekann, Mário Leão Costa, Viviani Correia, Ricardo Simões, André Victório, Jorge Filipetto, Maria Barbosa e demais componentes. Obrigado pela amizade, pela convivência, por mostrar que o trabalho em equipe nos deixa mais fortes.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, muito obrigado.

RESUMO

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

ESTUDO DE ENZIMAS DIGESTIVAS, CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE FILÉS DE JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*) ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES PROTÉICAS

AUTOR: RAFAEL LAZZARI

ORIENTADOR: JOÃO RADÜNZ NETO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 25 de Fevereiro de 2005.

Este trabalho teve por objetivos avaliar o crescimento, composição do filé e atividade de enzimas digestivas em juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*, Heptapteridae) alimentados com diferentes fontes protéicas, durante 90 dias. Quinhentos e quarenta peixes (peso inicial=15,00±0,62g; comprimento inicial=11,98±0,35cm) foram distribuídos ao acaso em 18 tanques de 280L (30 peixes/tanques) em um sistema de recirculação de água, com temperatura controlada. Os parâmetros de qualidade da água de criação (amônia total, nitrito, alcalinidade, pH, oxigênio dissolvido) foram aferidos diariamente, ficando de acordo com as condições adequadas para a espécie. Testou-se 6 dietas (com 3 repetições), assim denominadas: CL (farinha de carne e ossos + levedura), SL (farelo de soja + levedura), S (somente farelo de soja), CS (farinha de carne e ossos + farelo de soja), PL (farinha de peixe + levedura) e PS (farinha de peixe + farelo de soja). As medições para acompanhamento do crescimento e coleta de dados aconteceram a cada 30 dias. Para avaliação do desempenho produtivo, estimaram-se parâmetros como peso, comprimento total e padrão, ganho em peso diário, sobrevivência, fator de condição, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência protéica, biomassa total, rendimento de carcaça, conversão alimentar aparente, consumo diário. A partir dos valores de composição centesimal calcularam-se taxas de deposição de proteína e gordura no filé. Foram verificadas também as atividades de protease ácida, amilase, tripsina e quimotripsina. Os parâmetros de desempenho produtivo foram superiores nos tratamentos compostos pela combinação das farinhas de origem animal (carne e ossos e peixes) com farelo de soja. A quantidade de gordura e proteína depositada no filé dos peixes também foi superior ($P<0,05$) nestes tratamentos (CS e PS). Menor sobrevivência foi observada no tratamento a base de farinha de peixe mais farelo de soja (92,86%), porém os peixes deste tratamento apresentaram melhor taxa de eficiência protéica (1,53). Jundiás alimentados com ração contendo somente farelo de soja como fonte protéica sofreram redução no crescimento. As atividades de amilase e protease ácida foram variáveis entre os diferentes tratamentos. A atividade de tripsina foi maior nos peixes alimentados com fontes protéicas de origem animal, sendo que os peixes dos tratamentos SL e S apresentaram menor atividade desta enzima ($P<0,0001$). Mesma tendência foi observada para a quimotripsina, onde os tratamentos sem a inclusão de fontes de origem animal tiveram a menor atividade. Conclui-se que jundiás alimentados somente com farelo de soja apresentam redução na atividade de proteases alcalinas e também menor crescimento. A combinação de farinhas de origem animal com farelo de soja possibilita bom desenvolvimento para juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*).

Palavras-chaves: *Rhamdia quelen*, jundiá, fontes protéicas, enzimas, crescimento, composição do filé.

ABSTRACT

Animal Science Master Dissertation
Post-Graduate Program in Animal Science
Federal University of Santa Maria

STUDY OF DIGESTIVE ENZYMES, GROWTH AND FILLETS COMPOSITION OF JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*) JUVENILES FED WITH DIFFERENT PROTEIN SOURCES

AUTHOR: RAFAEL LAZZARI

ADVISER: JOÃO RADÜNZ NETO

Date and Defense Place: Santa Maria, February 25th, 2005.

This study was aimed at evaluating the growth, fillet composition and digestive enzyme activity of jundiá (*Rhamdia quelen*, Heptapteridae) juveniles fed different protein sources for 90 days. Five hundred forty fish (initial weight=15.00±0.62g, total length=11,98±0,35cm) were distributed at random in 18 cages of 280L (30 fish/cage) in a water closed system, with controlled temperature. Water quality (total ammonia, nitrite, alkalinity, pH, dissolved oxygen) was checked daily, being in agreement with the appropriate conditions for the species. There were six treatments (with 3 replicates): MBMY (meat and bone meal + yeast), SY (soybean meal + yeast), S (only soybean meal), MBMS (meat and bone meal + soybean meal), FMY (fish meal + yeast) and FMS (fish meal + soybean meal). Growth measurements and data collection were made every 30 days. Performance was evaluated by weight, total and standard length, weight gain, survival, condition factor, specific growth rate, protein efficiency ratio, total biomass, dressing carcass, feed conversion ratio, voluntary feed intake were considered. Protein and fat deposition in the fillet were calculated. Acidic protease, amylase, trypsin and chymotrypsin activities were verified. Best performance was observed in fish fed the animal protein sources (meat and bone meal and fish) with soybean meal. Fat and protein deposition in the fillet was higher ($P<0.05$) in these treatments (MBMS e FMS). Lower survival was observed in fish fed fish meal plus soybean meal diet (92.86%). However these fish presented better protein efficiency ratio (1.53). Jundiás fed the diet containing only soybean meal (S) as the protein source had growth.reduction. Amilase and acidic protease activities were variable among the treatments. Trypsin activity was higher in fish fed animal protein sources, and the treatments SY and S suffered enzyme inhibition ($P<0.0001$). The same tendency was observed for chymotrypsin, where fish fed diets without animal protein sources presented smaller activity. In conclusion, jundiás fed only soybean meal present reduction of alkaline proteases activity and lower growth. The combination of animal protein sources with soybean meal provides good development for jundiá juveniles.

Palavras-chaves: *Rhamdia quelen*, jundiá, protein sources, enzymes, growth, fillet composition.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Exigência em aminoácidos essenciais para peixes.....	14
TABELA 2 - Composição de algumas fontes protéicas.....	16
TABELA 3 - Composição em aminoácidos essenciais da farinha de peixe, farelo de soja e farinha de carne e ossos.....	18

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Rendimento de cortes ao final do experimento.....	78
ANEXO 2 – Parâmetros hematológicos dos juvenis de jundiá.....	79
ANEXO 3 – Instalações experimentais e exemplares de jundiá.....	80
ANEXO 4 - Etapas da fabricação das rações experimentais.....	81
ANEXO 5 - Deposição de gordura visceral e gônadas femininas.....	82
ANEXO 6 - Retirada de cortes comerciais e filetagem.....	83

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	9
2. OBJETIVOS	11
3. ESTUDO BIBLIOGRÁFICO	12
3.1. Aspectos sobre o jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>).....	12
3.2. Crescimento dos peixes.....	13
3.3. Fontes protéicas utilizadas em rações para peixes.....	15
3.4. Enzimas digestivas.....	19
3.5. Composição corporal.....	21
4. ARTIGO I	23
5. ARTIGO II	44
6. DISCUSSÃO GERAL	64
7. CONCLUSÕES GERAIS	67
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
9. ANEXOS	76

1. INTRODUÇÃO GERAL

O sucesso do desenvolvimento da piscicultura passa pelo conhecimento de espécies com características desejáveis para utilização comercial (JONES et al., 1996). Os bagres Siluriformes brasileiros apresentam grande potencial para cultivo, por apresentar muito boa qualidade de carne, ausência de espinhas intramusculares e bom rendimento de carcaça (CAMPOS, 1998). O jundiá (*Rhamdia quelen*) é um peixe nativo da Região Sul que possui características zootécnicas adequadas e boa aceitação pelos consumidores (GOMES et al., 2000).

Alguns trabalhos foram realizados com esta espécie relacionados à nutrição de larvas e alevinos (PIAIA & RADÜNZ NETO, 1997; BEHR et al., 1999; MELO et al., 2001; ULIANA et al., 2001; COLDEBELLA & RADÜNZ NETO, 2002; CARNEIRO et al., 2003; LAZZARI et al., 2004; LOPES, 2004; MEYER & FRACALOSSO, 2004). Porém, poucas são as informações a respeito da nutrição do jundiá na fase de recria e engorda, bem como sua influência sobre as características qualitativas e quantitativas da carcaça.

É importante estabelecer dietas para cada espécie e para cada fase de criação, pois as exigências nutricionais são diferenciadas (ZIMMERMANN & JOST, 1998). Isto pode se tornar mais oneroso para as indústrias de rações, porém irá aumentar a eficiência alimentar e, conseqüentemente, diminuir a excreção de nutrientes na água (TACHIBANA & CASTAGNOLLI, 2003). Estes aspectos são muito importantes para que possamos produzir peixes em maior escala visando a sustentabilidade da piscicultura (WURTS, 2000).

A alimentação representa o maior custo da produção de peixes, sendo a proteína o nutriente mais caro da dieta (MEER et al., 1995; EL SAYED, 1999). A utilização de diferentes fontes protéicas na fase de recria do jundiá carece de estudos, para se verificar quais fontes proporcionam maior crescimento e quais as implicações na qualidade da carne deste peixe.

A farinha de peixe é o ingrediente mais utilizado em rações para peixes no mundo, devido à grande qualidade de proteína e boa palatabilidade (MOHSEN & LOVELL, 1990). Estudos de nutrição com peixes onívoros têm demonstrado que outros ingredientes podem substituir a farinha de peixe, sem redução no crescimento. Entre esses ingredientes, destacam-se alguns de origem animal, como a farinha de carne e farinha de vísceras. Em relação aos de origem vegetal, o farelo de soja é o mais estudado, pela sua disponibilidade e homogeneidade de composição (PEZZATO, 1995).

COLDEBELLA & RADÜNZ NETO (2002) verificaram que a utilização de farelo de soja combinado com levedura de cana possibilita bom ganho em peso para alevinos de jundiá, superior a peixes alimentados com inclusão de farinha de carne. Em 45 dias de experimento, obteve-se taxa de crescimento específico de 4,93%/dia para alevinos alimentados com ração contendo 25% de levedura de cana e 47,79% de farelo de soja constituindo a base protéica.

Considerando o potencial econômico do jundiá e a escassez de estudos sobre a digestão de nutrientes, nesta espécie, é necessária uma investigação mais detalhada sobre a atividade de enzimas digestivas. As informações obtidas servirão de subsídio para melhor entender os processos digestivos e auxiliar na elaboração de dietas adequadas para juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*).

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência de fontes protéicas de origem animal e vegetal, através do estudo dos aspectos enzimáticos e sua relação com o desenvolvimento corporal de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*).

2.1. Objetivos específicos

2.1.1. Medir a atividade de amilases e proteases digestivas diretamente envolvidas na digestão de carboidratos e proteínas.

2.1.2. Comparar o crescimento e avaliar a variação na composição do filé de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com rações elaboradas com diferentes fontes protéicas.

3. ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

3.1. Aspectos sobre o jundiá (*Rhamdia quelen*, Heptapteridae)

O jundiá (*Rhamdia quelen*) é um Siluriforme de hábito alimentar onívoro, que é encontrado desde o sul do México até a Argentina (SILFVERGRIP, 1996). No Brasil, sua criação está mais concentrada nos Estados da Região Sul, principalmente no Rio Grande do Sul. Esta espécie apresenta carne de sabor agradável, sendo bem aceita pelos consumidores. O peso final de abate pode variar de 350 gramas a até 1 kg com um tempo de engorda de 6 meses a 1 ano (BARCELLOS et al., 2004).

Quanto ao comportamento alimentar, o jundiá prefere períodos de baixa luminosidade. Trabalhos realizados por BEHR et al. (1999) com larvas e por PIAIA et al. (1999) com alevinos de jundiá mostraram que, quando submetidos a menores níveis de luminosidade, obtiveram maior crescimento. Vários estudos foram realizados para se estabelecer níveis adequados de qualidade da água para a espécie (GOMES et al., 2000). O pH ideal para larvas está entre 8 e 8,5, mas também está intimamente relacionado com os valores de dureza de água (LOPES et al., 2001; TOWNSEND & BALDISSEROTTO, 2001).

Os principais entraves na criação do jundiá estão relacionados ao estabelecimento de um manejo nutricional padronizado e ao controle de algumas enfermidades e parasitoses. O principal parasita que ataca o jundiá principalmente nas fases iniciais é o Ictio ou doença dos pontos brancos, causados pelo protozoário *Ichthyophthirius multifiliis*. O tratamento usual utilizado nas pisciculturas é à base de verde de malaquita, porém é um produto com grandes restrições à saúde humana. Com o objetivo de solucionar este problema, MIRON et al. (2003) verificaram que o sal comum (NaCl), na dose de 4g/L, é uma alternativa bastante eficiente.

Quanto a dietas práticas, larvas de jundiá alimentadas com ração composta por levedura de cana e fígado bovino apresentam bom crescimento (PIAIA & RADÜNZ NETO, 1997). Para alevinos, a mistura de levedura de cana e farelo de soja é a que se mostrou mais eficiente (COLDEBELLA & RADÜNZ NETO, 2002).

A exigência protéica encontrada para alevinos de jundiá alimentados com dietas semi-purificadas é de 32,6 e 37,3% de proteína bruta (PB) para concentrações energéticas de 3200 e 3650kcal/kg de energia metabolizável (EM), respectivamente (MEYER & FRACALOSSO, 2004). Em outro trabalho de exigência protéica com jundiá, SALHI et al. (2004) verificaram que o melhor nível de proteína bruta é 37% com concentração energética de aproximadamente 3400kcal/kg de energia digestível (ED).

3.2. Crescimento dos peixes

Entende-se por crescimento a incorporação ou o aumento dos tecidos corporais e órgãos, acompanhado de uma alteração da conformação e forma do corpo, resultante das mudanças na taxa de aumento dos componentes corporais (CYRINO, 1995). Os fatores nutricionais, metabólicos e bioenergéticos influenciam o processo de crescimento de maneira imediata, sendo a proteína o nutriente de maior importância (PERÁGON et al., 1994).

Muitas são as discussões no meio científico sobre quais fatores interferem, mais ou menos, sobre o crescimento dos peixes. Alguns autores defendem que o crescimento se dá principalmente pela ação das enzimas digestivas sobre o alimento. Outros por sua vez compreendem que há uma ação metabólica importante, que associada à ação enzimática, proporciona o aumento tecidual e conseqüentemente, crescimento (BLIER et al., 2002).

Levando em consideração o peixe no ambiente de criação, vários são os fatores que podem interferir direta ou indiretamente no crescimento: temperatura da água, quantidade de alimento, composição do alimento, densidade de estocagem, tamanho do peixe, forma e frequência de arraçoamento (CHO & LOVELL, 2002).

A composição do alimento é o fator que se relaciona diretamente com o crescimento, diferindo de espécie para espécie. Além da busca de ingredientes ideais, procura-se maximizar a utilização de fontes não-protéicas para a obtenção de energia, neste caso os carboidratos e, principalmente, os lipídios (MÉDALE et al., 1991).

As proteínas são os mais importantes componentes dos tecidos e consistem no nutriente mais caro da dieta. Quando digeridas, são hidrolisadas em aminoácidos que serão destinados à formação de novas proteínas, destinadas ao crescimento e reprodução e também para a 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.

Em relação às exigências de nutrientes dos peixes existem alguns fatores essenciais que se combinam e como resposta tem-se um crescimento mais ou menos acelerado. O primeiro fator é a concentração energética da dieta, que afeta a relação proteína-energia do alimento e o consumo (LOVELL, 1998). Outro aspecto importante é a questão qualitativa e quantitativa dos aminoácidos da proteína, que possuem composições variadas em relação ao tipo e a origem dos ingredientes (PEZZATO, 1995).

Tudo isso está relacionado com a exigência de cada espécie. Na Tabela 1 estão descritos alguns valores de exigência em aminoácidos essenciais de algumas espécies de

peixes. Estas exigências devem ser atendidas, além da quantidade de proteína como valor absoluto. Portanto, a qualidade das fontes protéicas utilizadas nas rações é importante para proporcionar a máxima resposta em crescimento. Deve-se destacar os dados apresentados por MONTES-GIRAO (2005), onde a exigência estimada em lisina para o jundiá encontra-se entre 4,5 e 5,3%. Pelo perfil de aminoácidos apresentados, observa-se que o jundiá é um peixe onívoro bastante exigente em qualidade de proteína.

Uma fonte protéica pode complementar a outra quanto ao suprimento adequado de aminoácidos essenciais. Juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com rações contendo 20% de farinha de peixe e 20% de farinha de sangue apresentam crescimento superior do que quando se utiliza uma destas fontes somente (ECKMANN, 1987).

Tabela 1. Exigência de aminoácidos essenciais para algumas espécies de peixes (%).

Espécie	Arg	His	Ile	Leu	Lis	Met	Fel	Tre	Trp	Val
Catfish¹	1,03	0,37	0,62	0,84	1,50	0,56	1,20	0,53	0,12	0,71
Truta¹	1,40	0,64	0,96	1,76	2,12	1,08	1,24	1,36	0,20	1,24
Salmão¹	2,40	0,70	0,90	1,60	2,00	1,60	2,10	0,90	0,20	1,30
Carpa¹	1,60	0,80	0,90	1,30	2,20	1,20	2,50	1,50	0,30	1,40
Tilápia¹	1,18	0,48	0,87	0,95	1,43	0,90	1,05	1,05	1,05	0,78
Tilápia²	1,20	0,41	0,88	1,51	1,52	0,68	0,72	0,89	0,17	0,92
Pacu¹	0,75	0,33	0,56	1,03	1,40	0,69	-	0,53	-	0,64
Jundiá³	4,6	1,8	4,6	7,7	4,5	3,7	5,4	4,3	0,8	4,6
Jundiá⁴	5,5	2,1	5,5	9,1	5,3	4,3	6,3	5,1	1,0	5,4

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

¹GILL & WEATHERLEY (1987), ²FURUYA et al. (2001).

^{3,4}MONTES-GIRAO (2005). Valores para o jundiá expressos em % da proteína.

Para o jundiá, valores de metionina representam met. + cistina e fenilalanina + tirosina.

³ Exigência determinada através de regressão segmentada.

⁴ Exigência determinada através de regressão polinomial.

O crescimento dos peixes pode ser expresso de diversas maneiras, mas em geral considera-se a relação entre a quantidade de proteína ingerida e o ganho em peso obtido em determinado período. Também pode ser expresso através de equações que relacionam o peso metabólico dos peixes (JOBLING, 1995). Para o jundiá não existem dados suficientes para se determinar uma curva adequada de crescimento. Alguns dados existentes na literatura para a espécie expressam geralmente o ganho em peso, desconsiderando outros fatores como taxa de ingestão, fase e qualidade do alimento consumido pelo peixe.

3.3. Fontes protéicas utilizadas em rações para peixes

A busca por uma ração que proporcione maior crescimento para qualquer espécie de peixe, passa, fundamentalmente, pela utilização adequada das melhores fontes protéicas disponíveis. O objetivo consiste em reduzir cada vez mais o custo das dietas sem a redução do desempenho dos peixes (TACHIBANA & CASTAGNOLLI, 2003). Para isso, deve-se utilizar uma ou mais fontes com bom aporte de nutrientes, homogeneidade de composição e disponibilidade constante no mercado (LOVELL, 1991). Como exemplos de fontes bastante empregadas para peixes, tem-se: farinha de peixe, levedura de cana, farinha de carne e farelo de soja.

Na Tabela 2 constam valores de composição protéica de alguns ingredientes utilizados em rações para peixes. Podem-se observar diferenças de composição de acordo com os autores. Isto está muito relacionado com a matéria-prima utilizada na preparação do ingrediente. Observa-se também que os ingredientes de origem vegetal (milho, farelo de soja e de trigo) possuem menor variação de composição.

Antes de formular um alimento, além da composição, deve-se conhecer a digestibilidade dos nutrientes de cada ingrediente. Em geral, ingredientes de origem animal possuem maiores valores de digestibilidade em detrimento aos de origem vegetal (GOMES et al., 1995). Para o jundiá, OLIVEIRA FILHO (2005) testou os coeficientes de digestibilidade aparente de proteína, energia e matéria seca de alguns ingredientes. Maiores valores de digestibilidade foram verificados para o glúten de milho, sendo 95, 88 e 82,2% para a proteína, energia e matéria seca, respectivamente.

Quanto à atratividade dos alimentos, PEREIRA DA SILVA & PEZZATO (2000) observaram em experimento com tilápias que ingredientes de origem animal possuem alta atratopalatabilidade. Em contrapartida, a levedura e o farelo de soja são menos atrativos.

De todos os ingredientes de origem vegetal, o farelo de soja é considerado o de melhor composição nutricional, sendo utilizado em dietas para muitas espécies de peixes (LOVELL, 1988). Pode substituir até 50% da farinha de peixe em rações para algumas espécies carnívoras e até 94% para onívoras (PEZZATO, 1995; REFSTIE et al., 1998). Entretanto, muitas vezes estas substituições não afetam o crescimento, mas podem acarretar alterações metabólicas (GALLAGHER, 1994). Para o “catfish” (*Ictalurus punctatus*) verificou-se digestibilidade de 72-84% para o farelo de soja (KIM et al., 1997). Comparando o farelo de soja com a farinha de peixe, ingrediente mais utilizado em rações para organismos aquáticos, o farelo apresenta algumas características inferiores: presença de inibidores,

desbalanceamento de alguns aminoácidos essenciais e baixo fornecimento de energia (WEBSTER et al., 1995).

Tabela 2. Composição de algumas fontes protéicas (%MS).

Ingrediente	Proteína Bruta	Lisina	Metionina	Fonte
Milho, grão	10,9	0,28	0,19	¹
	8,57	0,25	0,17	²
	8,5	0,25	0,17	³
Farinha de peixe	71,2	5,49	2,16	¹
	60,72	4,24	1,75	²
	65,5	5,04	1,99	³
Farinha de carne e ossos	54,1	3,11	0,70	¹
	40,69	1,89	0,49	²
	50	2,67	0,65	³
Farelo de soja	47,7	3,10	0,72	¹
	45,54	2,78	0,65	²
	44,8	2,85	0,57	³
Farelo de trigo	17,1	0,65	0,22	¹
	16,54	0,63	0,22	²
	16,4	0,58	0,19	³
Levedura de cana	46,9	3,33	0,79	¹
	33,65	2,32	0,45	²
	42,6	2,97	0,67	³

¹HALVER (1988); ²ROSTAGNO (2000); ³NRC (1993).

O farelo de soja contém componentes que podem causar distúrbios nos processos digestivos (MOYANO et al., 1992; KAUSHIK et al., 1995). Diferentes fatores anti-nutricionais têm sido identificados no farelo de soja, como inibidores de proteases, lectinas e proteínas antigênicas (LIENER, 1989; MOYANO et al., 1992).

COLDEBELLA & RADÜNZ NETO (2002) testaram diversas fontes protéicas para alevinos de jundiá e demonstraram que ingredientes de origem vegetal, como o farelo de soja e a levedura de cana, podem ser bem aproveitados pelos peixes. Para alevinos de “catfish” (*Ictalurus punctatus*), dietas com 33% de proteína bruta e 2900 kcal de energia digestível/kg, compostas somente por farelo de soja como fonte protéica, apresentaram resultados similares a rações onde se utiliza farinha de peixe (WEBSTER et al., 1992).

A levedura de cana (*Saccharomyces cerevisiae*) é um ingrediente com bom teor protéico, variando de 37 até 45% de proteína bruta, sendo muito utilizada em rações para diversas espécies de peixes. Possui boas quantidades de vitaminas hidrossolúveis, principalmente do complexo "B". BACCARIN & PEZZATO (2001) observaram bom crescimento utilizando a levedura como suplemento vitamínico em alevinos de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). Para o jundiá, alguns trabalhos verificaram excelente resposta em ganho em peso para larvas e alevinos alimentados com rações granuladas e peletizadas onde a levedura foi um dos constituintes da base protéica (PIAIA & RADÜNZ NETO, 1997; COLDEBELLA & RADÜNZ NETO, 2002). Podem ocorrer alguns problemas quanto ao emprego de levedura nas dietas, principalmente relacionados à presença de parede celular rígida, elevados níveis de ácidos nucléicos residuais e também baixa atratopalatabilidade (RUMSEY et al., 1990; PÁDUA, 1996). Estes fatores adversos diminuem a digestibilidade do alimento e conseqüentemente retardam o crescimento dos peixes. A levedura também pode ser utilizada como estimulante do sistema imunológico dos peixes, aumentando a resistência contra algumas enfermidades causadas principalmente por bactérias (LI & GATLIN, 2003).

A farinha de peixe é a fonte protéica mais comumente utilizada em rações para peixes (TACON, 1993; WEBSTER et al., 1995). Possui altos teores protéicos, porém ocorre grande variabilidade de concentração de nutrientes pela heterogeneidade das matérias primas utilizadas na sua preparação. Apesar de seu alto valor nutritivo e boa palatabilidade, o elevado custo encarece o preço final da ração (KIM et al., 1997). Vários são os trabalhos que buscaram substituir este ingrediente por outros de composição mais uniforme, ou também associar fontes protéicas alternativas que, quando combinadas com a farinha de peixe, proporcionem maior crescimento aos peixes.

A farinha de carne e ossos é uma importante fonte protéica de origem animal, que apresenta boa palatabilidade. Caracteriza-se por possuir níveis altos de cálcio e fósforo e bom equilíbrio de aminoácidos essenciais, principalmente nos sulfurados limitantes, que são metionina e cistina (PEZZATO, 1996).

PONGMANEERAT et al. (1993) observaram decréscimo no crescimento de carpas alimentadas com rações em que a farinha de peixe é substituída por glúten de milho, farelo de soja e farinha de carne. Observou-se que a digestibilidade da ração contendo a mistura de fontes foi maior em relação à ração com farinha de peixe como única fonte. Isto pode se aplicar para a farinha de carne e outras farinhas de origem animal, que pelos elevados teores lipídicos podem sofrer alterações devido ao processo de rancidez oxidativa, sendo recomendado à utilização de antioxidantes (TACON, 1993; PEZZATO, 1996).

Trabalho realizado com alevinos de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) demonstrou que a farinha de carne e ossos pode substituir totalmente a farinha de peixe, sem reduzir o crescimento (EL SAYED, 1998). O mesmo autor salienta que apesar dos ingredientes de origem animal possuírem grande valor nutricional, dependendo das matérias-primas utilizadas, pode haver muita discrepância nos resultados obtidos em experimentos com peixes.

Na Tabela 3, para efeito comparativo, temos valores de aminoácidos essenciais (% da proteína do ingrediente) das farinhas animais (farinha de peixe e de carne e ossos) e do farelo de soja. É importante salientar que em geral, os aminoácidos mais limitantes são a metionina, a treonina e o triptofano. Entretanto, deve-se observar as exigências dos peixes, conforme descrito na Tabela 1, onde a lisina também é um aminoácido que limita a qualidade da proteína da dieta.

Ao formular qualquer ração para peixes, deve-se sempre observar a qualidade da matéria-prima, pois se um aminoácido estiver deficiente pode limitar o aproveitamento dos demais (WILSON, 2002). Mais trabalhos deverão ser realizados em relação às exigências protéicas (qualitativos e quantitativos) das espécies nacionais, buscando, em um futuro próximo, a otimização da alimentação.

Tabela 3. Composição de aminoácidos essenciais da farinha de peixe, farelo de soja e farinha de carne e ossos (em % da proteína).¹

Aminoácido	Farinha de peixe	Farelo de soja	Farinha de carne e ossos
Lisina	6,77	6,22	5,34
Arginina	5,72	7,53	6,74
Histidina	2,92	2,64	1,92
Isoleucina	4,08	4,51	2,86
Leucina	6,32	7,76	6,00
Metionina ²	3,23*	2,82*	2,30*
Fenilalanina ³	6,40	8,42	5,58
Treonina	3,85*	3,96*	3,30*
Triptofano	0,95*	1,42	0,60*
Valina	4,62	4,49	4,90

¹ Segundo SANTIAGO & LOVELL, (1988).

² Mais cistina. ³ Mais tirosina. *aminoácidos limitantes.

3.4. Enzimas digestivas

KOLKOVSKI (2001), em ampla revisão sobre o estudo da ontogenia e da atividade de enzimas digestivas em peixes, ressalta ser de fundamental importância o conhecimento dos processos digestivos de cada espécie para a correta elaboração de alimentos nutricionalmente completos. No Brasil, o estudo de enzimas digestivas em peixes nativos é bastante recente.

O processo digestivo, em termos gerais, é a transformação do alimento no trato digestório em compostos mais simples (aminoácidos, ácidos graxos, glicerol, açúcares) para que sejam transportados aos tecidos, via corrente sanguínea. Para que estas alterações ocorram, é necessária a presença de enzimas digestivas ao longo do trato digestório (DE SILVA & ANDERSON, 1995).

A atividade das enzimas digestivas dos peixes está muito relacionada com a composição da dieta e com o hábito alimentar de cada espécie (RAY, 1988; DE SILVA & ANDERSON, 1995). A presença de alimento no trato resulta em estímulos hormonais (colecistoquinina – CCK) para o pâncreas, órgão responsável pela produção de diversas enzimas digestivas (JOBILING, 1995; LOVELL, 1998).

As enzimas mais importantes na digestão das proteínas são a pepsina, a tripsina e a quimotripsina (STEFFENS, 1987). Estas endopeptidases são capazes de hidrolisar a maioria dos peptídeos encontrados nas dietas, pois atuam em pontos muito específicos das moléculas protéicas (FANG & CHIOU, 1989; ZIMMERMANN & JOST, 1998). Em peixes teleósteos, as proteases digestivas são amplamente encontradas no trato digestório.

O estômago, secretor de HCl, é também secretor de uma importante protease ácida: a pepsina. Esta enzima é produzida a partir do pepsinogênio, cuja ativação depende do abaixamento do pH, proporcionada pela secreção de ácido clorídrico (CHAKRABARTI et al., 1995; DEGUARA et al., 2003). O pH ótimo para a atividade proteásica ácida é variável entre as espécies. Trutas apresentam maiores atividades em pH 1,5, enquanto salmão (*Solea solea*) e bacalhau (*Gadus morhua*), em pH 3,0 (HORN, 1992; JOBILING, 1995; HIDALGO et al., 1999). Matrinxãs (*Brycon cephalus*) alimentados com diferentes teores protéicos apresentam maior atividade de protease ácida em pH 2,0, sendo que a elevação da proteína dietária aumentou a atividade enzimática (VIEIRA et al., 2002). Para a enguia japonesa (*Anguilla japonica*), CHIU & PAN (2002) verificaram que o pH ótimo para a pepsina é de 1,5 e 2,0 para as fases juvenil e adulta, respectivamente.

Estudos realizados com a piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) mostraram que esta espécie adapta suas enzimas proteolíticas de acordo com a composição da dieta, ocorrendo

grande atividade de pepsina no estômago (GARCIA-CARREÑO et al., 2002). O jundiá (*Rhamdia quelen*) altera a atividade de protease ácida de acordo com o aumento da quantidade de proteína na dieta (MELO et al., 2002).

Avaliando a atividade das enzimas proteolíticas da tainha (*Mugil platanus*), na fase de larva e alevino, GALVÃO et al. (1997) observaram que a ingestão de alimento induz um aumento na atividade enzimática. Na fase larval deste peixe, ocorre uma digestão alcalina, sendo que enzimas como a pepsina e quimotripsina atuam mais na fase de juvenil, ocorrendo uma digestão ácida. EUSÉBIO & COLOSO (2002) também relatam que o incremento do nível protéico da dieta induz um aumento da atividade de enzimas proteolíticas em juvenis de *Lates calcarifer*. Experimentos realizados com o jundiá e com o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), demonstram que a atividade das proteases alcalinas (tripsina e quimotripsina) pode sofrer maior influência do tipo de dieta (composição) do que simplesmente pela variação da quantidade de proteína (MELO et al., 2002; LUNDSTEDT et al., 2004).

Alguns peixes não-carnívoros, como a carpa comum, possuem alto potencial de secreção de proteases (HIDALGO et al., 1999). Isso é devido à digestão das proteínas dos ingredientes vegetais, pois embora os onívoros precisem relativamente menos proteína que os carnívoros, elas podem ser bem utilizadas (KUZ'MINA, 1990). Larvas de enguia japonesa (*Anguilla japonica*) apresentam aumento na atividade de tripsina até os 16 dias de vida, depois os níveis se estabilizam (PEDERSEN et al., 2003). Para o tambaqui (*Colossoma macropomum*), a quantidade de proteína da dieta aumenta a atividade da tripsina, porém a pepsina não se altera (KOHILA et al., 1992).

A digestão dos carboidratos é realizada no intestino por uma variedade de enzimas. A mais comum é a amilase, produzida pelo pâncreas, que atua em ligações glicosídicas α -1,4 encontradas no amido (LOVELL, 1998). Avaliando a atividade da amilase em peixes tropicais, SEIXAS FILHO et al. (1999) observaram maior atividade de amilase no surubim (carnívoro) que na piracanjuba (onívoro), o que sugere uma certa adaptação do complexo enzimático, devido às condições de criação (alimento). SABAPATHY & TEO (1993) explicam que isto pode estar relacionado com a necessidade de digerir o glicogênio do alimento ingerido. Na truta arco-íris, a atividade de amilase se eleva com o consumo de alimento, com o aumento da temperatura e da salinidade da água (STEFFENS, 1987).

Para estabelecer níveis de nutrientes para os peixes não devemos levar em conta somente a atividade de enzimas digestivas. Porém, estas geralmente atuam de acordo com a composição da dieta e, associadas aos parâmetros metabólicos, são indicadores confiáveis do estado nutricional dos peixes (LUNDSTEDT et al., 2004).

3.5. Composição corporal

O objetivo principal na engorda de peixes é obter um produto com elevado teor protéico, pouca gordura, sendo esta composta por ácidos graxos com elevado grau de insaturação, o que é benéfico para a saúde humana (HUSS, 1988). Também se deseja obter maior rendimento de cortes, principalmente de filé, que normalmente é a parte de maior valor no pescado, devido à ausência de espinhas.

A composição química dos peixes, principalmente a gordura, pode variar consideravelmente devido a fatores como: espécie, idade do animal, sexo, estação do ano e fatores ambientais (GERI et al., 1995; SHIRAI et al., 2002). A qualidade da dieta, bem como as variações nos teores protéicos e lipídicos também influenciam diretamente na composição corporal dos peixes (JUSTI et al., 2003).

A gordura depositada na carcaça do peixe influencia a composição química da carne, bem como interfere nos valores de rendimento de cortes, principalmente pelo acúmulo de gordura visceral. A relação entre a quantidade de proteína e energia na dieta são os fatores que mais interferem neste processo (REIS et al., 1989).

MELO et al. (2001) testaram 3 fontes (banha suína, óleo de soja e canola) e 2 níveis (5 e 10%) de inclusão de lipídios em rações para alevinos de jundiá, com peso inicial de 8,5 g, durante 45 dias. Os autores verificaram que o nível de 5% proporciona menor deposição de gordura na carcaça, independentemente da fonte. Observou-se que peixes alimentados com 5% de inclusão de lipídio tiveram maior rendimento de carcaça em relação ao outro nível testado.

O jundiá economiza proteína quando a concentração energética da dieta aumenta, porém ocorre maior acúmulo de gordura corporal (MEYER & FRACALLOSSI, 2004). Estes autores sugerem um estudo mais aprofundado com a espécie para se estabelecer níveis ótimos de lipídios e carboidratos na dieta, para proporcionar o máximo “efeito poupador” de proteína sem afetar a qualidade do produto final.

Poucas são as informações sobre o rendimento de cortes comerciais para o jundiá (*Rhamdia quelen*). Os trabalhos existentes divulgam basicamente dados a respeito do rendimento de carcaça, não fracionando em cortes específicos e diferenciados.

CARNEIRO et al. (2003a) agruparam exemplares de jundiá em faixas de peso entre 200 e 800 g. Verificaram que peixes com maior peso possuem rendimento de filé superior (34%) em relação aos jundiás com 200 g (29%). Os autores salientam que a diferença no

rendimento de cortes do jundiá está ligada a dois fatores: a eficiência do manipulador e ao desenvolvimento gonadal diferenciado entre macho e fêmea.

O efeito da alimentação sobre a deposição de proteína e gordura na carcaça é um assunto amplamente estudado em espécies como o “catfish” (*Ictalurus punctatus*) e os salmonídeos (trutas e salmões). A utilização de farelo de soja na ração para alevinos de “catfish” acarreta menor deposição lipídica na carcaça, não alterando a quantidade de proteína, em relação a dietas contendo níveis elevados de farinhas de origem animal (farinha de peixe) (MOHSEN & LOVELL, 1990).

Juvenis de “catfish” alimentados com rações contendo farelo de canola em substituição ao farelo de soja também não apresentam diferenças nas quantidades de gordura e proteína depositada na carcaça (WEBSTER et al., 1997). KIM et al. (1997) observaram aumento significativo na deposição de lipídios na carcaça de juvenis de carpa comum (*Cyprinus carpio*) alimentados com farelo de soja integral durante 30 dias. Outros trabalhos mostram que nem sempre a utilização de farelos vegetais pode diminuir a quantidade lipídica da carcaça. Não ocorreu diferença entre os teores de lipídios e proteínas depositadas na carcaça de alevinos de “rohu” (*Labeo rohita*) alimentados com rações contendo farelo de soja em substituição à farinha de peixe (KHAN et al., 2003).

Alevinos de jundiá alimentados durante 90 dias com rações semipurificadas contendo 26% de proteína bruta e 3200kcal/kg de energia metabolizável apresentaram 16,4% de gordura corporal (MEYER & FRACALOSSO, 2004). Quando o nível energético da dieta foi aumentado para 3650kcal/kg de EM, a gordura depositada subiu para 20,38%.

Outro fator que pode interferir na qualidade da carcaça e no rendimento de cortes, além da nutrição, é o fator genético. O híbrido resultante do cruzamento de catfish com blue catfish (*Ictalurus furcatus*) possui maior rendimento de carcaça e rendimento de filé do que os descendentes puros (ARGUE et al., 2003).

4. ARTIGO I

CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO DE FILÉS DE JUVENIS DE JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*, Heptapteridae) ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES PROTÉICAS[#]

Rafael Lazzari¹ João Radünz Neto^{1*} Fabio de Araújo Pedron¹
Cátia Aline Veiverberg¹ Giovani Taffarel Bergamin¹ Ronaldo Lima de Lima¹
Tatiana Emanuelli² Vivian Caetano Bochi² Camila Steffens²

¹ Laboratório de Nutrição de Peixes, Setor de Piscicultura, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

² Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análise Laboratorial (NIDAL), Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

*(Autor para correspondência: e-mail: jradunzneto@smail.ufsm.br: J. Radünz Neto).

[#] Artigo Científico a ser submetido à revista **Aquaculture Nutrition**.

Crescimento e composição de filés de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*, Heptapteridae) alimentados com diferentes fontes protéicas

Resumo

Um experimento foi conduzido durante 90 dias para avaliar a combinação de fontes protéicas (farelo de soja, levedura de cana, farinha de carne e ossos e farinha de peixes) sobre o crescimento e composição do filé de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*). Quinhentos e quarenta peixes (peso inicial=15,00±0,62g, comprimento inicial 11,98±0,35cm) foram distribuídos ao acaso em 18 tanques de 280L (30 peixes/tanque) em um sistema de recirculação de água, com temperatura controlada. Os parâmetros de qualidade da água de criação (amônia total, nitrito, alcalinidade, pH, oxigênio dissolvido) foram aferidos diariamente, ficando de acordo com as condições adequadas para a espécie. Testou-se 6 tratamentos, em triplicatas: CL (farinha de carne e ossos + levedura), SL (farelo de soja + levedura), S (somente farelo de soja), CS (farinha de carne e ossos + farelo de soja), PL (farinha de peixe + levedura) e PS (farinha de peixe + farelo de soja). As medições para acompanhamento do crescimento e análises de composição dos filés aconteceram aos 60 dias e ao final do experimento. Para avaliação do desempenho produtivo, estimaram-se parâmetros como peso (g), comprimento total e padrão (cm), ganho em peso diário (g/dia), sobrevivência (%), fator de condição, taxa de crescimento específico (%/dia), taxa de eficiência protéica, biomassa total (g), rendimento de carcaça (%), conversão alimentar aparente e consumo diário (%PV). A partir dos valores de composição centesimal calcularam-se taxas de deposição de proteína e gordura no filé. Os parâmetros peso, comprimento total e taxa de crescimento específico foram superiores nos tratamentos compostos pela combinação das farinhas de origem animal (carne e ossos e peixes) com farelo de soja. A quantidade de gordura e proteína depositada no filé dos peixes também foi superior ($P<0,05$) nestes tratamentos (CS e PS). Menor sobrevivência foi observada com a dieta PS (92,86%), porém estes peixes apresentaram melhor taxa de eficiência protéica (1,53). Jundiás alimentados com ração contendo somente farelo de soja (S) como fonte protéica sofreram redução no crescimento. Conclui-se que a combinação de farinhas de origem animal com farelo de soja possibilita bom desenvolvimento para juvenis de jundiá.

Palavras chave: crescimento, composição do filé, jundiá, fontes protéicas, *Rhamdia quelen*.

1. Introdução

O jundiá (*Rhamdia quelen*, Heptapteridae) é um bagre nativo da América Latina, habita lagos e rios, sendo muito apreciado para consumo nos países deste continente (SALHI et al., 2004). No Brasil, sua produção ainda é pouco expressiva em relação a outras espécies. A aceitação de diversos tipos de alimentos, fácil adaptação a ambientes de cultivo, rápido crescimento e excelente sabor de sua carne, fazem desta espécie uma das mais promissoras da piscicultura de água doce brasileira (GOMES et al., 2000; COLDEBELLA & RADÜNZ NETO, 2002; BARCELLOS et al., 2004)

Alguns estudos foram realizados abordando aspectos da qualidade de água e nutrição do jundiá (LUCHINI, 1990; CHIPARI-GOMES et al., 1999; MARCHIORO & BALDISSEROTTO, 1999; LOPES et al., 2001; TOWNSEND & BALDISSEROTTO, 2001; COLDEBELLA & RADÜNZ NETO, 2002; MELO et al., 2002; GOLOMBIESKI et al., 2003; MEYER & FRACALLOSSI, 2004; SALHI et al., 2004). Entretanto, faltam ainda maiores estudos sobre a nutrição e qualidade da carne desta espécie, principalmente relacionadas à utilização de diferentes fontes alimentares.

A ração representa a maior parcela do custo total da produção em piscicultura e também determina o crescimento e a qualidade do produto final (EL SAYED, 1999). Para isso, devem-se utilizar ingredientes com bom aporte de nutrientes, homogeneidade de composição e disponibilidade constante no mercado (LOVELL, 1991).

As farinhas de origem animal, principalmente as de peixes, são os ingredientes utilizados com maior frequência na composição de rações, porém são de maior custo (WEBSTER et al., 1992). São constituídas por proteína de elevado valor biológico, altos níveis de aminoácidos essenciais, o que justifica seu uso (WEBSTER et al., 1995). Porém, a produção mundial de farinhas animais não irá atender a toda a demanda, encarecendo cada vez mais o custo do alimento (HARDY, 1996; KIM et al., 1997; WURTS, 2000). Com isso, são necessárias buscas de fontes protéicas alternativas que possam diminuir o custo do alimento sem diminuição da eficiência produtiva (KAUSHIK et al., 2004).

Para a tilápia do Nilo, a utilização de ingredientes como a farinha de camarão, a farinha de carne e ossos e a farinha de vísceras de aves pode substituir a farinha de peixe, sem diminuição do crescimento (EL SAYED, 1998). Para algumas espécies, melhores resultados são obtidos quando se combinam fontes protéicas de origem animal com as vegetais (PONGMANEERAT et al., 1993).

A utilização de fontes protéicas de origem vegetal vem sendo amplamente estudada para substituir total ou parcialmente as farinhas de origem animal em rações para peixes

(TACON, 1993). Bons resultados foram obtidos para o catfish e o blue catfish (*Ictalurus furcatus*), quando alimentados com percentagens significativas de farelo de soja na ração (WEBSTER et al., 1992).

COLDEBELLA & RADÜNZ NETO (2002) testaram diversas fontes protéicas para alevinos de jundiá e demonstraram que ingredientes de origem vegetal, como o farelo de soja e a levedura de cana, possibilitam ganho em peso superior em relação aquele obtido quando os peixes foram alimentados com farinha de carne e ossos. Resultados preliminares demonstraram que alevinos de jundiá alimentados com ração contendo 32% de farelo de soja e 24% de farinha de peixe têm bom crescimento (LAZZARI et al., 2004). À medida que se acrescentou mais farelo de soja na ração o desempenho dos peixes decresceu.

A composição e a forma de apresentação do pescado ao consumidor interfere diretamente na aceitabilidade do produto (SOUZA et al., 2004). O lipídio é o componente mais variável no organismo do peixe (GERI et al., 1995). A deposição lipídica na carcaça do jundiá tem relação direta com o nível de lipídio e a concentração energética do alimento (MELO et al., 2001; MEYER & FRACALOSSO, 2004). Dietas mal elaboradas ou não específicas para cada espécie levam ao acúmulo excessivo de gordura na carcaça. Isto eleva o custo de produção, pela redução da eficiência alimentar, prejudicando a qualidade da carne (REIS et al., 1989). A utilização de farelo de soja na ração para alevinos de catfish acarreta menor deposição lipídica na carcaça, não alterando a quantidade de proteína depositada (MOHSEN & LOVELL, 1990). KIM et al. (1997) observaram aumento significativo na deposição de lipídios na carcaça de juvenis de carpa comum alimentados com farelo de soja integral durante 30 dias. Entretanto, alguns estudos mostram que nem sempre a utilização de farelos vegetais diminui a quantidade lipídica da carcaça. Não ocorreu diferença entre os teores de lipídios e proteínas depositadas na carcaça de alevinos de rohu (*Labeo rohita*) alimentados com rações contendo farelo de soja em substituição a farinha de peixe (KHAN et al., 2003).

Para o jundiá, não existem trabalhos sobre o efeito da utilização de fontes protéicas sobre a composição e qualidade do pescado. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento e a composição centesimal de filés de juvenis de jundiá alimentados com diferentes fontes protéicas.

2. Material e métodos

2.1. Instalações e animais

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Nutrição de Peixes, do Setor de Piscicultura da Universidade Federal de Santa Maria. O experimento de crescimento teve duração de 90 dias, com início em janeiro e término em abril de 2004, conduzido num sistema de recirculação de água composto por 18 tanques de polipropileno com volume útil de 280L, com temperatura controlada e sistema de aeração tipo “Venturi” (RADÜNZ NETO et al., 1987). As unidades experimentais constituíam-se em um tanque contendo 30 peixes, com densidade de estocagem inicial de 1,6 g.L⁻¹. O abastecimento e drenagem de água foi realizado individualmente em cada tanque, sendo a vazão ajustada regularmente a 2,5 L.min⁻¹.

O sistema possui também dois filtros biológicos, uma resistência elétrica e um termostato, com a finalidade de manter constante a temperatura da água (26°C), proveniente de poço artesiano.

Foram utilizados 540 juvenis de jundiá (peso médio inicial:15,00±0,62, comprimento inicial 11,98±0,35cm) provenientes de reprodução induzida (Piscicultura São Carlos, Ibirubá, RS, Brasil). Antes do início do experimento, os animais foram mantidos em tanque de alvenaria para adaptação, sendo submetidos a um tratamento profilático com cloreto de sódio (4g.L⁻¹) (MIRON et al., 2003).

2.2. Dietas e manejo alimentar

Foram testadas 6 rações compostas pela combinação de diferentes fontes protéicas, conforme descrito na Tabela 1.

Os ingredientes utilizados foram pesados e posteriormente misturados, manualmente, até completa homogeneização. Após, as dietas foram umedecidas, peletizadas em máquina de moer carne e levadas ao sol para a secagem. A temperatura de secagem foi aferida com termômetro, chegando ao máximo de 58°C. Depois da secagem, as rações foram novamente moídas e peneiradas para a obtenção de grânulos de 1 mm de diâmetro. Conforme o crescimento dos peixes, a granulometria foi ajustada.

A alimentação foi fornecida aos peixes 2 vezes ao dia (9 e 17h), até a saciedade aparente. A diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras por unidade experimental foi pesada para a realização do cálculo de consumo e outros parâmetros produtivos. Nas 24 horas que antecederam o início do experimento, todos os peixes ficaram em jejum. Antes de cada alimentação, foram retirados todos os resíduos do dia anterior através de sifonagem.

2.3. Manejo da água

Diariamente aferiu-se os parâmetros físico-químicos da água: temperatura (°C), amônia total (ppm), nitrito (ppm), alcalinidade (mgCaCO₃/L), pH e oxigênio dissolvido (ppm). Para a aferição da temperatura, utilizou-se um termômetro com bulbo de mercúrio; para o oxigênio, um oxímetro digital; para pH, um pHmetro digital e, para as demais análises, um kit colorimétrico marca Alfa-Tecnoquímica. A água utilizada para a realização das análises foi coletada na entrada do primeiro filtro biológico, sempre antes da limpeza diária. Também foram realizadas limpezas dos encanamentos que compõem o sistema e sifonagem dos resíduos de cada unidade experimental, diariamente.

2.4. Amostragens, análises e parâmetros avaliados

Antes do início do experimento, 30 peixes foram separados aleatoriamente, para avaliação da composição centesimal inicial. 20% de cada unidade experimental (6 peixes) foram pesados e medidos, utilizando-se uma balança digital com 2 casas decimais e um ictiômetro.

Foram tomadas medidas de peso e comprimento aos 60 dias e ao final do experimento (90 dias). Aos 60 dias foram coletados 6 peixes de cada unidade experimental e ao final do experimento todos os peixes restantes foram medidos. Para a realização de análises da composição centesimal dos filés, utilizou-se 3 peixes por unidade experimental (9 por tratamento) nos dois períodos de coleta. Todas as capturas foram realizadas com o auxílio de um puçá, ao acaso. Os peixes, antes de qualquer coleta de dados, eram submetidos a 24 horas de jejum. Antes do início do experimento, 10 juvenis foram separados para a realização da análise inicial de filés.

A determinação da composição centesimal do filé foi realizada no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análise Laboratorial (NIDAL) da Universidade Federal de Santa Maria. As cinzas e umidade foram determinadas, nas amostras, através da metodologia descrita nas NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985), assim como, a proteína total, que foi determinada pelo método de KJELDAHL utilizando 6,25 como fator de conversão. A determinação de lipídios foi realizada segundo metodologia descrita pelo LANARA (1981) hidrólise ácida. O conteúdo de carboidratos foi calculado por diferença.

Os parâmetros estimados foram:

Comprimento total (CT): medida da porção anterior da cabeça até o final da nadadeira caudal, em cm.

Comprimento padrão (CP): medida da porção anterior da cabeça até a inserção da nadadeira caudal, em cm.

Peso (P): peso final obtido ao final de cada período, em gramas.

Sobrevivência (S): percentagem de sobreviventes em relação ao número inicial de peixes em cada tratamento.

Taxa de crescimento específico (TCE): expresso em %/dia, calculado segundo a fórmula: $\{[\log_n(\text{Peso final}) - \log_n(\text{Peso inicial})] / \text{período (60 ou 90 dias)}\} \times 100$.

Fator de condição (FC): $(\text{Peso} \times 100) / (\text{Comprimento total}^3)$.

Rendimento de carcaça (RC): diferença entre o peso inteiro e o peso eviscerado, com as brânquias e a cabeça, expresso em percentagem, segundo MELO *et al.*, (2002).

Ganho em peso diário (GPD): diferença entre o peso final e o peso inicial dos peixes, em gramas por dia.

Conversão alimentar aparente (CAA): quantidade de alimento consumido / ganho em peso obtido.

Taxa de eficiência protéica (TEP): ganho em peso / quantidade de proteína consumida.

Consumo diário (CD): $\text{Consumo no período} / [(\text{peso final} + \text{peso inicial})/2] / \text{dias} \times 100$, expresso em %PV/dia.

A partir da composição centesimal, foram calculadas (CAMARGO *et al.*, 1999):

Proteína bruta total depositada (PBTd):

$(\text{PFg} \times \text{RFF}/100 \times \% \text{PBF Mn}/100) - (\text{PIg} \times \text{RFI}/100 \times \% \text{PBI Mn}/100)$, onde:

PFg é peso final (g); RFF é Rendimento de filé final; %PBF Mn é a % PB dos filés na matéria natural da análise inicial; PIg é o peso inicial (g); RFI é o rendimento de filé inicial e % PBI Mn é a % PB dos filés na matéria natural da análise inicial.

Total de proteína bruta depositada no filé (TPDF): $\text{PBTd} / \text{D} \times 1000$. Em que: PBTd é a Proteína Bruta total depositada e D é igual aos dias de experimento.

Gordura total depositada (GTD):

$(\text{PF} \times \text{RFF}/100 \times \% \text{EEF Mn}/100) - (\text{PI} \times \text{RFI}/100 \times \% \text{EEI Mn}/100)$, onde:

PI e PF são os pesos médio inicial e final; RFI e RFF são os rendimentos de filé inicial e final; e % EEF Mn e % EEI Mn são as percentagens de lipídios na matéria natural final e inicial das carcaças.

Total de gordura depositada no filé (TGDF): $\text{GTD} / \text{D} \times 1000$. Onde: GTD é a gordura total depositada e D o número de dias de experimento.

2.5. Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 3 repetições. Os dados obtidos foram submetidos a testes de normalidade, sendo depois analisados através de análise de variância (uma via). As médias foram comparadas pelo teste de DUNCAN ao nível de 5% de significância. Para a realização das análises utilizou-se o software “SAS” (1997).

3. Resultados

Os parâmetros físico-químicos da água estiveram adequados para a espécie: temperatura ($26,85 \pm 1,02^\circ\text{C}$), amônia total ($0,50 \pm 0,22\text{ppm}$), nitrito ($0,06 \pm 0,01\text{ppm}$), alcalinidade ($48,96 \pm 13,40 \text{ mgCaCO}_3/\text{L}$), pH ($7,30 \pm 0,26$) e oxigênio dissolvido ($5,53 \pm 0,62\text{ppm}$).

Na Tabela 2 estão descritos os resultados de crescimento aos 60 dias de experimento. Para as variáveis comprimento total (CT) e comprimento padrão (CP), os peixes do tratamento CS (carne + soja) diferiram estatisticamente dos demais, com valores de 21,60 e 18,04cm, respectivamente. Em relação à sobrevivência não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$).

Já para o peso (P), os peixes alimentados com farelo de soja combinado com as farinhas animais (carne e ossos e peixe) tiveram os maiores valores (85,59 e 72,63g). O menor valor de peso foi observado no tratamento composto somente por farelo de soja (43,65g). Como os valores de sobrevivência foram muito próximos, a biomassa total (BT) dos peixes acompanhou a diferença existente no peso dos peixes.

Não houve diferença significativa entre os valores de rendimento de carcaça, que em todos os tratamentos, aos 60 dias, foram iguais ou superiores a 80%. O fator de condição, variável que demonstra a condição corporal do peixe, foi inferior nos peixes alimentados com as dietas contendo farinhas de origem animal e farelo de soja em sua composição (CS e PS).

A taxa de crescimento específico, aos 60 dias, foi superior nos peixes alimentados com farinha de carne e farelo de soja (CS), que tiveram uma TCE de 2,80%/dia, diferindo estatisticamente dos tratamentos sem a inclusão de farinhas animais (SL e S). O ganho em peso diário (GPD), seguindo a relação com o peso, foi maior nos peixes alimentados com a associação das farinhas de carne ou peixes com o farelo de soja.

Observando a Tabela 2, verificou-se que a melhor taxa de conversão obtida (1,42:1) foi nos peixes alimentados com a ração composta por farinha de carne e farelo de soja (CS). A

pior CAA foi verificada nos peixes alimentados com a ração a base de farelo de soja somente (S).

Outro parâmetro importante na avaliação da eficiência de utilização do alimento é a taxa de eficiência protéica. Melhores taxas foram verificadas nos tratamentos contendo farelo de soja e farinha de carne e ossos (1,90) e também com farinha de peixe (1,83). O consumo diário de alimento (CD), expresso em % do peso vivo por dia, variou de 3,54 (tratamento CS) até 4,04% (tratamento SL).

Os dados zootécnicos referentes ao crescimento dos juvenis de jundiá ao final do experimento (90 dias) estão demonstrados na Tabela 3. Em relação aos valores de comprimento total (CT) e comprimento padrão (CP), os peixes do tratamento CS obtiveram os maiores valores (22,66 e 19,06cm), respectivamente. Os menores comprimentos foram verificados nos peixes do tratamento a base de farelo de soja (S).

O peso dos peixes alimentados com as dietas CS e PS foram superiores, diferindo significativamente dos demais. Uma observação importante refere-se ao peso dos peixes do tratamento S, que diminuíram de valor (43,65 para 30,84g) em relação aos 60 dias. O ganho em peso diário (GPD) também foi superior nos tratamentos CS e PS, em torno de 1g por dia. A taxa de crescimento específico e a biomassa total, ao final do experimento, foram maiores ($P < 0,05$) nestes tratamentos.

O fator de condição (FC) observado nos jundiás alimentados somente com farelo de soja tratamento (S) foi de 0,74, inferior aos demais tratamentos ($P < 0,05$). Observou-se menor sobrevivência (92,86%) no tratamento a base de farinha de peixe e farelo de soja (PS), sendo que não ocorreu mortalidade nos tratamentos a base de farinha de carne (CL e CS) e com farinha de peixe mais levedura (PL). O rendimento de carcaça dos peixes foi inferior (77,9%) no tratamento composto por farinha de carne e levedura de cana (CL).

As melhores taxas de conversão alimentar aparente (CAA) foram observadas nos tratamentos onde os peixes tiveram maior peso final (CS e PS), entretanto, a melhor taxa de eficiência protéica ocorreu nos peixes do tratamento contendo farinha de peixe e farelo de soja. Os jundiás alimentados com farelo de soja e levedura (SL) foram os que mais consumiram alimento em relação ao peso (4,88%), enquanto os que foram alimentados somente com farelo de soja tiveram o menor consumo (3,17%).

Na Tabela 4, temos os valores da análise centesimal do filé dos jundiás, aos 60 e 90 dias. No primeiro período de avaliação (60 dias), a quantidade de proteína do filé dos peixes alimentados com a dieta contendo farinha de carne e ossos mais levedura de cana (CL) foi

superior ($P < 0,05$) em relação à análise da amostra inicial. Entretanto não ocorreu diferença significativa entre os demais tratamentos testados.

As menores quantidades de lipídios no filé, aos 60 dias, foram observadas nos peixes dos tratamentos SL (farelo de soja e levedura), S (farelo de soja) e PS (farinha de peixe mais farelo de soja). Aos 90 dias, maior quantidade ocorreu no filé dos peixes alimentados com a ração contendo farinha de carne e ossos e farelo de soja (7,2%).

A quantidade de cinzas, aos 60 dias, não diferiu entre os tratamentos, porém foi superior em relação à análise inicial. Aos 90 dias, os filés dos peixes alimentados com a ração à base de farinha de carne e levedura de cana (CL) tiveram menor quantidade em relação ao tratamento a base de farinha de peixes e farelo de soja (PS).

A Tabela 5 ilustra a quantidade de proteína e gordura depositada no filé dos juvenis de jundiá. Aos 60 dias, observou-se maior deposição de proteína e gordura no filé dos peixes alimentados com rações contendo farinhas de origem animal (carne e ossos ou peixes). Aos 90 dias, as maiores taxas de deposição de gordura e proteína no filé foram verificadas nos peixes dos tratamentos CS (farinha de carne e farelo de soja) e PS (farinha de peixe e farelo de soja). Nas duas avaliações de deposição (60 e 90 dias), os juvenis do tratamento a base de farelo de soja (S) tiveram os menores valores de proteína e gordura total depositada no filé. De maneira geral, observou-se que no filé dos jundiás houve maior acúmulo de gordura em detrimento a quantidade de proteína depositada.

4. Discussão

Os dados apresentados neste trabalho são importantes na avaliação do aproveitamento de fontes de proteína pelo jundiá, assunto ainda pouco estudado. A boa resposta obtida no desempenho dos peixes alimentados com as farinhas de origem animal combinadas com farelo de soja mostra a boa capacidade de crescimento desta espécie. O desempenho obtido nos peixes alimentados com rações que continham levedura na sua composição (CL, SL e PL) ficou abaixo do esperado, principalmente em relação ao peso obtido ao final dos 90 dias de alimentação, já que COLDEBELLA & RADÜNZ NETO (2002) demonstraram que a mistura de levedura de cana e farelo de soja proporciona excelentes taxas de crescimento específico (4,93%/dia) e peso para alevinos de jundiá, bem superiores em relação a dietas contendo farinha de carne e farelo de soja. Uma das prováveis causas desta discrepância nos resultados está relacionada à qualidade da matéria-prima empregada (farinha de carne), muito susceptível a variações de composição, carência de

aminoácidos essenciais e problemas de rancidez oxidativa (TACON, 1993; PEZZATO, 1995; EL SAYED, 1998).

O perfil de aminoácidos das dietas (Tabela 1) foi semelhante, não podendo-se atribuir o fraco crescimento dos peixes dos tratamentos sem a inclusão de farinhas de origem animal a esse fator. Entretanto, o tempo de alimentação também pode ter influenciado, visto que modificações na síntese protéica e atividade enzimática podem manifestar-se após maiores períodos de alimentação (LOPEZ et al., 1999; KROGDAHL et al., 1994; KAUSHIK et al., 1995).

A redução de crescimento observada nos peixes do tratamento contendo somente farelo de soja (S) provavelmente ocorreu devido aos fatores antinutricionais que este ingrediente possui, quando utilizado em altos níveis. Estes fatores adversos provocam inibição enzimática, baixo consumo e diminuição da síntese protéica, claramente observada nos parâmetros produtivos nos jundiás do presente estudo. Apesar do alto nível de inclusão na dieta (68,5%), os efeitos sobre o desempenho produtivo foram bastante evidentes, inclusive com perda de peso. A tolerância à utilização deste ingrediente depende muito da espécie e também do período de alimentação. Alevinos de blue catfish alimentados com rações contendo 69% de farelo de soja não apresentaram decréscimo na eficiência de utilização de proteína e tampouco no consumo de alimento (WEBSTER et al., 1992). Entretanto, o peso final foi inferior comparado a peixes alimentados com a adição de 13% de farinha de peixe. Outro fator importante na utilização do farelo de soja nas rações é a adequada suplementação de fósforo, presente nos farelos vegetais na forma de fitato, que é pouco digestível.

A conversão alimentar é um dos principais parâmetros para avaliação da eficiência produtiva de um alimento. Juvenis de catfish com peso inicial de 18g, alimentados com dieta contendo 40% de farinha de peixe e 6% de farelo de soja por 9 semanas, tiveram conversão alimentar de 1,25:1 (MOHSEN & LOVELL, 1990). Este valor é semelhante ao obtido com os jundiás alimentados com a ração contendo farelo de soja e farinha de peixe (PS) do presente experimento (1,28:1). Cabe ressaltar que este valor de conversão alimentar é excelente tratando-se de uma espécie de hábito alimentar onívoro.

O rendimento de carcaça (RC) nos diz o quanto representa o peso do peixe eviscerado em relação ao peso inteiro. Os valores observados neste estudo são semelhantes aos obtidos por MELO et al. (2002) com juvenis de jundiá alimentados com diferentes fontes de lipídios, em torno de 80%. Para trutas, FRANCESCO et al. (2004) verificaram que peixes alimentados com dietas contendo somente ingredientes de origem vegetal apresentam menor rendimento de carcaça em detrimento aos alimentados com a inclusão de farinha de peixe. O

peso da cabeça não apresentou diferença entre os tratamentos, demonstrando que a variação nos valores de rendimento de carcaça está mais relacionada com o peso de vísceras e a gordura visceral. A faixa de peso e o sexo são também fatores que interferem no rendimento de carcaça do jundiá. Jundiás machos de 200 até 400g de peso vivo apresentam maior rendimento de carcaça em relação a fêmeas, que podem sofrer influência em períodos de desenvolvimento gonadal (CARNEIRO et al., 2003).

A avaliação da composição química da carne dos peixes é fundamental, por que influencia a qualidade e a vida útil do produto final (filé). Poucas são as informações existentes a respeito da qualidade do filé do jundiá, o que dificulta a avaliação dos resultados obtidos no presente trabalho. Observou-se maior deposição de gordura em relação à quantidade de proteína depositada, em todos os tratamentos. Apesar de apresentarem maior quantidade de lipídios no filé aos 90 dias, os peixes do tratamento contendo CS depositaram a mesma quantidade de gordura que os peixes alimentados com a dieta PS. CLEMENT & LOVELL (1994) observaram 17,3% de proteína e 7,4% de gordura no filé de catfish, valores semelhantes aos obtidos nos jundiás alimentados com farinha de carne e ossos mais farelo de soja (Tabela 4). Os autores acima verificaram que filés de tilápias possuem 5,7% de gordura e 20,3% de proteína.

Para o jundiá, como para a maioria das espécies de peixes, o tipo de gordura na ração (saturada ou não saturada), o nível energético da dieta e a relação proteína-energia do alimento são os fatores principais que ocasionam diferenças na deposição de gordura e proteína na carcaça e no filé (REIS et al., 1989; MELO et al., 2002; MEYER & FRACALOSSO, 2004). Os resultados obtidos no presente estudo poderão servir de referência a futuros trabalhos com jundiá, para comparação dos resultados e para avaliar também parâmetros tecnológicos da carne, ainda pouco esclarecidos.

Os resultados deste estudo mostram que a combinação de farelo de soja com as farinhas de origem animal (farinha de peixe ou farinha de carne e ossos) proporciona bom crescimento em juvenis de jundiá. Nos peixes alimentados com estas dietas ocorreu maior deposição de gordura e proteína no filé em relação às demais fontes testadas. O farelo de soja utilizado como única fonte de proteína na dieta reduz o crescimento do jundiá, sendo necessários estudos para a definição de níveis de incorporação deste ingrediente nas rações para esta espécie.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pelo fornecimento de bolsa de estudos ao primeiro autor. Aos estagiários e funcionários do Laboratório de Nutrição de Peixes da Universidade Federal de Santa Maria pelo auxílio na preparação das instalações experimentais. As empresas Prónutra do Brasil, Vitagri Nutrição Animal e Zillo Lorenzetti Ltda. pelo fornecimento de ingredientes para a elaboração dos alimentos. Ao professor José Henrique Souza da Silva pela contribuição e apoio no planejamento experimental e análises estatísticas.

Referências Bibliográficas

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

CAMARGO, A.C.S.; et al. Níveis de Energia Metabolizável para Tambaqui (*Colossoma Macropomum*) dos 30 aos 180 gramas de peso vivo. 1. Composição das carcaças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p. 409-415, 1999.

CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D.; BENHACK, F. Processamento: o jundiá como matéria-prima. **Panorama da Aqüicultura**, v.13, n.78, p.17-21, 2003.

CHIPPARI-GOMES, A.R.; GOMES, L.C.; BALDISSEROTTO, B. Lethal temperatures for *Rhamdia quelen* fingerlings (PIMELODIDAE). **Journal of Applied Aquaculture**, v.9, n.4, p.11-21, 1999.

CLEMENT, S.; LOVELL, R.T. Comparison of processing yield and nutrient composition of cultured Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.119, p.299-310, 1994.

COLDEBELLA, I.; 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 tilapia *Oreochromis niloticus* spp. **Aquaculture Research**, v.179, p.149-168, 1999.

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

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

GERI, G.; et al. Body traits and chemical composition of muscle in the common carp (*Cyprinus carpio* L.) as influenced by age and rearing environment. **Aquaculture**, v.129, p.329-333, 1995.

GOLOMBIESKI, J.I.; et al. Transport of Silver catfish (*Rhamdia quelen*) fingerlings at different times, load densities, and temperatures. **Aquaculture**, v.216, p.95-102, 2003.

GOMES, L.C.; et al. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, v.30, n.1, p.179-185, 2000.

HARDY, R.W. Alternate protein sources for salmon and trout diets. **Animal Feed Science Technology**, n.59, p.71-80, 1996.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz . Vol. I- Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo. 1985.

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

KAUSHIK, S.J.; et al. Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass, *Dicentrarchus labrax*. **Aquaculture**, v.230, p.391-404, 2004.

KHAN, M.A.; et al. Growth and body composition of rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing oilseed meals: partial or total replacement of fish meal with soybean meal. **Aquaculture Nutrition**, v.9, p.391-396, 2003.

KIM, M.K.; ÖZKÖK, E.; HAN, I.K. Effect of soybean meal and full-fat soybean for fish meal replacement on the growth performance of carp grower. **Korean Journal Animal Nutrition Feeding**, v.21, n.6, p.503-510, 1997.

KROGDAHL, A.; et al. Soybean proteinase inhibitors affect intestinal trypsin activities and amino acid digestibilities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.107, p.215-219, 1994.

LANARA. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes**. I – Métodos microbiológicos. Brasília. 1981.

LAZZARI, R.; et al. Estudos preliminares sobre a substituição da farinha de peixe por farelo de soja no crescimento de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). In: **XVI Congresso Estadual de Medicina Veterinária**. Anais.....Passo Fundo, RS. Cd-rom. 2004.

LOPES, J.M.; SILVA, L.V.F.; BALDISSEROTTO, B. Survival and growth of *Rhamdia quelen* (Pimelodidae) larvae exposed to different water pH. **Aquaculture International**, v.9, n.1, p.73-80, 2001.

- LÓPEZ, M.F.J.; et al. Inhibition of digestive proteases by vegetable meal in three fish species; seabream (*Sparus aurata*), tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African sole (*Solea senegalensis*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.122B, p.327-332, 1999.
- LOVELL, R.T. Nutrition of Aquaculture species. **Journal of Animal Science**, v.69, p.4193-4200, 1991.
- LUCHINI, L. **Manual para el cultivo del bagre sud americano (*Rhamdia sapo*)**. ONU RLAC/90/16 - PES-20. Santiago (Chile) 04/90. 60p., 1990.
- MARCHIORO, M.I.; BALDISSEROTTO, B. Sobrevivência de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard, 1824) à variação de salinidade da água. **Ciência Rural**, v.29, n.2, p.315-318, 1999.
- 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**, v.32, n.2, p.323-327, 2002.
- MELO, J.F.B.; RADÜNZ NETO, J.; SILVA, J.H.S. Uso de diferentes fontes e níveis de lipídios na alimentação de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.7, n.1, p.135-144, 2001.
- MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Protein requirement of jundia fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, v.240, p.331-343, 2004.
- MIRON, D.S.M.; et al. Efficacy of different salt (NaCl) concentrations in the treatment of *Ichthyophthirius multifiliis* – infected Silver Catfish, *Rhamdia quelen*, fingerlings. **Journal of Applied Aquaculture**, v.14, n.1, p.155-161, 2003.
- MOHSEN, A.A.; LOVELL, R.T. Partial substitution soybean meal with animal protein sources in diets for channel catfish. **Aquaculture**, v.90, p.303-311, 1990.
- PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não convencionais disponíveis para a indústria de nutrição de peixes no Brasil. In: **Simpósio Internacional sobre Nutrição de Peixes e Crustáceos**. CBNA, Anais.... Campos do Jordão.126 p., p.35-52, 1995.
- PONGMANEERAT, J.; et al. Use of different protein meals as partial or total substitution for fish meal in carp diets. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v.59, n.7, p.1249-1257, 1993.
- 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**, v.64, p.2-6, 1987.
- REIS, L.M.; REUTEBUCH, E.M.; LOVELL, R.T. Protein-to-energy ratios in production diets and growth, feed conversion and body composition of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, v.77, p.21-27, 1989.
- 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**, v.231, p.435-444, 2004.

SAS. **Statistical Analysis System**. User's Guide. Version 6.08, SAS INSTITUTE INC.4. ed. North Caroline. <SAS INSTITUTE INC>, 846 p., 1997.

SOUZA, M.L.R.; et al. Defumação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira, eviscerada e filé: Aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.27-36, 2004.

TACON, A.G.J. **Feed ingredients for warmwater fish: fish meal and other processed feedstuffs**. FAO Fisheries Circular. nº. 856. Rome, FAO. 1993. 64p.

TOWNSEND, C.R.; BALDISSEROTTO, B. Survival of silver catfish fingerlings exposed to acute changes of water pH and hardness. **Aquaculture International**, v.9, p.413-419, 2001.

WEBSTER, C.D.; TIDWELL, J.H.; TIU, L.S. Use of soybean meal as partial or total substitute of fish meal in diets for blue catfish (*Ictalurus furcatus*). **Aquatic Living Resources**, v.8, p.379-384, 1995.

WEBSTER, C.D; YANCEY, D.H.; TIDWELL, J.H. Effect of partially or totally replacing fish meal with soybean meal on growth of blue catfish (*Ictalurus furcatus*). **Aquaculture**, v.103, p.141-152, 1992.

WURTS, W.A. Sustainable Aquaculture in twenty-first century. **Reviews in Fisheries Science**, v.8, n.2, p.141-150, 2000.

Tabela 1. Composição das rações experimentais (g/kg de alimento).¹

Ingredientes	Diets ²					
	CL	SL	S	CS	PL	PS
Levedura	280	332,7	-	-	259,2	-
Farinha de carne e ossos	385,3	-	-	300	-	-
Farinha de peixe	-	-	-	-	300,6	224,8
Farelo de soja	-	332,7	685,3	320	-	300
Milho triturado	150	134,4	124,5	169,5	200	195
Farelo trigo	80	100	100	80,3	150	180
Óleo de canola	74,5	70	60	100	60	70
Sal comum	10	10	10	10	10	10
Fosfato Bicálcico	10	10	10	10	10	10
Mistura vitamínica e mineral ³	10	10	10	10	10	10
Etoxiquina ⁴	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Composição centesimal (%)						
Nutrientes						
Proteína bruta ⁵	34,67	32,14	33,03	34,45	32,92	31,92
Energia digestível ⁶ (kcal/kg)	3420,2	3174,0	3090,3	3451,6	3267,2	3250,5
Matéria Mineral ⁵	13,24	5,27	6,23	12,98	9,98	10,7
Extrato etéreo ⁵	12,75	8,0	7,2	16,4	9,83	11,42
Fibra bruta ⁵	1,8	3,09	4,23	3,67	1,83	3,68
Umidade ⁵	6,94	7,91	8,95	5,52	6,5	8,0
Cálcio ⁵	3,49	1,36	1,59	3,00	2,16	2,16
Fósforo ⁵	2,01	0,75	0,87	1,84	1,57	1,58
Arginina ⁷	1,79	1,84	2,54	2,15	1,70	2,11
Fenilalanina ⁷	1,04	1,48	1,86	1,28	1,29	1,49
Histidina ⁷	0,52	0,75	0,95	0,65	0,95	1,00
Isoleucina ⁷	1,00	1,45	1,60	1,07	1,31	1,33
Lisina ⁷	2,08	2,02	2,14	1,94	2,10	2,00
Leucina ⁷	1,80	2,28	2,60	1,95	2,28	2,35
Metionina+cistina ⁷	0,81	0,84	1,03	0,87	0,92	0,98
Treonina ⁷	1,14	1,44	1,40	1,04	1,43	1,28
Triptofano ⁷	0,13	0,27	0,47	0,28	0,27	0,40
Valina ⁷	1,32	1,61	1,72	1,31	1,59	1,55

¹Diets ajustadas ao experimento de acordo com COLDEBELLA & RADÜNZ NETO (2002).

²CL:farinha de carne e ossos e levedura; SL:farelo de soja e levedura; S:somente farelo de soja; CS:farinha de carne e ossos e farelo de soja; PL: farinha de peixe e levedura; PS: farinha de peixe e farelo de soja.

³Composição da mistura vitamínica e mineral (por kg de produto): Ác.Fólico:400mg, Ác. Nicotínico:14000mg, Ác. Pantotênico:8000mg, Cobalto:1500mg, Cobre:15000mg, Colina:1500mg, Ferro:50000mg, Iodo:700mg, Manganês:23000mg, Selênio:250mg, Vit.A:6000000UI, Vit. B1:1400mg, Vit. B2:3375mg, Vit. B6:4830mg, Vit. B12:5000mcg, Vit. C:25000mg, Vit. D3: 530000UI, Vit. E: 22500 mg, Vit. K3:5000mg, Zinco:40000mg.

⁴(32% etoxiquina, 18% propil-galato, 50% veículo-talco).

⁶ED=[(23,6kJ.g-1 x %PROT. x 0,9) + (39,8kJ.g-1 x %LIP. x 0,85) + (17,2 kJ.g-1 x %CHO x 0,5)]/100. (JOBLING, 1995).

⁵Valores analisados.

⁷ Valores calculados (obtidos em banco de dados da Ajinomoto Biolatina Ind. E Com. Ltda., Brasil).

Tabela 2 – Parâmetros zootécnicos dos jundiás aos 60 dias de experimento.

Parâmetro	CL	SL	S	CS	PL	PS	CV
CT (cm)	19,95 ^{bc}	19,17 ^{cd}	17,01 ^e	21,60 ^a	18,82 ^d	20,50 ^b	2,85
CP (cm)	16,63 ^{bc}	16,14 ^{bc}	14,11 ^d	18,04 ^a	15,88 ^c	17 ^b	2,86
P (g)	69,26 ^b	62,90 ^b	43,65 ^c	85,59 ^a	66,68 ^b	72,63 ^{ab}	11,78
TCE (%/dia)	2,47 ^{ab}	2,40 ^b	1,78 ^c	2,80 ^a	2,57 ^{ab}	2,67 ^{ab}	7,40
FC	0,87 ^{ab}	0,89 ^{ab}	0,89 ^{ab}	0,85 ^b	1,00 ^a	0,84 ^b	7,34
GPD (g/dia)	0,89 ^b	0,80 ^b	0,48 ^c	1,16 ^a	0,87 ^b	0,97 ^{ab}	15,21
S (%)	100 ^a	98,77 ^a	100 ^a	100 ^a	98,77 ^a	96,3 ^a	2,00
BT (g)	1869,9 ^{ab}	1676,9 ^b	1178,4 ^c	2311,1 ^a	1770,1 ^b	1895,9 ^{ab}	13,16
RC (%)	80,7 ^a	82 ^a	82 ^a	80,6 ^a	80 ^a	80,7 ^a	5,47
CAA	1,66 ^{bc}	1,77 ^b	1,94 ^a	1,42 ^d	1,63 ^c	1,55 ^c	3,99
TEP	1,60 ^c	1,59 ^c	1,36 ^d	1,90 ^a	1,69 ^{bc}	1,83 ^{ab}	4,97
CD (%/PV)	3,86 ^{ab}	4,04 ^a	3,62 ^{bc}	3,54 ^c	3,86 ^{ab}	3,76 ^{abc}	4,08

Médias com letras diferentes, na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

Tratamentos: CL:farinha de carne e ossos + levedura; SL:farelo de soja + levedura; S:somente farelo de soja; CS:farinha de carne e ossos + farelo de soja; PL: farinha de peixe + levedura; PS:farinha de peixe + farelo de soja.

Parâmetros: CT: comprimento total; CP: comprimento padrão; P: peso médio; TCE: taxa de crescimento específico; FC: fator de condição; GPD: ganho em peso diário; S: sobrevivência; BT: biomassa total; RC:rendimento de carcaça; CAA:conversão alimentar aparente; TEP: taxa de eficiência protéica; CD:consumo diário. CV: coeficiente de variação.

Tabela 3 – Parâmetros zootécnicos dos jundiás aos 90 dias de experimento.

Parâmetro	CL	SL	S	CS	PL	PS	CV
CT (cm)	21,34 ^b	19,77 ^c	16,12 ^d	22,66 ^a	20,64 ^{bc}	21,68 ^{ab}	2,79
CP (cm)	17,71 ^b	16,56 ^c	13,37 ^d	19,06 ^a	17,46 ^{bc}	18,44 ^{ab}	2,74
P (g)	92,27 ^b	69,10 ^c	30,84 ^d	111,50 ^a	89,55 ^b	108,64 ^a	6,15
TCE (%/dia)	1,97 ^c	1,70 ^d	0,80 ^e	2,16 ^{ab}	2,04 ^{bc}	2,24 ^a	3,69
FC	0,95 ^{bc}	0,89 ^c	0,74 ^d	0,96 ^{bc}	1,02 ^{ab}	1,07 ^a	5,07
GPD (g/dia)	0,85 ^b	0,60 ^c	0,18 ^d	1,06 ^a	0,84 ^b	1,05 ^a	7,59
S (%)	100 ^a	98,41 ^a	98,41 ^a	100 ^a	100 ^a	92,86 ^b	2,18
BT (g)	1937,7 ^b	1430 ^c	637,1 ^d	2341,4 ^a	1880,6 ^b	2119,3 ^a	7,20
RC (%)	77,9 ^d	81,9 ^{ab}	80,1 ^c	81 ^{bc}	82,7 ^a	82,9 ^a	1,00
CAA	1,58 ^c	2,06 ^b	4,59 ^a	1,42 ^{de}	1,57 ^{cd}	1,28 ^e	4,10
TEP	1,15 ^c	0,92 ^d	0,73 ^e	1,30 ^b	1,20 ^c	1,53 ^a	2,48
CD (%/PV)	4,04 ^b	4,88 ^a	3,17 ^d	3,78 ^{bc}	4,08 ^b	3,48 ^c	4,85

Médias com letras diferentes, na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).
 Tratamentos: CL:farinha de carne e ossos + levedura; SL:farelo de soja + levedura; S:somente farelo de soja; CS:farinha de carne e ossos + farelo de soja; PL: farinha de peixe + levedura; PS:farinha de peixe + farelo de soja.

Parâmetros: CT: comprimento total; CP: comprimento padrão; P: peso médio; TCE: taxa de crescimento específico; FC: fator de condição; GPD: ganho em peso diário; S: sobrevivência; BT: biomassa total; RC:rendimento de carcaça; CAA:conversão alimentar aparente; TEP: taxa de eficiência protéica; CD:consumo diário. CV: coeficiente de variação.

Tabela 4 – Composição centesimal (%) do filé de jundiás aos 60 e 90 dias.*

Parâmetro	inicial	CL	SL	S	CS	PL	PS	CV
60 DIAS								
U	76,6 ^a	74,0 ^c	76,4 ^a	76,0 ^{ab}	74,6 ^{bc}	75,7 ^{ab}	76,8 ^a	1,55
PB	16,4 ^b	18,4 ^a	17,6 ^{ab}	17,8 ^{ab}	17,4 ^{ab}	17,8 ^{ab}	17,6 ^{ab}	5,81
Lipídios	5,6 ^{ab}	6,0 ^a	3,6 ^c	3,8 ^c	6,5 ^a	4,7 ^{bc}	4,1 ^c	4,52
CZ	1,0 ^b	1,3 ^a	1,4 ^a	1,3 ^a	1,2 ^a	1,4 ^a	1,3 ^a	3,25
CHO	0,4 ^{ab}	0,2 ^b	1,1 ^a	1,1 ^a	0,2 ^b	0,5 ^{ab}	0,3 ^b	7,85
90 DIAS								
U	76,6 ^{ab}	75,8 ^b	75,3 ^{bc}	77,9 ^a	74,2 ^c	76,5 ^{ab}	76,6 ^{ab}	1,72
PB	16,4 ^c	16,6 ^{bc}	17,9 ^a	17,6 ^{ab}	17,4 ^{abc}	17,5 ^{abc}	17,8 ^a	5,19
Lipídios	5,6 ^b	4,7 ^{bc}	4,5 ^{bcd}	3,2 ^d	7,2 ^a	4,0 ^{cd}	4,3 ^{bcd}	4,93
CZ	1,0 ^c	1,1 ^b	1,2 ^{ab}	1,2 ^{ab}	1,2 ^{ab}	1,2 ^{ab}	1,3 ^a	2,81
CHO	0,4 ^{cd}	1,8 ^a	1,1 ^b	0,1 ^d	0,1 ^d	0,8 ^{bc}	0,1 ^d	5,61

Médias com letras diferentes, na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

U:umidade, PB:proteína bruta, Lipídios, CZ:cinzas, CHO:carboidratos.

*Valores expressos na matéria natural.

CV: coeficiente de variação.

Tratamentos: CL:farinha de carne e ossos + levedura; SL:farelo de soja + levedura; S:somente farelo de soja; CS:farinha de carne e ossos + farelo de soja; PL: farinha de peixe + levedura;PS:farinha de peixe + farelo de soja.

Tabela 5 – Taxas de deposição de proteína e gordura no filé de jundiás.

Parâmetro	CL	SL	S	CS	PL	PS	CV
60 dias							
PBTD (g)	3,08 ^{cd}	3,51 ^{bc}	2,10 ^d	4,76 ^a	3,83 ^{bc}	4,28 ^{ab}	14,84
TPDF (mg/dia)	51,40 ^{cd}	58,48 ^{bc}	34,92 ^d	79,37 ^a	63,91 ^{bc}	71,34 ^{ab}	14,84
GTD (g)	3,73 ^c	4,13 ^{bc}	2,72 ^d	5,42 ^a	4,43 ^{bc}	4,88 ^{ab}	12,76
TGDF (mg/dia)	62,22 ^c	68,77 ^{bc}	45,29 ^d	90,38 ^a	73,76 ^{bc}	81,34 ^{ab}	12,76
90 dias							
PBTD (g)	4,24 ^b	4,05 ^b	1,18 ^c	6,28 ^a	4,61 ^b	6,44 ^a	12,31
TPDF (mg/dia)	47,08 ^b	45,00 ^b	13,10 ^c	69,83 ^a	51,17 ^b	71,58 ^a	12,31
GTD (g)	4,89 ^b	4,67 ^b	1,80 ^c	6,95 ^a	5,20 ^b	7,04 ^a	10,87
TGDF (mg/dia)	54,28 ^b	51,86 ^b	20,02 ^c	77,16 ^a	57,74 ^b	78,25 ^a	10,87

Médias com letras diferentes, na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

Tratamentos: CL: farinha de carne e ossos + levedura; SL: farelo de soja + levedura; S: somente farelo de soja; CS: farinha de carne e ossos + farelo de soja; PL: farinha de peixe + levedura; PS: farinha de peixe + farelo de soja.

Parâmetros: PBTD: proteína bruta total depositada; TPDC: total de proteína bruta depositada no filé; GTD: gordura total depositada; TGDC: total de gordura depositada no filé. CV: coeficiente de variação.

5. ARTIGO II

ATIVIDADE DE ENZIMAS DIGESTIVAS EM JUVENIS DE JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*, Heptapteridae) ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES PROTÉICAS[#]

Rafael Lazzari¹ João Radünz Neto^{1*} Fabio de Araújo Pedron¹

Vânia Lucia Pimentel Vieira² Carolina Rosa Gioda²

Alexandra Pretto² Charlene Cavalheiro de Menezes²

¹ Laboratório de Nutrição de Peixes, Setor de Piscicultura, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

² Laboratório de Bioquímica Adaptativa, Departamento de Química Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

*(Autor para correspondência: e-mail: jradunzneto@smail.ufsm.br: J. Radünz Neto).

[#] Artigo Científico a ser submetido à revista **Aquaculture**.

Atividade de enzimas digestivas em juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*, Heptapteridae) alimentados com diferentes fontes protéicas

Resumo

O objetivo deste estudo foi verificar a atividade de enzimas digestivas em juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com diferentes fontes protéicas. Quinhentos e quarenta peixes (peso inicial=15±0,62g, comprimento inicial 11,98±0,35cm) foram distribuídos ao acaso em 18 caixas de 280L (30 peixes/caixa) em um sistema de recirculação de água, durante 90 dias. A alimentação foi oferecida aos peixes 2 vezes ao dia, até a saciedade aparente. Os parâmetros de qualidade da água de criação (amônia total, nitrito, alcalinidade, pH, oxigênio dissolvido) foram medidos diariamente, ficando em condições adequadas para a espécie. Testou-se 6 rações (com 3 repetições), assim denominadas: CL (farinha de carne e ossos + levedura), SL (farelo de soja + levedura), S (somente farelo de soja), CS (farinha de carne e ossos + farelo de soja), PL (farinha de peixe + levedura) e PS (farinha de peixe + farelo de soja). A cada 30 dias, foram realizadas coletas de tecidos para realização dos ensaios enzimáticos. Foram verificadas as atividades de protease ácida, amilase, tripsina e quimotripsina. Ao final do experimento (90 dias) foram aferidos os seguintes parâmetros: quociente intestinal (QI), índices hepato e digestivo somático (IHS e IDS), comprimento do trato digestório (CTD) e ganho em peso total (GPT). As atividades de amilase e protease ácida foram variáveis entre os diferentes tratamentos testados. A atividade de tripsina foi maior nos peixes alimentados com fontes protéicas de origem animal, sendo que os tratamentos SL e S sofreram inibição bastante acentuada desta enzima ($P < 0,0001$). Mesma tendência foi observada para a quimotripsina, onde os tratamentos sem a inclusão de fontes de origem animal tiveram a menor atividade. Os maiores ganhos em peso foram observados nos tratamentos contendo farelo de soja combinados com farinhas de origem animal. Não ocorreu diferença significativa ($P > 0,05$) para o índice digestivo somático. Verificaram-se maiores valores de comprimento do trato nos peixes dos tratamentos CS (farinha de carne e ossos mais farelo de soja) e PL (farinha de peixe mais levedura). Conclui-se que jundiás alimentados somente com farelo de soja apresentam redução de atividade de proteases alcalinas e também menor crescimento.

Palavras chave: enzimas digestivas, proteases, jundiá, *Rhamdia quelen*, digestão.

1. Introdução

O jundiá (*Rhamdia quelen*) é um bagre nativo da Região Sul do Brasil, possui hábito alimentar onívoro, alimentando-se na natureza de pequenos peixes, crustáceos, restos vegetais e detritos (GUEDES, 1980; MEURER & ZANIBONI FILHO, 1997). A reprodução desta espécie é anual, concentrada nos meses mais quentes, geralmente de agosto a março (GOMES et al., 2000). Em ambientes de cultivo, o jundiá apresenta boa adaptação a diversos tipos de alimento, sendo um peixe bastante rústico e com grande potencial produtivo (BARCELLOS et al., 2004).

A busca de alimentos nutricionalmente completos para peixes passa pelo conhecimento mais apurado de como ocorrem os processos digestivos em cada espécie (KOLKOVSKI, 2001). A digestão dos alimentos só é possível pela ação das enzimas digestivas, presentes ao longo do trato gastrintestinal. Em espécies nativas brasileiras, ainda são poucas as informações encontradas.

O aumento da demanda de ingredientes para utilização em rações para peixes tem direcionado os pesquisadores na avaliação de fontes protéicas de composição homogênea, baixo custo e bom aporte de nutrientes (LOVELL, 1991). As farinhas de origem animal, principalmente a de peixe, são os ingredientes mais utilizados nas rações, principalmente devido a grande qualidade da proteína, que possui bom aporte de aminoácidos essenciais (TACON, 1993). Entretanto, o alto custo e desuniformidade de composição muitas vezes limitam a utilização deste ingrediente, sendo necessária a utilização de outras fontes disponíveis (WEBSTER et al., 1992; WEBSTER et al., 1995; EL SAYED, 1999).

Os ingredientes de origem vegetal estão sendo amplamente estudados para substituir, total ou parcialmente, as farinhas de origem animal. De todos os ingredientes de origem vegetal, o farelo de soja é considerado o de melhor composição nutricional e utilizado em dietas de muitas espécies de peixes (LOVELL, 1988). Pode substituir até 50% da farinha de peixes para algumas espécies carnívoras e até 94% para onívoras (PEZZATO, 1995; REFSTIE et al., 1998). Para o jundiá, a combinação de farelo de soja e levedura de cana proporciona bom desenvolvimento (COLDEBELLA & RADÜNZ NETO, 2002).

O farelo de soja contém fatores antinutricionais, tais como inibidores de proteases, lectinas e proteínas antigênicas, que podem causar distúrbios nos processos digestivos (LIENER, 1989; MOYANO et al., 1992; KAUSHIK et al., 1995). O efeito destes inibidores depende de alguns fatores, como o tipo e o nível do ingrediente utilizado, o período de alimentação e a sensibilidade de cada espécie (LOPEZ et al., 1999).

A atividade das enzimas digestivas dos peixes está muito relacionada com a composição da dieta e com o hábito alimentar de cada espécie (RAY, 1988; DE SILVA & ANDERSON, 1995). Depende também de fatores como pH, temperatura e está associada às características anátomo-fisiológicas (KUZ'MINA, 1990; 1996). Em peixes tropicais, a relação destes fatores com as características do alimento ingerido influencia fortemente a atividade enzimática, principalmente as proteases alcalinas, como a tripsina e quimotripsina (GARCIA-CARREÑO et al., 2002).

Trabalhos realizados com o jundiá (*Rhamdia quelen*) e com o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) demonstram que a atividade das proteases alcalinas sofre maior influência do tipo de dieta (MELO et al., 2002; LUNDSTEDT et al., 2004). Espécies como a piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*) também adaptam suas enzimas de acordo com a composição da dieta, ocorrendo grande atividade de pepsina no estômago (KOHLA et al., 1992; GARCIA-CARREÑO et al., 2002). Para o jundiá (*Rhamdia quelen*), a atividade desta enzima aumenta com a elevação da quantidade de proteína dietária (MELO et al., 2002).

A atividade de amilase também é muito variável entre as espécies. Muitas vezes, peixes de hábito alimentar carnívoro podem ter maior atividade desta enzima, o que sugere uma certa adaptação do complexo enzimático (SABAPATHY & TEO, 1993; SEIXAS FILHO et al., 1999). Em trutas arco-íris, a atividade de amilase se eleva com o consumo de alimento, com o aumento da temperatura e da salinidade da água (STEFFENS, 1987).

Os índices digestivos também são importantes, pois demonstram a capacidade digestiva e podem servir de referência para avaliações desempenho produtivo. Para o jundiá, poucos são os trabalhos que relacionam estes índices com a atividade de enzimas digestivas e o crescimento, em resposta a diferentes composições de dieta.

Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi verificar alguns índices digestivos e a atividade de enzimas digestivas em juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com diferentes fontes protéicas.

2. Material e métodos

2.1. Experimento de crescimento

Utilizou-se 540 juvenis de jundiá (peso médio inicial: $15 \pm 0,62$ g, comprimento inicial $11,98 \pm 0,35$ cm) obtidos através de reprodução induzida (Piscicultura São Carlos, Ibirubá, RS, Brasil). Os peixes foram distribuídos, ao acaso, em 18 tanques de polipropileno com volume útil de 280L (30 peixes/tanque) de um sistema de recirculação de água (RADÜNZ NETO *et al.*, 1987).

Foram testadas 6 rações peletizadas compostas pela combinação de diferentes fontes protéicas, conforme descrito na Tabela 1. A alimentação foi fornecida aos peixes 2 vezes ao dia (9 e 17h), até a saciedade aparente.

Realizou-se, diariamente, a medição dos parâmetros de qualidade da água do sistema de criação. A água utilizada para a realização das análises foi coletada na entrada do primeiro filtro biológico do sistema, antes da limpeza diária. Também efetuaram-se limpezas dos encanamentos que compõem o sistema e sifonagem dos resíduos de cada unidade experimental, diariamente.

2.2. Coleta de tecidos

A cada 30 dias, realizou-se a captura de 3 peixes por unidade experimental, para a retirada do trato digestório. Os animais permaneceram 24 horas de jejum antes de cada coleta. Os peixes foram sacrificados por punção na coluna espinhal, sendo então medidos e pesados. Realizou-se então a evisceração, onde, com o auxílio de um bisturi, retirou-se todo o trato digestório. Após esta operação, o trato foi medido, pesado e separado em 3 partes: estômago, porção anterior e porção posterior. Posteriormente as partes foram dissecadas em Placa de Petri contendo solução salina (NaCl 0,7%), o conteúdo digestivo foi descartado e as respectivas partes homogeneizadas com solução tampão pH 7,0. Utilizou-se um homogeneizador POTTER-ELVEHJEM a 1000 rpm durante 2 minutos. Os homogeneizados foram então centrifugados a $12000 \times g$ / 5 minutos a 4° C. Os sobrenadantes resultantes foram utilizados nos ensaios enzimáticos.

2.3. Ensaios enzimáticos

Foram aferidas as atividades de protease ácida no estômago, sendo que as demais enzimas (amilase, tripsina e quimotripsina) foram verificadas nas 2 porções do intestino.

A atividade de amilase foi estimada segundo o método proposto por BERNFELD (1955) modificado por HIDALGO *et al.*, (1999). Em 1,0ml de solução de amido em tampão

Tris 0,1M (pH 7,0), contendo NaCl 0,02M, foi adicionado volume adequado de homogeneizado celular, sendo a mistura da reação incubada por 40 minutos a 25°C. Decorrido o tempo de reação, foi adicionado 250µl de ácido tricloro acético (TCA) 15%, sendo a mistura da reação centrifugada a 3000 x g por 2 minutos. No sobrenadante foi estimada a concentração de glicose pelo método de PARK-JOHNSON (1949).

A atividade de protease ácida no estômago foi realizada utilizando-se o método de hidrólise da caseína modificado por HIDALGO et al. (1999). O ensaio foi conduzido utilizando-se KCl 0,1M em tampão pH 1,8. A reação enzimática consistia de 1% de caseína em água (0,4mL), tampão (1,6mL) e 20 µl do homogeneizado. Em seguida os tubos foram incubados no banho 30°C durante 40 minutos. A reação foi interrompida com 1 mL de TCA 15%. Após, as amostras foram centrifugadas e os sobrenadantes foram lidos em 280 nm. A tirosina foi utilizada como padrão, sendo uma unidade de enzima definida como a quantidade de enzima necessária para catalizar a formação de 1µg de tirosina por 1 min por mg de proteína.

Para a atividade de tripsina e quimotripsina, foram utilizadas as metodologias descritas por HUMMEL (1959). A atividade de tripsina foi realizada a 30°C com o substrato α -p-toluenesulphonyl- L-arginine methyl ester hydrochloride (TAME). Os extratos (30 µl) foram incubados por 2 minutos em 2 mL de Tris/CaCl₂ tampão 8,1 e a absorbância foi lida a 247nm. A quimotripsina foi realizada com Benzoyl-L-tyrosine ethyl ester (BTEE) 0,001M a 30°C. Os extratos (30 µl) foram incubados por 2 minutos em 2 mL de Tris/CaCl₂ pH 7,8 e a absorbância lida em 256nm. Uma unidade de enzima (U) foi definida como a quantidade de enzima necessária para hidrolizar 1µg de substrato (TAME ou BTEE) por 1 minuto por mg proteína.

2.4. Índices digestivos

Na coleta final (90 dias), a partir dos valores de peso corporal, do fígado, do trato, comprimento do trato e comprimento total foram calculados:

Índice digestivo-somático (IDS)=peso trato digestivo/peso corporal X 100;

Índice hepato-somático (IHS)=peso fígado/peso corporal X 100;

Comprimento do trato digestivo (CTD)= expresso em cm;

Quociente intestinal (QI)= comprimento trato/comprimento total;

Ganho em peso total no período (GPT)=expresso em g.

2.5. Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 3 repetições. Os dados obtidos foram submetidos a testes de normalidade, após foram analisados através de análise de variância e teste “F”. As médias obtidas foram comparadas através do teste de Duncan ($P < 0,05$). Os valores de atividade enzimática e demais parâmetros foram expressos como média \pm erro padrão da média. Para a realização das análises estatísticas utilizou-se o pacote estatístico “SAS”, (1997).

3. Resultados

Os parâmetros físico-químicos da água de criação foram: temperatura ($26,85 \pm 1,02^\circ\text{C}$), amônia total ($0,50 \pm 0,22\text{ppm}$), nitrito ($0,06 \pm 0,01\text{ppm}$), alcalinidade ($48,96 \pm 13,40 \text{ mgCaCO}_3/\text{L}$), pH ($7,3 \pm 0,26$) e oxigênio dissolvido ($5,53 \pm 0,62\text{ppm}$). Estes valores estão dentro da faixa de conforto da espécie.

Na Tabela 2 temos os valores de atividade de protease ácida no estômago dos jundiás, nas coletas de 30, 60 e ao final do experimento (90 dias). Aos 30 dias, os peixes alimentados com a ração contendo farinha de carne e ossos mais farelo de soja (CS) apresentaram maior atividade de protease ácida ($P < 0,0001$) em relação aos demais tratamentos.

Após 60 dias de alimentação, observou-se maior atividade de protease ácida nos peixes dos tratamentos CL (farinha de carne e ossos mais levedura), SL (farelo de soja mais levedura) e PS (farinha de peixes mais farelo de soja). Neste período, menor atividade desta enzima foi encontrada nos peixes alimentados somente com farelo de soja (tratamento S). Ao final do experimento (90 dias) verificou-se que os peixes alimentados com rações contendo farinha de peixe (PL e PS) e somente farelo de soja (S) tiveram menor atividade desta enzima.

Observando os valores de atividade de tripsina dos juvenis de jundiá (Tabela 3) temos claramente demonstrado redução significativa desta enzima nos tratamentos contendo somente farelo de soja (S) e este combinado com levedura (SL). Tanto na porção anterior como na porção posterior do trato, em todos os períodos de coleta avaliados (30, 60 e 90 dias), ocorreu maior atividade de tripsina nos peixes alimentados com rações contendo fontes protéicas de origem animal (farinha de carne e ossos e farinha de peixe). As diferenças observadas entre os tratamentos foram altamente significativas ($P < 0,0001$).

Conforme descrita na Tabela 4, a atividade da outra protease alcalina verificada neste estudo (quimotripsina) demonstrou, a exemplo da tripsina, grande queda de atividade nos tratamentos S e SL, mostrando os efeitos inibitórios deste ingrediente. Aos 30 e aos 60 dias, a

atividade de quimotripsina observada na porção anterior foi maior nos tratamentos contendo farelo de soja combinado com as farinhas animais (PS e CS). Já aos 90 dias, somente os peixes do tratamento contendo farinha de peixe e farelo de soja apresentou diferença altamente significativa ($P < 0,0001$) em relação aos demais. Quanto à porção média e posterior, foi verificada grande atividade aos 60 dias para os tratamentos CS e PS, enquanto que ao final do experimento observou-se maior atividade nos peixes do tratamento contendo farinha de peixes e levedura (PL), que não diferiu dos tratamentos CS e PS.

As atividades da enzima amilase nos jundiás, descritas na Tabela 5, mostraram as maiores variações entre os tratamentos. Na coleta de 30 dias, verificou-se maior atividade amilolítica nos peixes dos tratamentos que tiveram maior atividade de tripsina e quimotripsina (CS e PS), nas duas porções do trato. Aos 60 dias, na porção anterior, os tratamentos contendo farinha de peixe (PL e PS) e o tratamento contendo farinha de carne e ossos mais farelo de soja (CS) tiveram maior atividade. A quantidade de amilase encontrada neste tratamento na porção média e posterior foi superior aos demais ($P < 0,0001$). No final do experimento (90 dias), os peixes do tratamento contendo farinha de carne e ossos e levedura (CL) tiveram maior atividade de amilase na parte anterior do trato. Este tratamento também apresentou atividade superior na porção média e posterior, não diferindo significativamente dos tratamentos a base de farinha de peixe (PL e PS).

Os valores da morfologia do trato digestório e crescimento dos juvenis de jundiá ao final do experimento estão descritos na Tabela 6. Para o índice digestivo somático (IDS), parâmetro que avalia a relação entre o peso total do trato digestório e o peso corporal, não houve diferença significativa ($P > 0,05$). A relação entre o peso do fígado e o peso corporal (IHS) foi superior nos peixes alimentados com farinha de carne e ossos e farelo de soja (CS), que não diferiu estatisticamente dos tratamentos a base de farelo de soja (S) e de farinha de peixes com levedura (PL).

Maior comprimento do trato digestório (CTD) foi observado nos peixes do tratamento CS, que foi superior aos demais, exceto ao tratamento contendo farinha de peixe e levedura (PL). O quociente intestinal (comprimento do trato / comprimento total) foi menor nos tratamentos sem a inclusão de fontes protéicas de origem animal.

Os maiores valores de ganho em peso total (GPT) foram observados nos peixes alimentados com as dietas CS (farinha de carne e ossos e farelo de soja) e PS (farinha de peixe e farelo de soja), que diferiram significativamente dos demais tratamentos ($P < 0,05$). Os juvenis alimentados somente com farelo de soja (S) tiveram o menor crescimento entre os tratamentos testados (15,85g).

4. Discussão

A atividade de tripsina observada nos peixes alimentados com a dieta contendo somente farelo de soja mostrou claramente um grande efeito inibitório, nas 2 porções do trato (porção anterior e posterior). Vários trabalhos realizados com peixes corroboram com o presente resultado, demonstrando que elevadas quantidades de farelo de soja incorporada nos alimentos provocam inibição enzimática, com reflexos diretos no crescimento (WILSON & POE, 1985; KROGDAHL et al., 1994; OLIVA-TELES et al., 1994; OLLI et al., 1994; REFSTIE et al., 1998; KROGDAHL et al., 2003).

Pode ocorrer correlação positiva entre a atividade de tripsina e o teor protéico da dieta (KOHLA et al., 1992; LUNDSTEDT et al., 2004). Porém, se os níveis protéicos estiverem associados a elevadas concentrações de farelo de soja, os fatores adversos podem ocorrer. Esta situação é bem ilustrada em alevinos de piracanjuba (*Brycon orbygnianus*) alimentados com diferentes níveis de proteína associadas a níveis de farelo de soja. À medida que aumentava a inclusão do farelo nas dietas, a atividade de tripsina sofria decréscimo (VIEIRA, 2002).

LOPEZ et al. (1999) salientam que o tipo de processamento do farelo de soja é importante no efeito sobre a atividade das proteases alcalinas. Entretanto, nenhum tratamento térmico consegue eliminar totalmente o efeito inibitório, justificando-se maiores estudos a respeito de níveis adequados de incorporação deste ingrediente para o jundiá.

Interessante ressaltar os resultados obtidos por COLDEBELLA & RADÜNZ NETO (2002), que verificaram bom crescimento em alevinos de jundiá alimentados por 45 dias com ração semelhante ao tratamento SL, que neste estudo apresentou fraco desenvolvimento. O período de alimentação pode ter influenciado, visto que alterações na síntese protéica e atividade de enzimas podem manifestar-se após períodos mais longos de exposição ao alimento (LOPEZ et al., 1999; KROGDAHL et al., 1994; KAUSHIK et al., 1995).

No pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), importante bagre brasileiro, maiores atividades enzimáticas foram observadas na porção média do intestino (LUNDSTEDT et al., 2004). Jundiás alimentados com rações contendo níveis crescentes de proteína (30, 40, e 50%) tiveram maior atividade de proteases alcalinas na porção anterior (LUNDSTEDT et al., 2002). Nos peixes do presente estudo essa diferença de atividade não ficou muito evidente, possivelmente pelo fato de não terem sido analisadas as porções média e posterior separadamente.

A atividade de protease ácida parece estar mais relacionada com a quantidade de nutrientes ingeridos e com o nível protéico, estando menos sujeita a efeitos inibitórios

(VIEIRA, 2002). Nos resultados deste trabalho, não se observou uma relação entre a produção de protease ácida com o desenvolvimento dos peixes.

De maneira geral, os peixes utilizam pouco os carboidratos, exigindo no entanto alta percentagem de proteína nas dietas (KIKUCHI, 1999). Porém, vários autores relatam a presença de carboidrases, como a amilase, em diversas espécies de peixes marinhos e de água doce (UGWUMBA, 1993; HIDALGO et al., 1999; ALARCÓN et al., 2001; LUNDSTEDT et al., 2002; LUNDSTEDT et al., 2004). Para o jundiá, foi demonstrado por MEYER & FRACALOSI (2004) que o jundiá apresenta efeito poupador de proteína (“protein sparing effect”) quando ocorrem alterações nas concentrações energéticas da dieta. Desta forma, seria interessante verificar níveis de carboidratos e lipídios que possibilitem a manifestação máxima desse efeito no jundiá, otimizando o desempenho produtivo e, principalmente, para diminuir o custo do alimento.

O índice hepato-somático (IHS) é um parâmetro comparativo importante na relação entre o peso corporal e peso do fígado. Para juvenis de “sunshine bass” observou-se que existe relação inversa entre o índice hepato-somático e quantidade de proteína da dieta (BROWN et al., 1992). Isto quer dizer que, quanto menor a quantidade de proteína da dieta, maior a utilização de outras fontes, resultando em maior depósito de glicogênio no tecido hepático, aumentando o volume do fígado, e conseqüentemente, o IHS. No presente estudo, não foi verificada correlação entre o IHS e o ganho em peso total dos jundiás.

Conforme LUNDSTEDT et al. (2004), somente a atividade de enzimas digestivas não é suficiente para se estabelecer uma dieta adequada para o peixe. Porém, estas geralmente atuam de acordo com a composição da dieta e, quando associadas a parâmetros metabólicos, são indicadores confiáveis do estado nutricional dos peixes.

O presente estudo demonstrou valores referenciais que poderão servir de subsídio para futuros trabalhos com nutrição desta espécie. Observou-se nos juvenis de jundiá que tiveram menor atividade de proteases alcalinas (tripsina e quimotripsina), redução também no ganho em peso, comprometendo o crescimento. Maiores investigações deverão ser realizadas com o jundiá (*Rhamdia quelen*) para encontrar combinações e níveis de inclusão adequados de farelo de soja e outras fontes não testadas neste estudo.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pelo fornecimento de bolsa de estudos ao primeiro autor. As empresas Prónutra do Brasil, Vitagri Nutrição Animal e Zillo Lorenzetti pelo fornecimento de ingredientes para a elaboração dos alimentos.

Referências bibliográficas

- ALARCÓN, F.J.; et al. Characterization of digestive carbohydrase activity in the gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Hydrobiologia**, v.445, p.199-204, 2001.
- BARCELLOS, L.J.; et al. Nursery rearing of jundiá, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard) in cages: cage type, stocking density and stress response to confinement. **Aquaculture**, v.232, p.383-394, 2004.
- BERNFELD, P. Amylases α e β : colorimetric assay methods. In: Colowick, S.P.; Kaplan, N.O. **Methods in enzymology**, (1) New York: Academic Press. 1955.
- BROWN, M.L.; NEMATIPOUR, G.R.; GATLIN III, D.M. Dietary protein requirement of juveniles sunshine bass at different salinities. **The Progressive of Fish Culturist**, v.54, p.148-156, 1992.
- COLDEBELLA, I.; RADÚNZ NETO, J. Farelo de soja na alimentação de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, v.32, n.3, p.499-503, 2002.
- DE SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. **Fish Nutrition in Aquaculture**. Ed. Chapman & Hall, London.1995. 319p.
- EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia *Oreochromis niloticus* spp. **Aquaculture Research**, v.179, p.149-168, 1999.
- GARCIA-CARREÑO, F.L.; et al. Digestive proteinases of *Brycon orbignyanus* (Characidae, Teleostei): characteristics and effects of protein quality. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part B**. v.132, p.343-352, 2002.
- GOMES, L.C.; et al. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, v.30, n.1, p.179-185, 2000.
- GUEDES, D.S. **Contribuição ao estudo da sistemática e alimentação de jundiás (*Rhamdia spp*) na região central do Rio Grande do Sul (Pisces, Pimelodidae)**. Santa Maria - RS. 99f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 1980.
- HIDALGO, M.C.; UREA, E.; SANZ, A. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activitis. **Aquaculture**, v.170, p.267-283, 1999.
- HUMMEL, B.C.W. A modified spectrophotometric determination of chymotrypsin, trypsin and thrombin. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37 (12), p.1393-1399. 1959.
- KAUSHIK, S.J.; CRAVEDI, J.P.; LALLES, J.P. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v.133, p.257-274, 1995.

KHAN, M.A.; et al. Growth and body composition of rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing oilseed meals: partial or total replacement of fish meal with soybean meal. **Aquaculture Nutrition**, v.9, p.391-396, 2003.

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

KOHLA, U.; et al. Growth, digestive enzymes activities and hepatic glycogen levels in juveniles *Colossoma macropomum* Cuvier from South America during feeding, starvation and refeeding. **Aquaculture and Fisheries Management**, v.23, p.189-208, 1992.

KOLKOVSKI, S. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles - implications and applications to formulated diets. **Aquaculture**, v.200, p.181-201, 2001.

KROGDAHL, A.; et al. Soybean proteinase inhibitors affect intestinal trypsin activities and amino acid digestibilities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.107, p.215-219, 1994.

KROGDAHL, A.; et al. Effects of graded levels of standard soybean meal on intestinal structure, mucosal enzyme activities, and pancreatic response in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). **Aquaculture Nutrition**, v.9, p.361-371, 2003.

KUZ'MINA, V. Influence of age on digestive enzyme activity in some freshwater teleosts. **Aquaculture**, v.148, p.25-37, 1996.

KUZ'MINA, V. Temperature influence on the total level of proteolytic activity in the digestive tract of some species of freshwater fishes. **Journal Ichthyology**, v.30, p.97-109, 1990.

LIENER, I.E. Antinutritional factors in legume seeds: State of art. In: HUISMAN, J.; VAN DER PROEL, T.F.B.; LIENER, I.E. (Editors). **Recent Advances of Research in antinutritional factors in legume seeds**. Pudoc. Wageningen, p.6-13, 1989.

LÓPEZ, M.F.J.; et al. Inhibition of digestive proteases by vegetable meal in three fish species; seabream (*Sparus aurata*), tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African sole (*Solea senegalensis*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.122B, p.327-332, 1999.

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

LOVELL, R.T. Use of soybean products in diets for aquaculture species. **Journal Aquatic Products**, v.2, p.27-52, 1988.

LUNDSTEDT, L.M.; MELO, J.F.B.; MORAES, G. Digestive enzymes and metabolic profile of *Pseudoplatystoma corruscans* (Teleostei:Siluriformes) in response to diet composition. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.137 B, p. 331-339. 2004.

LUNDSTEDT, L.M.; et al. Diet influences proteolytic enzyme profile of the South American catfish *Rhamdia quelen*. **Fish Biology Congress, Vancouver**, 2002.

MELO, J.F.B.; et al. Respostas enzimáticas do trato digestório de juvenis de jundiá *Rhamdia quelen* alimentados com diferentes níveis de proteína. In: **XXXIX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. RECIFE, PE.**, Anais....., 2002, Cd-room.

MEURER, S.; ZANIBONI FILHO, E. Hábito alimentar do jundiá *Rhamdia quelen* (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae), na região do alto rio Uruguai. In: **RESUMOS XII ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA**, São Paulo, SP, 1997, p.29.

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

MOYANO, F.J.; CRADENETE, G.; HIGUERA, M.D.L. Nutritive value of diets containing a high percentage of vegetables proteins for trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquatic Living Resources**, v.5, p.21-39, 1992.

OLIVA-TELES, A.; et al. The effect of different processing treatments on soybean meal utilization by rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v.124, p.343-349, 1994.

OLLI, J.; HJELMELAND, K.; KROGDAHL, A. soybean trypsin inhibitors in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): effects on nutrient digestibilities and trypsin in pyloric caeca homogenate and intestinal content. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.1994 A, p.923-928, 1994.

PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não convencionais disponíveis para a indústria de nutrição de peixes no Brasil. In: **Simpósio Internacional sobre Nutrição de Peixes e Crustáceos. CBNA**, Anais.... 126 p., p.35-52, 1995.

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**, v.64, p.2-6, 1987.

RAY, A.K. On the digestive enzymes in three Indian freshwater perches in relation to food and feeding habits. **Journal Inland Fishery Society India**, v.20, n.1, p.1-5, 1988.

REFSTIE, S.; STOREBAKKEN, T.; ROEM, A.J. Feed consumption and conversion in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with fish meal, extracted soybean meal or soybean meal with reduced content of oligosaccharides, trypsin inhibitors, lectins and soya antigens. **Aquaculture**, v.162, p.301-312, 1998.

SABAPATHY, U.; TEO, L.H. A quantitative study of some digestive enzymes in the rabbitfish, *Siganus canaliculatus* and the sea bass, *Lates calcarifer*. **Journal of Fish Biology**, v.42, p.595-602, 1993.

SAS. **Statistical Analysis System**. User's Guide. Version 6.08, SAS INSTITUTE INC.4. ed. North Caroline. <SAS INSTITUTE INC>, 846 p., 1997.

SEIXAS FILHO, J.T.; et al. Atividade de amilase em quimo de três espécies tropicais de peixe Teleostei de água doce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.907-913, 1999.

STEFFENS, W. 1987. **Principios fundamentales de la alimentación de los peces**. Ed. Acribia, 275p.

TACON, A.G.J. **Feed ingredients for warmwater fish: fish meal and other processed feedstuffs**. FAO Fisheries Circular. nº. 856. Rome, FAO. 1993. 64p.

UGWUMBA, A.A.A. Carbohydrases in the digestive tract of the African bony-tongue *Heterotis niloticus* (Pisces: Osteoglossidae). **Hydrobiologia**, v.257, p.95-100, 1993.

VIEIRA, V.L.P. **Estudo dos processos digestivos em *Brycon cephalus* (matrinxã) e *Brycon orbignyanus* (piracanjuba) alimentados com diferentes níveis de proteína**. São Carlos, 2002. 94f. Tese (Doutorado em Genética e Evolução) – Universidade Federal de São Carlos, 2002.

WEBSTER, C.D.; et al. Use of soybean meal and distillers grains with solubles as partial or total replacement of fish meal in diets for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, v.106, p.301-309, 1992.

WEBSTER, C.D.; TIDWELL, J.H.; TIU, L.S. Use of soybean meal as partial or total substitute of fish meal in diets for blue catfish (*Ictalurus furcatus*). **Aquatic Living Resources**, v.8, p.379-384, 1995.

Tabela 1. Composição das rações experimentais (g/kg de alimento).¹

Ingredientes	Diets ²					
	CL	SL	S	CS	PL	PS
Levedura	280	332,7	-	-	259,2	-
Farinha de carne e ossos	385,3	-	-	300	-	-
Farinha de peixe	-	-	-	-	300,6	224,8
Farelo de soja	-	332,7	685,3	320	-	300
Milho triturado	150	134,4	124,5	169,5	200	195
Farelo trigo	80	100	100	80,3	150	180
Óleo de canola	74,5	70	60	100	60	70
Sal comum	10	10	10	10	10	10
Fosfato Bicálcico	10	10	10	10	10	10
Mistura vitamínica e mineral ³	10	10	10	10	10	10
Etoxiquina ⁴	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Composição centesimal (%)						
Nutrientes						
Proteína bruta ⁵	34,67	32,14	33,03	34,45	32,92	31,92
Energia digestível ⁶ (kcal/kg)	3420,2	3174,0	3090,3	3451,6	3267,2	3250,5
Matéria Mineral ⁵	13,24	5,27	6,23	12,98	9,98	10,7
Extrato etéreo ⁵	12,75	8,0	7,2	16,4	9,83	11,42
Fibra bruta ⁵	1,8	3,09	4,23	3,67	1,83	3,68
Umidade ⁵	6,94	7,91	8,95	5,52	6,5	8,0
Cálcio ⁵	3,49	1,36	1,59	3,00	2,16	2,16
Fósforo ⁵	2,01	0,75	0,87	1,84	1,57	1,58
Arginina ⁷	1,79	1,84	2,54	2,15	1,70	2,11
Fenilalanina ⁷	1,04	1,48	1,86	1,28	1,29	1,49
Histidina ⁷	0,52	0,75	0,95	0,65	0,95	1,00
Isoleucina ⁷	1,00	1,45	1,60	1,07	1,31	1,33
Lisina ⁷	2,08	2,02	2,14	1,94	2,10	2,00
Leucina ⁷	1,80	2,28	2,60	1,95	2,28	2,35
Metionina+cistina ⁷	0,81	0,84	1,03	0,87	0,92	0,98
Treonina ⁷	1,14	1,44	1,40	1,04	1,43	1,28
Triptofano ⁷	0,13	0,27	0,47	0,28	0,27	0,40
Valina ⁷	1,32	1,61	1,72	1,31	1,59	1,55

¹Diets ajustadas ao experimento de acordo com COLDEBELLA & RADÜNZ NETO (2002).

²CL:farinha de carne e ossos e levedura; SL:farelo de soja e levedura; S:somente farelo de soja; CS:farinha de carne e ossos e farelo de soja; PL: farinha de peixe e levedura; PS: farinha de peixe e farelo de soja.

³Composição da mistura vitamínica e mineral (por kg de produto): Ác.Fólico:400mg, Ác. Nicotínico:14000mg, Ác. Pantotênico:8000mg, Cobalto:1500mg, Cobre:15000mg, Colina:1500mg, Ferro:50000mg, Iodo:700mg, Manganês:23000mg, Selênio:250mg, Vit.A:6000000UI, Vit. B1:1400mg, Vit. B2:3375mg, Vit. B6:4830mg, Vit. B12:5000mcg, Vit. C:25000mg, Vit. D3: 530000UI, Vit. E: 22500 mg, Vit. K3:5000mg, Zinco:40000mg.

⁴(32% etoxiquina, 18% propil-galato, 50% veículo-talco).

⁶ED=[(23,6kJ.g-1 x %PROT. x 0,9) + (39,8kJ.g-1 x %LIP. x 0,85) + (17,2 kJ.g-1 x %CHO x 0,5)]/100. (JOBLING, 1995).

⁵Valores analisados.

⁷ Valores calculados (obtidos em banco de dados da Ajinomoto Biolatina Ind. E Com. Ltda., Brasil).

Tabela 2 – Atividade protease ácida ($\mu\text{g tyr/min/mg/ proteína}$) dos juvenis de jundiá.

Tratamentos	30 dias	60 dias	90 dias
CL	47,69 ^d \pm 1,52	74,87 ^a \pm 6,47	68,45 ^a \pm 2,86
SL	33,92 ^e \pm 0,88	75,98 ^a \pm 2,53	49,93 ^b \pm 1,82
S	61,76 ^c \pm 2,66	45,54 ^c \pm 3,99	37,70 ^c \pm 2,10
CS	83,33 ^a \pm 2,22	58,48 ^b \pm 2,00	54,94 ^b \pm 1,68
PL	43,79 ^d \pm 1,67	54,36 ^{bc} \pm 0,92	31,47 ^d \pm 0,83
PS	75,64 ^b \pm 3,47	74,23 ^a \pm 2,96	34,95 ^{cd} \pm 1,45
CV	10,69	14,69	10,97

Valores expressos como média \pm erro padrão da média (n=7).

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($P < 0,0001$).

CV: coeficiente de variação.

Tratamentos: CL: farinha de carne e ossos + levedura; SL: farelo de soja + levedura; S: somente farelo de soja; CS: farinha de carne e ossos + farelo de soja; PL: farinha de peixe + levedura; PS: farinha de peixe + farelo de soja.

Tabela 3 – Atividade de tripsina (U/mg prot) nos juvenis de jundiá.

Dieta	30 dias		60 dias		90 dias	
	A	MP	A	MP	A	MP
CL	1,27 ^{ab} ± 0,06	0,94 ^a ± 0,07	2,64 ^a ± 0,14	2,22 ^a ± 0,08	3,33 ^{bc} ± 0,29	2,03 ^b ± 0,22
SL	1,06 ^b ± 0,20	0,68 ^{ab} ± 0,1	1,48 ^b ± 0,18	1,78 ^b ± 0,03	1,40 ^{de} ± 0,25	0,33 ^d ± 0,03
S	0,31 ^c ± 0,04	0,59 ^b ± 0,04	0,67 ^c ± 0,05	0,51 ^d ± 0,01	0,90 ^e ± 0,15	0,98 ^c ± 0,24
CS	1,72 ^a ± 0,07	0,60 ^b ± 0,13	2,37 ^a ± 0,11	2,11 ^a ± 0,12	3,88 ^{ab} ± 0,42	2,32 ^{ab} ± 0,16
PL	1,33 ^{ab} ± 0,30	0,74 ^{ab} ± 0,11	1,33 ^b ± 0,04	1,03 ^c ± 0,01	2,26 ^{cd} ± 0,18	2,72 ^a ± 0,12
PS	1,58 ^a ± 0,06	0,69 ^{ab} ± 0,10	2,60 ^a ± 0,14	2,08 ^a ± 0,09	4,67 ^a ± 0,80	2,31 ^{ab} ± 0,07
CV	19,02	21,18	14,73	10,21	18,69	20,65

Valores expressos como média ± erro padrão da média (n=5).

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,0001).

A=porção anterior; MP=porções média e posterior. CV: coeficiente de variação.

Tratamentos: CL:farinha de carne e ossos + levedura; SL:farelo de soja + levedura; S:somente farelo de soja; CS:farinha de carne e ossos + farelo de soja; PL: farinha de peixe + levedura; PS:farinha de peixe + farelo de soja.

* U=μmol TAME.

Tabela 4– Atividade de quimotripsina (U/mg prot) observada nos jundiás.

Trat	30 dias		60 dias		90 dias	
	A	MP	A	MP	A	MP
CL	563,7 ^b ±43,13	520,8 ^b ±45,16	875 ^b ±37,84	984,9 ^a ±39,69	811,2 ^b ±16,98	680,6 ^b ±56,89
SL	578,7 ^b ±54,21	378,8 ^c ±32,63	597,1 ^c ±38,10	411,7 ^c ±46,13	394,5 ^c ±18,78	256,3 ^c ±22,79
S	252,7 ^c ±26,13	258,3 ^d ±30,61	297,6 ^d ±17,53	366,2 ^c ±31,16	230,8 ^c ±20,64	300,9 ^c ±12,72
CS	775,7 ^a ±45,48	534,4 ^{ab} ±26,40	1219,1 ^a ±15,16	664,4 ^b ±49,24	919,1 ^b ±62,52	828,8 ^{ab} ±69,06
PL	582,6 ^b ±12,80	509,3 ^b ±24,27	821,7 ^b ±49,87	593,9 ^b ±66,77	884,5 ^b ±32,19	1012,6 ^a ±55,51
PS	878,3 ^a ±60,58	620,9 ^a ±32,04	1290,1 ^a ±65,33	908,6 ^a ±46,20	1481 ^a ±70,38	824,5 ^{ab} ±30,06
CV	18,48	15,47	13,15	17,59	23,14	27,17

Valores expressos como média ± erro padrão da média (n=5).

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,0001).

A=porção anterior; MP=porções média e posterior.

CV: coeficiente de variação.

Tratamentos: CL:farinha de carne e ossos + levedura; SL:farelo de soja + levedura; S:somente farelo de soja; CS:farinha de carne e ossos + farelo de soja; PL: farinha de peixe + levedura; PS:farinha de peixe + farelo de soja.

* U=μmol BTEE.

Tabela 5 – Atividade de amilase (U/mg proteína) nos juvenis de jundiá.

Diet	30 dias		60 dias		90 dias	
	A	MP	A	MP	A	MP
CL	0,08 ^b ±0,005	0,04 ^c ±0,002	0,15 ^c ±0,007	0,15 ^{bcd} ±0,01	0,18 ^a ±0,013	0,13 ^{ab} ±0,007
SL	0,04 ^c ±0,007	0,04 ^c ±0,002	0,20 ^b ±0,019	0,12 ^d ±0,012	0,11 ^c ±0,003	0,07 ^d ±0,003
S	0,06 ^c ±0,006	0,03 ^c ±0,001	0,19 ^b ±0,021	0,17 ^{bc} ±0,013	0,07 ^d ±0,004	0,11 ^{bc} ±0,007
CS	0,10 ^{ab} ±0,004	0,06 ^{ab} ±0,002	0,28 ^a ±0,015	0,29 ^a ±0,018	0,14 ^{bc} ±0,007	0,09 ^{cd} ±0,09
PL	0,09 ^b ±0,013	0,05 ^b ±0,006	0,29 ^a ±0,003	0,13 ^{cd} ±0,01	0,11 ^c ±0,007	0,14 ^a ±0,004
PS	0,12 ^a ±0,01	0,07 ^a ±0,002	0,33 ^a ±0,017	0,20 ^b ±0,01	0,15 ^b ±0,006	0,15 ^a ±0,012
CV	26,87	16,23	17,12	20,24	16,70	18,47

Valores expressos como média ± erro padrão da média (n=7).

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,0001).

A=porção anterior; MP=porções média e posterior.

CV: coeficiente de variação.

Tratamentos: CL:farinha de carne e ossos + levedura; SL:farelo de soja + levedura; S:somente farelo de soja; CS:farinha de carne e ossos + farelo de soja; PL: farinha de peixe + levedura; PS:farinha de peixe + farelo de soja.

Tabela 6 – Parâmetros do trato digestório dos jundiás ao final do experimento (90 dias).

Dieta	IDS	IHS	CTD	QI	GPT
CL	2,24 ± 0,21	0,84 ^b ± 0,12	16,5 ^{bc} ± 1,5	0,82 ^{ab} ± 0,07	76,65 ^b ± 0,39
SL	2,43 ± 0,13	0,75 ^b ± 0,06	13,67 ^{bc} ± 1,14	0,70 ^b ± 0,06	54,23 ^c ± 2,76
S	2,65 ± 0,13	0,91 ^{ab} ± 0,04	13,00 ^c ± 0,96	0,73 ^b ± 0,04	15,85 ^d ± 0,61
CS	2,40 ± 0,13	0,97 ^a ± 0,06	20,17 ^a ± 1,27	0,93 ^a ± 0,07	95,59 ^a ± 3,65
PL	2,23 ± 0,11	0,92 ^{ab} ± 0,05	17,33 ^{ab} ± 1,11	0,87 ^{ab} ± 0,05	75,31 ^b ± 1,58
PS	2,37 ± 0,19	0,80 ^b ± 0,12	16,2 ^{bc} ± 1,39	0,79 ^{ab} ± 0,06	94,18 ^a ± 1,73
CV	14,51	12,31	17,67	17,72	7,58

Valores expressos como média ± erro padrão da média (n=7).

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,05).

IDS:índice digestivo somático (%); IHS: índice hepato somático (%); CTD: comprimento do trato digestório; QI: quociente intestinal; GPT: ganho em peso total (g). CV: coeficiente de variação.

Dietas: CL:farinha de carne e ossos + levedura; SL:farelo de soja + levedura; S:somente farelo de soja; CS:farinha de carne e ossos + farelo de soja; PL: farinha de peixe + levedura; PS:farinha de peixe + farelo de soja.

6. DISCUSSÃO GERAL

Neste capítulo serão abordados alguns aspectos importantes observados durante a condução do trabalho, que poderão auxiliar no planejamento experimental e na comparação de resultados em outras pesquisas com o jundiá (*Rhamdia quelen*).

No Anexo 1, temos valores de rendimento de cortes comerciais dos juvenis de jundiá ao final do experimento. Estes cortes foram subdivididos de acordo com metodologia adaptada de CARNEIRO et al. (2003) e estão ilustrados esquematicamente no Anexo 6. Os parâmetros referem-se aos valores de rendimento de carcaça, de filé, de músculo abdominal, de cabeça e de parte comestível.

Observam-se nos valores de rendimento de filé obtidos, que o jundiá apresenta produção de filé superior comparado a outras espécies, como a tilápia. É importante destacar os menores valores obtidos de rendimento de carcaça e rendimento de filé nos peixes do tratamento a base de farinha de carne e ossos mais levedura (CL), 77,87 e 34,12%, respectivamente. No abate dos peixes deste tratamento, após observar as vísceras, verificou-se grande quantidade de gordura visceral, conforme é mostrada no Anexo 5.

Essa quantidade de gordura, muito superior aos demais tratamentos, não foi quantificada no presente trabalho, mas contribuiu para um maior peso na cavidade abdominal, fazendo com que os peixes deste tratamento tivessem menor rendimento de carcaça. Outro fator que pode influenciar nos valores de rendimento de cortes é a formação de gônadas, principalmente nas fêmeas de jundiá (CARNEIRO et al., 2003). No Anexo 5 temos uma fêmea de 15cm de comprimento total do tratamento a base de farinha de peixe e levedura (PL), onde foi encontrada gônada bem desenvolvida. Essa fêmea foi a única em que se verificou formação gonadal. No tratamento contendo farinha de carne e farelo de soja, observaram-se alguns machos com produção de sêmen de coloração bastante clara. Estes fatos não foram esperados, pois além de interferirem no rendimento de cortes diminuíram a eficiência de utilização do alimento para crescimento.

Em relação aos valores de rendimento de cortes, praticamente inexistem trabalhos com jundiá que avaliem estas variáveis tecnológicas. Os valores aqui apresentados poderão ser utilizados como referência em outros estudos.

Cada vez mais se intensificam os estudos a respeito dos fatores que podem interferir em qualquer etapa do processo criatório de peixes. Estudos com células sangüíneas são cada vez mais realizados, para verificar possíveis respostas do peixe frente a agentes patogênicos, situações de estresse e alterações nutricionais (KLINGER et al., 1996; FIJAN, 2002). O perfil

hematológico é um dos indicativos do estado de saúde dos peixes, podendo ser alterado em função do tipo de dieta, ambiente e condições criatórias (VAL et al., 1990).

O farelo de soja, principal ingrediente de origem vegetal utilizado como fonte proteica neste trabalho, possui, além de inibidores enzimáticos, outras substâncias que podem alterar o estado normal do organismo, inclusive o perfil sanguíneo (LOPEZ et al., 1999). No Anexo 2 temos uma tabela com a análise estatística dos parâmetros hematológicos dos juvenis de jundiá ao final do experimento (90 dias).

Podemos observar que nos tratamentos que tiveram mais farelo de soja ou ausência de farinhas animais (tratamentos SL e S) o valor do hematócrito foi menor, indicando uma possível condição anêmica destes peixes. Desta maneira, analisando que estes tratamentos foram inferiores no crescimento e apresentaram reduzida atividade de proteases alcalinas (tripsina e quimotripsina), a análise do sangue mostra mais efeitos ocorridos.

No Anexo 3 temos o sistema de recirculação de água (RADÜNZ NETO et al., 1987) utilizado na realização do experimento e também alguns exemplares de jundiá. O manejo neste tipo de instalação experimental é bastante fácil, principalmente com a utilização de pequenos aeradores individuais, o que auxiliou na manutenção de níveis adequados de oxigênio dissolvido.

Os maiores cuidados que foram tomados durante o manejo dos peixes foi em relação à limpeza das tubulações, que constantemente acumulavam restos de fezes e eventualmente ração. Também se teve o cuidado na quantidade de água renovada no sistema, visto que a água que abastece é proveniente de poço artesiano, onde em análises realizadas chegou a apresentar pH de 4,2 e temperatura de 18-20°C. Como a quantidade diária renovada era muito pequena, os níveis de qualidade de água mantiveram-se normais durante a condução de todo o trabalho.

No Anexo 4, estão demonstrados as principais etapas realizadas na elaboração das dietas experimentais. Pode-se verificar, entre outras observações, que as rações contendo levedura de cana tinham melhor capacidade aglutinante, possibilitando “pellets” mais firmes. O odor das dietas também foi diferenciado, onde se observou nos momentos de alimentação que os peixes alimentados com as farinhas de origem animal buscavam mais rapidamente o alimento.

Estas observações são semelhantes às descritas por PEREIRA DA SILVA & PEZZATO (2000), que em experimento com tilápias classificaram as farinhas de origem animal como de alta atratopalatibilidade e as de origem vegetal como de média atratividade. Apesar disso, observando os valores de consumo obtidos aos 90 dias (Artigo 1) podemos

verificar que os tratamentos com melhor peso médio final (CS e PS) não foram os que mais consumiram em porcentagem do peso.

O consumo de alimento pelos peixes depende de vários fatores, principalmente relacionados à composição dos ingredientes (aminoácidos e lipídios) e da própria quimiossensibilidade da espécie (ADAMS et al., 1988). Os valores de consumo dos jundiás no presente trabalho (entre 3 e 4%) são inferiores a outros que recomendam acima de 7% do peso. Este é outro aspecto a ser estudado para o jundiá: alimentação restrita ou à vontade.

Em rações compostas parciais ou totalmente por fontes protéicas de origem vegetal ou até mesmo de origem animal, é interessante a utilização de atrativos, que já foram testados com sucesso em algumas espécies de peixes (HUGHES, 1985; PAPATRYPHON & SOARES Jr., 2001). Neste ponto, a mistura de ingredientes na base protéica torna o atrativo mais eficiente do que quando se utiliza somente uma fonte (KUBITZA, 1995). Entre os principais atrativos utilizados em rações para peixes, destacam-se alguns aminoácidos como glicina, serina, valina e ácido glutâmico.

Em trabalho realizado por McGOOGAN & REIGH (1996) com o “red drum” (*Sciaenops ocellatus*), os autores verificaram que a adição de glicina como atrativo na ração contendo 80% da proteína de farelo de soja proporcionou ganho em peso similar aos peixes alimentados com ração contendo somente farinha de peixe.

Em trabalho com juvenis de catfish (*Ictalurus punctatus*) durante 9 semanas, MOHSEN & LOVELL (1990) relatam que o maior consumo de ração contendo ingredientes de origem animal ocorre nas primeiras semanas de experimento. A partir deste período, os peixes conseguem adaptar-se a consumir o alimento com maiores níveis de incorporação de ingredientes de origem vegetal (soja e milho).

Faltam estudos no sentido de avaliar a viabilidade econômica dos atrativos, principalmente em espécies nacionais. Em relação ao jundiá deve-se pesquisar a respeito deste assunto, pelo fato de se incorporar cada vez mais fontes protéicas de origem vegetal nas rações para esta espécie.

A partir dos dados obtidos no presente estudo espera-se que mais trabalhos sejam direcionados na utilização e padronização de fontes alimentares adequadas para esta espécie, com o intuito de melhorar cada vez mais o desempenho dos animais e contribuir para a produção de pescado de boa qualidade.

O jundiá (*Rhamdia quelen*) possui um futuro muito promissor na Piscicultura do Rio Grande do Sul e do Brasil.

7. CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com os resultados obtidos e nas condições experimentais do presente trabalho, podemos concluir que:

- A combinação de farinha de peixe ou farinha de carne e ossos com farelo de soja proporcionam bom crescimento e maior deposição de proteína e gordura no filé em juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*).

- A utilização de farelo de soja como única fonte protéica na ração causa redução no crescimento em juvenis de jundiá.

- A atividade das enzimas protease ácida e amilase em juvenis de jundiá não é influenciada pelas fontes protéicas.

- Juvenis de jundiá alimentados com levedura de cana combinada com farelo de soja ou somente com este ingrediente como fonte protéica na ração sofrem inibição da atividade de tripsina e quimotripsina.

- Jundiás alimentados com ração contendo farinha de carne e ossos com levedura apresentam baixo rendimento de carcaça em relação às outras combinações testadas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ARGUE, B.J.; LIU, Z.; DUNAHM, R.A.. Dress-out and fillet yields of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, blue catfish, *Ictalurus furcatus*, and their F₁, F₂ and backcross hybrids. **Aquaculture**, v.228, p.81-90, 2003.

BACCARIN, A.E.; PEZZATO, L.E. Efeito da utilização de levedura desidratada de álcool em dietas para tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.3, p.549-556, 2001.

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

BEHR, E.R.; et al. Influência de diferentes níveis de luminosidade sobre o desempenho de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) (Quoy e Gaimard, 1824) (Pisces: pimelodidae). **Acta Scientiarum**, v.21, n.2, p.325-330, 1999.

BLIER, P.U.; LEMIEUX, H.; DEVLIN, R.H. Is the growth rate of fish set by digestive enzymes or metabolic capacity of the tissues? Insight from transgenic coho salmon. **Aquaculture**, v.209, p.379-384, 2002.

CAMPOS, J.L. Produção intensiva de peixes de couro no Brasil. In: II SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES. Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p. 61-72. 198 p.

CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D.; BENHACK, F. Processamento: o jundiá como matéria-prima. **Panorama da Aqüicultura**, v.13, n.78, p.17-21, 2003.a

CARNEIRO, P.C.F.; et al. Live and formulated diet evaluation through initial growth and survival of jundiá larvae, *Rhamdia quelen*. **Scientia Agrícola**, v.60, n.4, p.615-619, 2003.b

CHAKRABARTI, I.; et al. Digestive enzymes in 11 fresh water teleost fish species in relation to food habitat and nich segregation. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.112A, p.167-177, 1995.

CHIU, S.T.; PAN, B.S. Digestive protease activities of juvenile and adult eel (*Anguilla japonica*) fed with floating feed. **Aquaculture**, v.205, p.141-156, 2002.

CHO, S.H.; LOVELL, R.T. Variable feed allowance with constant protein input for channel catfish *Ictalurus punctatus* cultured in ponds. **Aquaculture**, v.204, p.101-112, 2002.

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

CYRINO, J.E.P. Regulação nutricional do crescimento em peixes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS. **CBNA, Anais....**Campos do Jordão. 126 p., p.69-90, 1995.

DE SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. 1995. **Fish Nutrition in Aquaculture**. Ed. Chapman & Hall, London. 319p.

DEGUARA, S.; JEUNCEY, K.; AGLUS, C. Enzyme activities and pH variations in the digestive tract of gilthead sea bream. **Journal of Fish Biology**, v.62, n.5, p.1033-1043, 2003.

ECKMANN, R. Growth and body composition of juvenile *Colossoma macropomum* Cuvier 1818 (Characoidei) feeding on artificial diets. **Aquaculture**, v.64, p.293-303, 1987.

EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia *Oreochromis niloticus* spp. **Aquaculture Research**, v.179, p.149-168, 1999.

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

EUSEBIO, P.S.; COLOSO, R.M. Proteolytic enzyme activity of juvenile Asian sea bass (*Lates calcarifer* Bloch), in increased with protein intake. **Aquaculture Research**, v.33, p.569-574, 2002.

FANG, L.S.; CHIOU, S.F. Effect of salinity on the activities of digestive proteases from the tilapia fish, *Oreochromis niloticus* in different culture environments. **Comparative Biochemistry Physiology**, n.93, p.439-443, 1989.

FIJAN, N. Morphogenesis of blood cell lineages in channel catfish. **Journal of Fish Biology**, v.60, p.999-1014, 2002.

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

GALLAGHER, M.L. The use of soybean meal as a replacement for fish meal in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis X Morone chrysops*). **Aquaculture**, v.126, p.119-127, 1994.

GALVÃO, M.S.N.; et al. Estudos preliminares sobre enzimas proteolíticas da tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) durante as fases larval e juvenil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.24, p.101-110, 1997.

GARCIA-CARREÑO, F.L.; et al. Digestive proteinases of *Brycon orbignyanus* (Characidae, Teleostei): characteristics and effects of protein quality. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part B**. v.132, p.343-352, 2002.

GERI, G.; et al. Body traits and chemical composition of muscle in the common carp (*Cyprinus carpio* L.) as influenced by age and rearing environment. **Aquaculture**, v.129, p.329-333, 1995.

- GILL, S.H.; WEATHERLEY, A.H. **The Biology of Growth**. London, 1987. 433p.
- GOMES, E.F.; REMA, P.; KAUSHIK, S.J. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. **Aquaculture**, v.130, p.177-186, 1995.
- GOMES, L.C.; et al. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, v.30, n.1, p.179-185, 2000.
- HALVER, E.J. 1989. **Fish nutrition**. Ed. Academic Press, 2^aed., 798 p.
- HIDALGO, M.C.; UREA, E.; SANZ, A. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits: Proteolytic and amylase activities. **Aquaculture**, v.170, p.267-283, 1999.
- HORN, M.H. 1992. Feeding and digestion. In: Evans, D.H. **The Physiology of Fishes**. CRC Press LLC, New York, p.54-55.
- HUGHES, S.G. Single-feeding response of Chinook salmon fry to potential feed intake modifiers. **Progressive Fish-Culturist**, v.55, p.40-42, 1985.
- HUSS, H.H. **El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad**. Roma, Colección FAO: Pesca, n.29, 1988.132 p.
- JOBLING, M. **Environmental Biology of fishes**. Chapman & Hall, New York, 1995. 455p.
- JONES, P.L.; SILVA, S.S.; MITCHELL, B.D. Effect of dietary protein content on growth performance, feed utilization and carcass composition in the Australian freshwater crayfish, *Cherax albidus* Clark, and *Cherax destructor* Clark (Decapoda, Parastacidae). **Aquaculture Nutrition**, v.2, p.141-150, 1996.
- JUSTI, K.C.; et al. The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. **Food Chemistry**, v.80, p.489-493, 2003.
- KAUSHIK, S.J.; CRAVEDI, J.P.; LALLES, J.P. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v.133, p.257-274, 1995.
- KHAN, M.A.; et al. Growth and body composition of rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing oil seed meals: partial or total replacement of fish meal with soybean meal. **Aquaculture Nutrition**, v.9, p.391-396, 2003.
- KIM, M.K.; ÖZKÖK, E.; HAN, I.K. Effect of soybean meal and full-fat soybean for fish meal replacement on the growth performance of carp grower. **Korean Journal Animal Nutrition Feeding**, v.21, n.6, p.503-510, 1997.
- KLINGER, R.C.; BLAZER, V.S.; ECHEVARRIA, C. Effects of dietary lipid on the hematology of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, v.147, p.225-233, 1996.

KOHLA, U.; et al. Growth, digestive enzymes activities and hepatic glycogen levels in juveniles *Colossoma macropomum* Cuvier from South America during feeding, starvation and refeeding. **Aquaculture and Fisheries Management**, v.23, p.189-208, 1992.

KOLKOVSKI, S. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles - implications and applications to formulated diets. **Aquaculture**, v.200, p.181-201, 2001.

KUBITZA, F. Preparo de rações e estratégias de alimentação no cultivo intensivo de peixes carnívoros. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, Campos do Jordão, SP, 1995. **Anais....** Campos do Jordão: CBNA, p.91-115.

KUZ'MINA, V.V. Temperature influence on the total level of proteolytic activity in the digestive tract of some species of freshwater fishes. **Journal Ichthyology**, v.30, p.97-109, 1990.

LAZZARI, R.; et al. Efeito da frequência de arraçoamento e da troca do tamanho de partícula alimentar no desenvolvimento de pós-larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n.2, p.231-234, 2004.

LI, P.; GATLIN, D.M. Evaluation of brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a feed supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops* X *Morone saxatilis*). **Aquaculture**, v.219, p.681-692, 2003.

LIENER, I.E. Antinutritional factors in legume seeds: State of art. In: HUISMAN, J.; VAN DER PROEL, T.F.B.; LIENER, I.E. (Editors). **Recent Advances of Research in antinutritional factors in legume seeds**. Pudoc. Wageningen, p.6-13, 1989.

LOPES, J.M.; SILVA, L.V.F.; BALDISSEROTTO, B. Survival and growth of silver catfish larvae exposed to different water pH. **Aquaculture International**, v.9, p.73-80, 2001.

LOPES, P.R.S. **Efeitos das aflatoxinas sobre o crescimento e deposição residual nos alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*)**. Santa Maria, RS, 2004. 58f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

LÓPEZ, M.F.J.; et al. Inhibition of digestive proteases by vegetable meal in three fish species; seabream (*Sparus aurata*), tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African sole (*Solea senegalensis*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.122B, p.327-332, 1999.

LOVELL, R.T. Use of soybean products in diets for aquaculture species. **Journal Aquatic Products**, v.2, p.27-52, 1988.

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

LOVELL, R.T. 1998. **Nutrition and feeding of fish**. Kluwer Academic Publishing, Boston, 267p.

LUNDSTEDT, L.M.; MELO, J.F.B.; MORAES, G. Digestive enzymes and metabolic profile of *Pseudoplatystoma corruscans* (Teleostei:Siluriformes) in response to diet composition. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B**, v.137, p. 331-339. 2004.

McGOOGAN, B.B.; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. **Aquaculture**, v.141, p.233-244, 1996.

MÉDALE, F.; BLANC, D.; KAUSHIK, S.J. Studies on the nutrition of Siberian sturgeon, *Acipenser baesi*.II. Utilization of dietary non-protein energy by sturgeon. **Aquaculture**, v.93, p.143-154, 1991.

MEER, M.B.; MACHIELS, M.A.M.; VERDEGEM, M.C.J. The effect of dietary protein level on growth, protein utilization and body composition of *Colossoma macropomun* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v.26, p.901-909, 1995.

MELO, J.F.B.; et al. Respostas enzimáticas do trato digestório de juvenis de jundiá *Rhamdia quelen* alimentados com diferentes níveis de proteína. In: XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. RECIFE, PE., **Anais.....**, 2002, Cd-room.

MELO, J.F.B.; RADÜNZ NETO, J.; SILVA, J.H.S. Uso de diferentes fontes e níveis de lipídios na alimentação de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.7, n.1, p.135-144, 2001.

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

MIRON, D.S.M.; et al. Efficacy of different salt (NaCl) concentrations in the treatment of *Ichthyophthirius multifiliis* – infected Silver Catfish, *Rhamdia quelen*, fingerlings. **Journal of Applied Aquaculture**, v.14, n.1, p.155-161, 2003.

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

MONTES-GIRAO, P. **Exigência em lisina e estimativa dos aminoácidos essenciais com base no conceito de proteína ideal para alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen***. Florianópolis, SC, 2005. 31f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

MOYANO, F.J.; CRADENETE, G.; HIGUERA, M.D.L. Nutritive value of diets containing a high percentage of vegetable proteins for trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquatic Living Resources**, v.5, p.21-39, 1992.

NRC – National Research Council, **Nutrients requeriments of fish**. National Academy Press. 114 p., 1993.

OLIVEIRA FILHO, P.R.C. **Coefficiente de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá, *Rhamdia quelen***. Florianópolis, SC, 2005. 38f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

PÁDUA, D.M.C. **Utilização da levedura alcoólica (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte protéica na alimentação de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, PISCES, TELEOSTEI): Aspectos metabólicos e de desempenho produtivo.** Jaboticabal, SP, 1996. 120f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, 1996.

PAPATRYPHON, E.; SOARES JÚNIOR, J.H. Optimizing the levels of feeding stimulants for use in high-fish meal and plant feedstuff-based diets for striped bass *Morone saxatilis*. **Aquaculture**, v.202, p.279-288, 2001.

PEDERSEN, B.H.; VEBERSCHAR, B.; KUROKAVA, T. Digestive response and rates of growth in pre-leptocephalus larvae of the Japanese eel (*Anguilla japonica*) reared on artificial diets. **Aquaculture**, v.215, p.321-338, 2003.

PERÁGON, J.; et al. Dietary protein effects on growth and fractional protein synthesis and degradation rates in liver and white muscle of rainbow-trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.124, p.35-46, 1994.

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

PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não convencionais disponíveis para a indústria de nutrição de peixes no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS. CBNA, **Anais....** Campos do Jordão. 126 p., p.35-52, 1995.

PEZZATO, L.E. **Tecnologia de processamento de dietas, alimentos e alimentação de organismos aquáticos.** Caderno didático. UNESP, Jaboticabal, SP. 63p.1996.

PIAIA, R.; RADÜNZ NETO, J. Avaliação de diferentes fontes protéicas sobre o desempenho inicial de larvas do jundiá *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, v.27, n.2, p.319-323, 1997.

PIAIA, R.; TOWNSEND, C.; BALDISSEROTTO, B. Growth and survival of fingerlings of silver catfish exposed to different photoperiods. (Short communication). **Aquaculture International**, v.7, p.1201-205, 1999.

PONGMANEERAT, J.; et al. Use of different protein meals as partial or total substitution for fish meal in carp diets. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v.59, n.7, p.1249-1257, 1993.

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**, v.64, p.2-6, 1987.

RAY, A.K. On the digestive enzymes in three Indian freshwater perches in relation to food and feeding habits. **Journal Inland Fishery Society India**, v.20, n.1, p.1-5, 1988.

REFSTIE, S.; STOREBAKKEN, T.; ROEM, A.J. Feed consumption and conversion in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with fish meal, extracted soybean meal or soybean meal with reduced content of oligosaccharides, trypsin inhibitors, lectins and soya antigens. **Aquaculture**, v.162, p.301-312, 1998.

REIS, L.M.; REUTEBUCH, E.M.; LOVELL, R.T. Protein-to-energy ratios in production diets and growth, feed conversion and body composition of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, v.77, p.21-27, 1989.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos, composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV. 141p. 2000.

RUMSEY, G.L.; HUGHES, S.G.; KINSELLA, J.E. Use of dietary yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) nitrogen by lake trout. **Journal of World Aquaculture Society**, v.22, p.205-207, 1990.

SABAPATHY, U.; TEO, L.H. A quantitative study of some digestive enzymes in the rabbitfish, *Siganus canaliculatus* and the sea bass, *Lates calcarifer*. **Journal of Fish Biology**, v.42, p.595-602, 1993.

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**, v.231, p.435-444, 2004.

SANTIAGO, C.B.; LOVELL, R.T. Amino acid requirements for growth of Nile tilapia. **Journal of Nutrition**, n.118, p.1540-1546, 1988.

SEIXAS FILHO, J.T.; et al. Atividade de amilase em quimo de três espécies tropicais de peixe Teleostei de água doce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.907-913, 1999.

SHIRAI, N.; et al. Dietary and seasonal effects on the dorsal meat lipid composition of Japanese (*Silurus asotus*) and Thai catfish (*Clarias macrocephalus*) and hybrid *Clarias macrocephalus* and *Clarias gariepinus*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**, v.132, p.609-619, 2002.

SILFVERGRIP, A.M.C. **A sistematic revision of the neotropical catfish genus *Rhamdia* (Teleostei, Pimelodidae)**. Stockholm, Sweden. 156f. PhD Thesis, Department of Zoology, Stockholm University and Department of Vertebrate Zoology, Swedish Museum of Natural History, 1996.

STEFFENS, W. 1987. **Principios fundamentales de la alimentación de los peces**. Ed. Acribia, 275p.

TACHIBANA, L.; CASTAGNOLLI, N. Custo na alimentação dos peixes: é possível reduzir mantendo a qualidade? **Panorama da Aqüicultura**, v.13, n.75, p.55-57, 2003.

TACON, A.G.J. **Feed ingredients for warmwater fish: fish meal and other processed feedstuffs**. FAO Fisheries Circular. n°. 856. Rome, FAO. 1993. 64p.

TENGJAROENKUL, B.; et al. Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture**, v.182, p.317-327, 2000.

TOWNSEND, C.; BALDISSEROTTO, B. Survival of silver catfish fingerlings exposed to acute changes of water pH and hardness. **Aquaculture International**, v.9, p.413-419, 2001.

ULIANA, O.; SILVA, J.H.S.; RADÜNZ NETO, J. Diferentes fontes de lipídios testadas na criação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*), Pisces, Pimelodidae. **Ciência Rural**, v.31, n.1, p.129-133, 2001.

VAL, A.L.; ALMEIDA-VAL, V.M.F.; AFFONSO, E.G. Adaptative features of Amazon fishes: hemoglobins, hematology, intraerythrocytic phosphates and whole blood Bohr effect of *Pterygoplichtys multiradiatus* (Siluriformes). **Comparative Biochemistry and Physiology**, B, v.97, n.3, p.435-440, 1990.

VIEIRA, V.L.P. **Estudo dos processos digestivos em *Brycon cephalus* (matrinxã) e *Brycon orbignyanus* (piracanjuba) alimentados com diferentes teores de proteína: Aspectos adaptativos e resposta metabólica.** São Carlos, 2002. 94f. Tese (Doutorado em Genética e Evolução) – Universidade Federal de São Carlos, 2002.

WEBSTER, C.D.; et al. Use of soybean meal and distillers grains with solubles as partial or total replacement of fish meal in diets for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, v.106, p.301-309, 1992.

WEBSTER, C.D.; TIDWELL, J.H.; TIU, L.S. Use of soybean meal as partial or total substitute of fish meal in diets for blue catfish (*Ictalurus furcatus*). **Aquatic Living Resources**, v.8, p.379-384, 1995.

WEBSTER, C.D.; et al. Growth and body composition of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fed diets containing various percentages of canola meal. **Aquaculture**, v.150, p.103-112, 1997.

WILSON, R.P. Amino acids and proteins. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (editors). **Fish Nutrition**. Ed. Academic Press, 3^aed., 823p.

WURTS, W.A. Sustainable Aquaculture in twenty-first century. **Reviews in Fisheries Science**, v.8, n.2, p.141-150, 2000.

ZIMMERMANN, S.; JOST, H.C. Recentes Avanços na Nutrição de Peixes: a Nutrição por Fases em Piscicultura Intensiva. In: II SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES. **Anais.....** CBNA, Piracicaba, SP. p.123-162, 1998.

ANEXOS

ANEXO 1. Rendimento de cortes ao final dos 90 dias de experimento.

Parâmetro	CL	SL	S	CS	PL	PS	CV
RC	77,87 ^d	81,92 ^{ab}	80,15 ^c	81,03 ^{bc}	82,71 ^a	82,98 ^a	1,00
RFILE	34,12 ^b	40,18 ^a	39,15 ^a	38,72 ^{ab}	37,86 ^{ab}	40,63 ^a	6,76
RABD	10,65	12,72	10,61	12,34	13,20	11,68	12,31
RCAB	21,63 ^b	21,55 ^b	21,39 ^b	22,32 ^{ab}	21,57 ^b	24,00 ^a	4,64
RPC	62,13 ^b	66,70 ^a	64,70 ^{ab}	65,27 ^{ab}	67,54 ^a	65,23 ^{ab}	2,58

Médias com letras diferentes, na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($P < 0,01$).

RC: rendimento de carcaça; RFILE: rendimento de filé; RABD: rendimento de músculo abdominal; RCAB: rendimento de cabeça; RPC: rendimento de parte comestível

ANEXO 2 - Parâmetros hematológicos de juvenis de jundiá após 90 dias de criação.

Parâmetro	CL	SL	S	CS	PL	PS	CV
HB g/dl	8,98 ^a	7,12 ^b	6,92 ^b	8,42 ^a	9,36 ^a	8,74 ^a	10,32
HT %	28,68 ^a	24,38 ^{bc}	23,26 ^c	27,62 ^{ab}	30,16 ^a	27,66 ^{ab}	9,55
RBC c/mm ³	1,79 ^{bc}	1,64 ^c	1,69 ^{bc}	1,73 ^{bc}	2,07 ^a	1,89 ^{ab}	8,93
MCVfl	160,55 ^a	148,02 ^{abc}	139,38 ^c	159,38 ^{ab}	145,42 ^{bc}	146,14 ^{bc}	9,81
MCH pgm	50,40 ^a	43,34 ^{cd}	41,24 ^d	48,58 ^{ab}	45,22 ^c	46,22 ^{bc}	5,09
MCHCg/dl	31,40 ^{ab}	29,34 ^b	29,74 ^{ab}	30,54 ^{ab}	31,08 ^{ab}	31,60 ^a	4,68

Médias com letras diferentes, na linha, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (P<0,01).

HT=hematócrito, HB=hemoglobina, RBC=número de eritrócitos, VCM=volume corpuscular médio, HCM=hemoglobina corpuscular média, CHCM=concentração de hemoglobina corpuscular média.

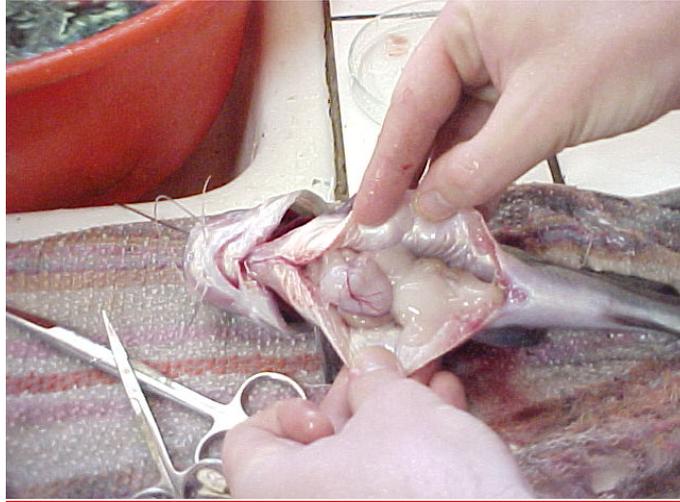
Tratamentos: CL:farinha de carne e ossos + levedura; SL:farelo de soja + levedura; S:somente farelo de soja; CS:farinha de carne e ossos + farelo de soja; PL: farinha de peixe + levedura; PS:farinha de peixe + farelo de soja.

ANEXO 3 - Instalações experimentais e exemplares de jundiá (*Rhamdia quelen*).



ANEXO 4 – Fabricação das rações experimentais.**Mistura de ingredientes****Peletização****Secagem ao sol****Medição da temperatura de secagem****Rações prontas**

ANEXO 5 – Gordura visceral e gônadas.



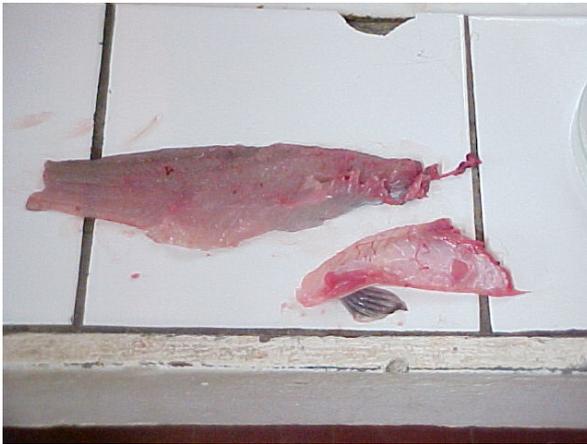
Gordura visceral – tratamento CL



Gordura visceral – tratamento CL



Gônada feminina – tratamento PL

ANEXO 6 – Etapas do processo de retirada de cortes e filetagem.**Juvenil antes do abate****Principais cortes****Divisão do músculo abdominal****Parte comestível total****Filetagem****Filés prontos**