



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

**COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE INGREDIENTES
PARA JUVENIS DE JUNDIÁ, *Rhamdia quelen***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Aqüicultura.

Orientadora: Débora Machado Fracalossi

PAULO ROBERTO CAMPAGNOLI DE OLIVEIRA FILHO

Florianópolis – 2005

FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira Filho, Paulo Roberto Campagnoli

Coeficiente de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá, *Rhamdia quelen* / Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho – 2005.

39 f.: grafs., tabs.

Orientador: Débora Machado Fracalossi

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias.

Bibliografia: f. 33-39.

1. Digestibilidade 2. Ingredientes 3. Jundiá 4. *Rhamdia quelen* I. Título.

**Coeficiente de digestibilidade aparente de ingredientes
para juvenis de jundiá, *Rhamdia quelen***

Por

PAULO ROBERTO CAMPAGNOLI DE OLIVEIRA FILHO

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQÜICULTURA

e aprovada em sua forma final pelo Programa de
Pós-Graduação em Aqüicultura.

Profa. Débora Machado Fracalossi, Dra.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Dra. Débora Machado Fracalossi - *Orientadora*

Dr. Leandro Portz

Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez

“À minha família com muito amor...”

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Débora, pela orientação, paciência e confiança prestada a mim em todos os momentos do mestrado;

À minha família por todo amor e educação que sempre recebi, além de acreditar e investir no meu estudo;

À amiga, companheira, colega e namorada Pamela Montes pela ajuda no desenvolvimento pessoal, amoroso e profissional;

Ao meu amigo e professor Paulo Carneiro por ter me fascinado pela piscicultura;

À Nicoluzzi Rações LTDA pela doação dos ingredientes usados no presente estudo;

Ao Eng^o Aqüicultura Régis Canton pela montagem do sistema de digestibilidade, além da implantação da metodologia de análise de óxido de cromo;

Ao Prof^o Alex Pires pela ajuda nas análises estatísticas;

Aos amigos, alunos de graduação, Renato, Tiago, Fernanda, Túlio, Jackson, Fábio (Gaúcho), Caroline, pelo auxílio na condução do experimento (coleta de fezes), além de toda amizade nos momentos de lazer;

Aos meus amigos Gustavo, Bis e Giuliano por todos os aprendizados e ensinamentos durante o período em que morávamos juntos;

Ao seu KEKA pelos churrasquinhos e festinhas sempre tão animadas, além de toda ajuda na confecção das rações;

A Grasi (secretária) por toda ajuda e simpatia;

A equipe do LAPAD (Pedrão, Lauro, Sami, Marquito, Jackson e Sâmara) pelo suporte e apoio técnico fornecido.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS e FIGURAS	<i>vi</i>
LISTA DE ABREVIACÕES	<i>vii</i>
RESUMO	<i>viii</i>
ABSTRACT	<i>ix</i>
INTRODUÇÃO	01
1. O jundiá	01
2. Digestibilidade	02
2.1. Métodos para a determinação da digestibilidade.....	02
2.2. Métodos de coleta de fezes para determinação da digestibilidade.....	03
2.3. Fatores que interferem na digestibilidade.....	04
3. Digestibilidade de ingredientes para peixes cultivados.....	05
Manuscrito - COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE INGREDIENTES PARA JUVENIS DE JUNDIÁ, <i>Rhamdia quelen</i>	10
Resumo	10
Abstract	11
Introdução.....	12
Material e Métodos	14
Peixes, ensaio alimentar e coleta de fezes.....	14
Dietas experimentais	14
Análises laboratoriais	15
Digestibilidade	18
Monitoramento da qualidade de água	19
Delineamento experimental e análise estatística.....	19
Resultados	19
Discussão	22
Conclusão	26
Agradecimentos	26
Referências Bibliográficas	26
CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
ANEXO	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO	33

LISTA DE TABELAS

	Página
INTRODUÇÃO	
Tabela 1 - Comparação entre os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta, energia bruta, e matéria seca de ingredientes para peixes cultivados de hábito alimentar distinto.....	05
Manuscrito - COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE ALGUNS INGREDIENTES PARA JUVENIS DE JUNDIÁ, <i>Rhamdia quelen</i>	
Tabela 2 – Composição dos ingredientes testados em ensaio de digestibilidade com juvenis de jundiá (dados expressos em % da matéria seca).....	16
Tabela 3 – Formulação e composição centesimal das dietas experimentais utilizadas em ensaio de digestibilidade com juvenis de jundiá (dados expressos em % da matéria seca).....	17
Tabela 4 - Valores médios (\pm desvio padrão) dos coeficientes de digestibilidade aparente das rações para juvenis de jundiá.....	20
Tabela 5 – Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta de alguns ingredientes e seus respectivos valores de proteína e energia digestíveis para juvenis de jundiá.....	21
CONSIDERAÇÕES FINAIS	
Tabela 6 - Comparação dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) e matéria seca (MS) das fezes coletadas em frascos com gelo a cada 4 horas (22:00, 2:00, 6:00 e 10:00 h) e sobras aderidas aos tanques, coletadas somente às 10:00 h.....	31

LISTA DE FIGURAS

	Página
CONSIDERAÇÕES FINAIS	
Figura 1 - Média da quantidade de fezes excretada por juvenis de jundiás, durante as coletas de fezes noturnas, por um período de 5 dias. Diferentes letras indicam diferença estatística ($P < 0,05$).....	30
Figura 2 – A) Tanques de alimentação (130 l) contendo cestos onde os peixes eram alimentados durante o dia. B) Vista superior do sistema de tanques para coleta de fezes, onde os cestos contendo os peixes eram transferidos à noite. C) Vista inferior dos tanques de coleta de fezes. D) Coletor acondicionado em gelo.....	32

LISTA DE ABREVIACOES

CDA = Coeficiente de digestibilidade aparente

° C = Grau centígrado

CCA = Centro de Ciências Agrárias

Cr₂O₃ = Óxido de cromio

EB = Energia bruta

ED = Energia digestível

EM = Energia metabolizável

g = Grama

h = Hora

kcal = Quilocaloria

kg = Quilograma

l = Litro

LAPAD = Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce

min = Minuto

mm = Milímetro

ml = Mililitro

MS = Matéria seca

N = Nitrogênio

OD = Oxigênio dissolvido

PB = Proteína bruta

PD = Proteína digestível

% = Porcentagem

pH = Potencial hidrogênionico

T = Temperatura

UFSC = Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

O jundiá, *Rhamdia quelen*, é um bagre nativo da América Latina, de hábito alimentar onívoro, com grande potencial para a aquicultura na região Sul do Brasil. Entretanto, a digestibilidade de ingredientes normalmente utilizados na formulação de rações ainda não é conhecida para esta espécie. Portanto, os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia de cinco ingredientes: farelo de soja, glúten de milho, farinha de peixe, quirera de arroz e milho foram determinados para juvenis ($78,5 \pm 9$ g) desta espécie. O método adotado para estimativa da digestibilidade foi o indireto, usando-se o óxido de cromo na concentração de 0,5% da dieta como indicador, sendo as fezes coletadas a cada 4 horas por sedimentação. Dentre os ingredientes testados, o glúten de milho apresentou os maiores coeficientes de digestibilidade (95,0% para a proteína, 88,0% para a energia e 82,2% para a matéria seca) ($P < 0,05$), enquanto que o milho, os menores 73,0% para a proteína, 59,1% para a energia e 57,2% para a matéria seca. Os demais ingredientes apresentaram valores intermediários de digestibilidade. O ingrediente energético quirera de arroz apresentou 80,7% para a proteína, 64,8% para a energia e 60,5% para a matéria seca, enquanto que os ingredientes protéicos farelo de soja e farinha de peixe apresentaram valores de digestibilidade para a proteína de 88,6% e 77,7%, respectivamente. A digestibilidade da energia para estes mesmos ingredientes foi de 76,5% e 74,8%, enquanto que a da matéria seca foi 73,3% e 58,6%. Os resultados do presente estudo demonstraram que juvenis de jundiás, apesar de terem hábito alimentar onívoro, têm grande capacidade de digerir ingredientes protéicos e relativa dificuldade de digerir ingredientes energéticos, sugerindo que este peixe é um onívoro com tendência à carnivoria.

ABSTRACT

Jundia, *Rhamdia quelen*, is an omnivorous catfish native to Latin America, with great potential for aquaculture in Southern Brazil. However, the digestibility of ingredients normally used in feed formulation is not yet known for this species. Therefore, the apparent coefficient digestibility for dry matter, protein and energy of five ingredients: soybean meal, corn gluten meal, fish meal, broken rice and ground corn were determined for juvenile jundia (78.5 ± 9 g). The indirect method was adopted for estimating nutrient digestibility. Chromic oxide (0.5%) was added to the diet as a marker, and feces were collected by sedimentation every four hours. From all the ingredients tested, corn gluten meal showed the highest apparent coefficient digestibility (95.0% for protein, 88.0% for energy and 82.2% for dry matter) ($P < 0.05$) while ground corn showed the lowest apparent coefficient digestibility (73.0% for protein, 59.1% for energy and 57.2% for dry matter). The other ingredients presented intermediary results. The rich energy ingredient broken rice showed 80.7% for protein, 64.8% for energy and 60.5% for the dry matter; while the protein rich ingredients soybean meal and fish meal showed 88.6% and 77.7%, respectively, for protein digestibility. The energy digestibility for the same ingredients were 76.5% and 74.8%, while for dry matter were 73.3% and 58.6%. Our findings demonstrated that juvenile jundia, although presenting an omnivorous feeding habit, is able to digest high protein ingredients better than high energy ingredients, suggesting that this species is an omnivore with a carnivorous tendency.

INTRODUÇÃO

1. O jundiá

Existem no Brasil muitas espécies nativas com potencial para a piscicultura continental e entre elas está o jundiá, *Rhamdia quelen*, Quoy & Gaimard 1824. É um bagre nativo da América Latina (SILFVERGRIP, 1996), adaptado a diferentes ambientes, que vem apresentando bons resultados em viveiros de piscicultura, principalmente no Sul do país, por apresentar bom crescimento em baixas temperaturas (CARNEIRO *et al.*, 2002; FRACALLOSSI *et al.*, 2004). Além disso, apresenta excelente aceitação pelo mercado consumidor, tanto para a pesca esportiva como peixe de mesa (FRACALLOSSI *et al.*, 2002). Os adultos são onívoros, com preferência por detritos orgânicos, restos vegetais, peixes, crustáceos e insetos (GUEDES, 1980; MEURER e ZANIBONI FILHO, 1997). O crescimento dos alevinos em viveiros é rápido, atingindo 5cm de comprimento, em menos de 30 dias (GOMES *et al.*, 2000). Estudos realizados com larvas desta espécie (PIAIA e RADUNZ NETO, 1997; CARDOSO, 1998; ULIANA, 2001) indicam a aceitação de dietas artificiais desde o início da alimentação exógena, o que é uma característica bastante desejável para a piscicultura. CARNEIRO *et al.* (2003) afirmam que os melhores resultados em crescimento e sobrevivência acontecem quando larvas de jundiás são alimentadas com a combinação de ração com plâncton.

MEYER e FRACALLOSSI (2004) testaram diferentes concentrações de proteína bruta (PB) (26%, 30%, 34%, 38%, 42%) em dois níveis energéticos (3.000 e 3.500 kcal/kg energia metabolizável, EM), estimada baseando-se nos valores fisiológicos padrão (LEE e PUTNAM, 1973), com dietas semi-purificadas para alevinos de jundiá. Os melhores resultados de ganho em peso e eficiência alimentar foram observados nas concentrações de 38% e 34% de PB para as dietas contendo em 3.000kcal EM/kg e 3.500 kcal EM/kg, respectivamente.

Em estudos com ingredientes práticos, destaca-se o de MELO *et al.* (2002), onde foi avaliado o desenvolvimento e a composição corporal de alevinos de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos. O desempenho e o rendimento de carcaça não foram afetados pelas diferentes fontes de lipídeos testados (óleo de canola, óleo de fígado de bacalhau e banha suína). No entanto, houve maior deposição de proteína na carcaça quando o jundiá foi alimentado com óleo de canola, enquanto que a maior deposição de gordura visceral se deu com banha suína. COLDEBELLA e RADUNZ NETO (2002) compararam três diferentes

fontes protéicas (levedura de cana, farelo de soja e farinha de carne e ossos) na alimentação de alevinos de jundiá. O estudo mostrou que a farinha de carne e ossos foi o ingrediente que ocasionou o menor crescimento e ganho em peso, sendo que a combinação de farelo de soja e levedura de cana, quando incluídas a 36,4% de ração, proporcionou os melhores resultados.

Apesar de existirem alguns estudos com ingredientes práticos, ainda não há relatos de experimentos que avaliem a digestibilidade de ingredientes para a confecção de rações para o jundiá. O conhecimento dos valores de digestibilidade dos ingredientes é de grande relevância para o desenvolvimento de dietas mais eficientes, que contribuam para o aperfeiçoamento do cultivo desta espécie.

2. Digestibilidade

A digestibilidade é um dos critérios empregados em estudos com animais para avaliar a qualidade nutricional dos alimentos e medir a eficiência de dietas completas, através da quantificação da fração do nutriente ou energia absorvida do alimento que não é excretada nas fezes (CHOUBERT *et al.*, 1979; NRC, 1993; DE SILVA e ANDERSON, 1998).

A digestibilidade verdadeira dos alimentos é aquela que leva em conta as perdas endógenas do peixe durante a excreção. Essas perdas são produtos da oxidação das proteínas, lipídeos, tal como, enzimas digestivas, muco e células da parede intestinal e substâncias presentes na bile (LOVELL, 1998). Para determinação da digestibilidade verdadeira deve-se formular uma dieta sem o nutriente e avaliar a contribuição endógena desse nutriente (HARDY, 1997). Como essas perdas são pequenas, em torno de 5% (NRC, 1993), e de difícil quantificação, devido o peixe viver no meio aquático, o método de avaliação mais utilizado é o da digestibilidade aparente, que não leva em conta as perdas endógenas citadas anteriormente.

2.1. Métodos para a determinação da digestibilidade

O método direto é determinado através da diferença entre a quantidade do nutriente presente no alimento oferecido ao peixe e a quantidade do nutriente presente nas fezes (LOVELL, 1998). Essa diferença fornece o quanto o peixe digeriu do nutriente. Para animais terrestres, essa técnica funciona bem, porém com peixes a utilização desse método é dificultado pelo fato do animal viver em meio aquático, que contribui para a rápida lixiviação dos nutrientes e impossibilita precisão na coleta total das excreções e medição do consumo do alimento (DE

SILVA e ANDERSON, 1998). Já o método indireto de medida de digestibilidade permite a coleta parcial das fezes através da utilização de um marcador 100% indigestível na dieta. Este marcador inerte deve ser de fácil mistura aos alimentos, passar pelo intestino do peixe com a mesma velocidade que o alimento estudado, ser atóxico e passível de análise precisa (LOVELL, 1998). Existem marcadores de digestibilidade internos e externos ao alimento. Os marcadores internos são os elementos indigestíveis presentes no próprio alimento, tais como fibra bruta, cinzas e celulose (MORALES *et al.*, 1999; SALES e BRITZ, 2001), enquanto que os marcadores de digestibilidade externos são compostos ou substâncias adicionadas às dietas. O mais tradicional marcador de digestibilidade utilizado em peixes é o óxido de crômio (AUSTRENG, 1978; BREMER NETO *et al.*, 2003). Porém, alguns estudos contestam o seu uso, principalmente por afirmarem que ele não é totalmente recuperado nas fezes (RICHE *et al.*, 1995), por possuir trânsito de passagem diferente do alimento (LEAVITT, 1985), além de poder afetar a digestão e o metabolismo dos peixes (SHIAU e CHEN, 1993). Devido a esses estudos, outros marcadores têm sido testados, tais como cinza insolúvel em ácido (TACON e RODRIGUES, 1984), celite (ATKINSON *et al.*, 1984; BUREAU *et al.*, 1999; MORALES *et al.*, 1999), polietileno (TACON e RODRIGUES, 1984), óxido de ítrio (REFSTIE *et al.*, 1997; STOREBAKKEN *et al.*, 1998), óxido de itérbio (REFSTIE *et al.*, 1998), óxido de lantânio (HILLESTAD *et al.*, 1999), dióxido de titânio (LIED *et al.*, 1982; WEATHERUP e MCCRACKEN 1998), carbonato de bário (RICHE *et al.*, 1995), entre outros. Todos esses marcadores são alternativas de substituição ao óxido de crômio.

2.2. Métodos de coleta de fezes para determinação da digestibilidade

Os métodos de coleta de fezes de peixes mais utilizados em trabalhos para determinação da digestibilidade dos alimentos são: extrusão ou pressão abdominal (NOSE, 1967; BERGE *et al.*, 1991), sucção anal (AUSTRENG, 1978; DEGANI *et al.*, 1997), dissecação (WINDELL *et al.*, 1978; WILSON e POE, 1985), sedimentação (CHO e SLINGER, 1979; ALLAN *et al.*, 1999; PEZZATO *et al.*, 2002) e filtração contínua (CHOUBERT *et al.*, 1979, 1982; GOMES *et al.*, 1995).

Dependendo do tipo de coleta de fezes utilizado, haverá uma determinada consequência nos valores de digestibilidade. Dentre os métodos citados, os mais utilizados são a sedimentação, dissecação e pressão abdominal. A sedimentação é um método de coleta de fezes no qual as excretas são recolhidas através de um frasco acoplado ao fundo de um tanque cilíndrico cônico

por meio de sedimentação, e tem como vantagem não estressar o peixe, além de possibilitar a utilização de animais de qualquer tamanho ou idade (HARDY, 1997). Porém, para se utilizar este método de coleta de fezes, há necessidade da utilização de tanques especiais, sendo que o contato das fezes com a água pode ocasionar a lixiviação dos nutrientes (VANDENBERG e DE LA NOUE, 2001), superestimando a digestibilidade dos nutrientes (WINDELL *et al.*, 1978; HAJEN *et al.*, 1993). No entanto, CHO *et al.* (1985) afirmaram que a lixiviação dos nutrientes nesse método de coleta é mínima, além de ser um método bastante prático.

A extrusão é outro método muito empregado em experimentos de digestibilidade. Tem como vantagem impedir a lixiviação dos nutrientes e dispensar a utilização de tanques especiais, já que as fezes são coletadas por meio de pressão abdominal. Entretanto, além de estressar os peixes (HAJEN *et al.*, 1993), este método de coleta pode provocar ferimentos nas paredes intestinais (VANDERBERG e DE LA NOUE, 2001). A utilização de anestésicos para diminuição do estresse, pode induzir à defecação espontânea (SPYRIDAKIS *et al.*, 1989), ocasionando coleta de fezes ainda não totalmente digeridas. A dissecação tem as mesmas vantagens que a extrusão, porém implica sacrificar o peixe para coletar as fezes (HARDY, 1997).

2.3. Fatores que interferem na digestibilidade

Existem muitos fatores que podem influir na digestibilidade de um alimento pelo peixe. Eles estão relacionados à composição e o processamento das dietas, tais como a quantidade de carboidrato, fibra e gordura (TACON, 1987; NRC, 1993), grau de moagem (ZHU *et al.*, 2001), peletização ou extrusão (WILSON e POE, 1985; SORENSEN *et al.*, 2002), presença de anti-nutrientes (SPINELLI *et al.*, 1983; STOREBAKKEN *et al.*, 1998; FURUYA *et al.*, 2001; CHENG e HARDY, 2002) e nível de inclusão do ingrediente teste (APPLEFORD e ANDERSON, 1997), entre outros. As condições ambientais, tais como a temperatura da água (SHCHYERBINA e KAZLAUSKYENYE, 1971; BEDIKSEN *et al.*, 2003) e a concentração de oxigênio dissolvido nos tanque (NEIJI *et al.*, 1993), também podem afetar os valores de digestibilidade dos ingredientes pelos peixes.

Há ainda fatores de caráter metodológicos, como tempo de coleta de fezes (ALLAN, 1999), tipo de alimentador (YAMAMOTO *et al.*, 2001), o método de coleta de fezes (NOSE 1967; OGINO *et al.*, 1973; AUSTRENG, 1978; WINDELL *et al.* 1978; CHO e SLINGER, 1979; CHOUBERT *et al.*, 1979, 1982; ALLAN, 1999), os marcadores (LIED *et al.*, 1982;

TACON e RODRIGUES, 1984; ATKINSON *et al.*, 1984; SIGURGISLADOTTIR *et al.*, 1990; RICHE *et al.*, 1995; REFSTIE *et al.*, 1997; REFSTIE *et al.*, 1998; STOREBAKKEN *et al.*, 1998; WEATHERUP e MCCRACKEN 1998; BUREAU *et al.*, 1999; MORALES *et al.*, 1999; HILLESTAD *et al.*, 1999) e o tamanho dos peixes (HENKEN *et al.*, 1985), que também podem afetar a digestibilidade dos nutrientes pelos peixes.

3. Digestibilidade de ingredientes para peixes cultivados

Os alimentos ou ingredientes utilizados na fabricação de rações podem ser divididos em protéicos ou energéticos. Os ingredientes protéicos são aqueles que possuem mais de 20% de proteína bruta (HARDY e BARROWS, 2002). Esses ingredientes se subdividem em protéicos de origem animal, tais como as farinhas de peixe, carne, carne e ossos, vísceras, sangue, ou de origem vegetal: farelo de soja, farelo de algodão, farelo de amendoim, farelo de canola e outros concentrados protéicos de origem vegetal. Os farelos de milho, trigo, sorgo e arroz, entretanto são chamados de ingredientes energéticos, pois apresentam porcentagem de proteína bruta inferior a 20% e altas quantidades de carboidrato (HARDY e BARROWS, 2002).

Os ingredientes protéicos ou energéticos de origem animal ou vegetal possuem diferentes coeficientes de digestibilidade, dependendo da capacidade digestiva dos peixes cultivados, a qual está diretamente relacionada ao seu hábito alimentar (ZAVALA-CAMIM, 1996). A Tabela 1 sumariza estudos desenvolvidos com diferentes espécies de peixes cultivados, onde foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes utilizados na formulação de rações comerciais.

Tabela 1 - Comparação entre os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta, energia bruta e matéria seca de ingredientes para peixes cultivados de hábito alimentar distinto.

Ingredientes	Espécie	Coeficiente de digestibilidade aparente, %				Referência
		Hábito alimentar	Proteína bruta	Energia bruta	Matéria seca	
Farelo de soja	Bagre do canal <i>Ictalurus punctatus</i>	Onívoro	97,0	72,0	-	Wilson e Poe, 1985
	Perca prateada <i>Bidyanus bidyanus</i>		-	78,0	75,4	Allan <i>et al.</i> , 2000
	Pacu <i>Piaractus mesopotamicus</i>		81,1	63,7	-	Abimorad e Carneiro, 2002
			102,4	98,2	96,6	Carvalho, 1999
	Tilápia do Nilo <i>Oreochromis niloticus</i>		91,6	73,2	71,0	Pezzato <i>et al.</i> , 2002

Ingredientes	Espécie	Coeficiente de digestibilidade aparente, %				Referência
		Hábito alimentar	Proteína bruta	Energia bruta	Matéria seca	
Farelo de soja	“Striped bass híbrido” <i>M. saxatilis X M. chrysops</i>	Carnívoro	80,0	55,2	44,5	Sullivan e Reigh, 1995
	“Haddock”		92,2	92,1	89,0	Tibbetts <i>et al.</i> , 2004
	Melanogrammus aeglefinus “Black bass” <i>Micropterus salmoides</i>		94,3	75,4	70,4	Portz e Cyrino, 2004
Glúten de milho	Tilápia do Nilo	Onívoro	96,0	71,2	92,0	Pezzato <i>et al.</i> , 2002
	Tilápia híbrida		96,5	83,4	-	Sklan <i>et al.</i> , 2004
	“Black bass”	Carnívoro	93,6	76,5	75,3	Portz e Cyrino 2004
	“Haddock”		92,3	80,7	72,6	Tibbetts <i>et al.</i> , 2004
	“Cobia” <i>Rachycentron canadum</i>		94,4	94,2	84,6	Zhou <i>et al.</i> , 2004
Farinha de peixe	Bagre do canal	Onívoro	85,0	92,0	-	Wilson e Poe, 1985
	Carpa comum		83,8	93,4	-	Degani <i>et al.</i> , 1997
	Piracanjuba <i>Brycon orbignyianus</i>		63,1	38,5	22,3	Meurer, 1999
	Pacu		88,4	78,1	-	Abimorad e Carneiro, 2002
			90,5	88,4	72,8	Carvalho, 1999
	Tilápia do Nilo		78,6	72,2	57,5	Pezzato <i>et al.</i> , 2002
	Tilápia híbrida		90,2	89,2	-	Sklan <i>et al.</i> , 2004
	Perca prateada		-	89,6	78,9	Allan <i>et al.</i> , 2000
	Pintado	Carnívoro	84,1	72,8	-	Gonçalves e Carneiro, 2003
	“Striped bass híbrido”		88,2	95,6	83,7	Sullivan e Reigh, 1995
	“Haddock”		95,9	92,2	95,9	Tibbetts <i>et al.</i> , 2004
	“Cobia”		96,3	95,5	87,6	Zhou <i>et al.</i> , 2004
“Black bass”		87,7	78,4	70,0	Portz e Cyrino, 2004	
Milho	Carpa comum	Onívoro	81,0	-	-	Degani <i>et al.</i> , 1997
	Pacu		84,4	86,7	-	Abimorad e Carneiro, 2002
	Tilápia do Nilo		91,7	84,0	52,5	Pezzato <i>et al.</i> , 2002
			93,4	76,6	73,2	Boscolo <i>et al.</i> , 2002
	Pintado	Carnívoro	64,2	65,0	-	Gonçalves e Carneiro, 2003
Farelo de arroz	Bagre do canal	Onívoro	73,0	50,0	-	Wilson e Poe, 1985
	Tilápia do Nilo		94,9	91,3	59,3	Pezzato <i>et al.</i> , 2002
	Pintado	Carnívoro	44,2	51,8	-	Gonçalves e Carneiro, 2003
Quirera de arroz		Carnívoro	43,2	47,3	-	Gonçalves e Carneiro, 2003

A farinha de peixe é um dos ingredientes que possui o melhor balanço de aminoácidos (TACON, 1987), além de ser muito palatável, sendo por isso um dos ingredientes mais utilizados na confecção de rações para peixes. Os peixes carnívoros, em geral, apresentam uma alta digestibilidade da proteína bruta, energia bruta e matéria seca para a farinha de peixe (SULLIVAN e REIGH, 1995; GONÇALVES e CARNEIRO, 2003; TIBBETTS *et al.*, 2004; ZHOU *et al.*, 2004; PORTZ e CYRINO, 2004). Isso ocorre devido à morfologia e fisiologia do trato gastro-intestinal de um peixe carnívoro, o qual é adequado para digerir produtos de origem animal (ZAVALA-CAMIM, 1996). Os peixes onívoros, entretanto, apresentam grande variação da digestibilidade da farinha de peixe. A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, por exemplo, apresentou coeficientes de digestibilidade razoáveis para a farinha de peixe, sendo 78,6% para proteína 72,2% para a energia, 57,5% para a matéria seca (PEZZATO *et al.*, 2002). Já para a piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, foram observados valores baixos de digestibilidade para a farinha de peixe obtida de resíduos de filetagem, variando de 63,1%, 38,5% e 22,3% para a proteína bruta, energia bruta e matéria seca (MEURER, 1999) respectivamente, enquanto que os valores encontrados por WILSON e POE (1985) para o bagre do canal, *Ictalurus punctatus*, foram de 85,0% para a proteína bruta e 92,0% para a energia bruta da farinha de peixe de menhaden. Além das grandes diferenças morfológicas e fisiológicas encontradas no sistema digestório dos peixes onívoros, outro aspecto que deve ser levado em consideração é o tipo de farinha de peixe empregada. Existem farinhas de peixes produzidas a partir de peixe inteiro (anchova, herring e menhaden, entre outras), as quais apresentam excelentes índices de digestibilidade (NRC,1993). Entretanto, existem farinhas de peixe produzidas a partir de resíduos do processamento industrial, que são as produzidas atualmente no Brasil. Essas farinhas possuem qualidade nutricional inferior à farinha de peixe inteiro. De uma maneira geral, a farinha de peixe, resíduo ou peixe inteiro, tem disponibilidade sazonal, custo elevado (MACEDO-VIEGAS e SOUZA, 2004) e é um recurso não renovável, o que tem estimulado o estudo da substituição deste ingrediente por fontes protéicas alternativas, principalmente de origem vegetal (GOMES *et al.*, 1995; BOOTH *et al.*, 2001).

O principal ingrediente utilizado na substituição da farinha de peixe é o farelo de soja, o qual possui alta porcentagem de proteína, além de conter a maioria dos aminoácidos essenciais para os peixes (NRC, 1993). Outro aspecto importante é que o farelo de soja possui um baixo preço comparado à farinha de peixe inteiro, além de ser um ingrediente de fácil obtenção. Porém, o farelo de soja é deficiente em metionina e possui fatores antinutricionais, como a antitripsina e o fitato, que contribuem para a diminuição da sua digestibilidade (KROGDHAL *et al.*, 1994).

Além do aquecimento (BERGOT, 1991), que inibe a antitripsina, estudos têm investigado a suplementação dietética de metionina (FAGBENRO e DAVIES, 2001) e a inclusão da enzima microbiológica fitase (SPINELLI *et al.*, 1983; FURUYA *et al.*, 2001; CHENG e HARDY, 2002), o que tem melhorado a digestibilidade do farelo de soja.

Outro ingrediente protéico de origem vegetal que tem sido empregado com bastante sucesso é o glúten de milho. Este ingrediente é subproduto da fabricação do amido de milho e contém cerca de 60% de proteína bruta (TACON, 1987). Estudos têm demonstrado que este ingrediente possui alta digestibilidade tanto para peixes onívoros como para carnívoros. Para a tilápia híbrida, *O. niloticus x O. aureus*, foram encontrados valores de 96,5% para a proteína bruta e 83,4% para a energia bruta (SKLAN *et al.*, 2004); já para o carnívoro “black bass”, *Micropterus salmoides*, PORTZ e CYRINO (2004) encontraram valores de digestibilidade de 93,6% e 76,4% para a proteína e energia brutas, respectivamente.

Os ingredientes energéticos possuem grande quantidade de carboidrato, que são fontes de energia, e têm sua inclusão restrita nas dietas para peixes, em comparação com a inclusão em dietas de outros monogástricos (HALVER e HARDY, 2002). Os peixes carnívoros, por apresentarem um sistema digestivo pouco adaptado a digerir produtos de origem vegetal (ZAVALA-CAMIM, 1996), apresentam valores ainda mais baixos de digestibilidade para esses ingredientes energéticos, quando comparados aos peixes onívoros. Entre os ingredientes energéticos mais utilizados na confecção de rações, estão o milho e o farelo de arroz. Para o pintado, *Pseudoplatystoma coruscans*, o farelo de arroz apresentou baixa digestibilidade da proteína bruta (44,2%), e energia bruta (51,8%) (GONÇALVES e CARNEIRO, 2003). Corroborando com estes resultados, SULLIVAN e REIGH (1995) também observaram valores reduzidos de digestibilidade (71,4% para a proteína bruta e 47,0% para a energia bruta) para o carnívoro “striped bass híbrido”, *Morone saxatilis X M. chrysops*. Para o milho, entretanto, GONÇALVES e CARNEIRO (2003) encontraram valores de digestibilidade razoáveis para o pintado (64,2% para a proteína bruta e 65,0% para a energia bruta). O processo de extrusão, que promove a gelatinização do amido, tem melhorado bastante a digestibilidade desses ingredientes energéticos (SORENSEN *et al.*, 2002). Os peixes onívoros, entretanto, principalmente os que apresentam intestino longo, conseguem aproveitar melhor esses ingredientes ricos em carboidratos que os peixes carnívoros. Por exemplo, para a tilápia do Nilo, o farelo de arroz apresentou valores de digestibilidade de 94,9% para a proteína bruta e 91,3% para a energia bruta (PEZZATO *et al.*, 2002) e para o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, foram observados valores de 80,8% para a proteína bruta e 92,7% para a energia bruta para este mesmo ingrediente

(ABIMORAD e CARNEIRO, 2002). A digestibilidade do milho foi semelhante para o pacu (91,5% para a proteína bruta e 91,2% para a energia bruta), (CARVALHO, 1999) e para a tilápia (91,7% para a proteína bruta e 84,0% para a energia bruta) (PEZZATO *et al.*, 2002).

O conhecimento dos coeficientes de digestibilidade dos principais ingredientes usados na confecção de rações para o jundiá é de vital importância para a formulação de rações mais eficientes. A escolha de ingredientes com maior digestibilidade possibilitará diminuição na poluição da água dos viveiros de cultivo e melhoria dos índices zootécnicos do jundiá. Desta maneira o objetivo do presente estudo foi determinar os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta do farelo de soja, glúten de milho, farinha de peixe, quirera de arroz e milho para juvenis de jundiá.

Os resultados deste estudo estão apresentados a seguir na forma de artigo científico, seguindo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia, para a qual será posteriormente submetido à publicação.

Coeficiente de Digestibilidade Aparente de Ingredientes para Juvenis de Jundiá, *Rhamdia quelen*

Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho¹ e Débora Machado Fracalossi²

¹Engº Agrônomo, Mestrando em Aqüicultura, UFSC, Bolsista CAPES, Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce, CEP 88066-292, Florianópolis, SC, Brasil, Tel/Fax:48-3895216, e-mail: paulocoliveira@ibest.com.br

²Engº Agrônoma, Profª Doutora Departamento de Aqüicultura da UFSC/ Florianópolis, Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce, CEP 88066-292, Florianópolis, SC, Brasil, Tel/Fax:48-3895216, e-mail: deboraf@cca.ufsc.br

Resumo – O jundiá, *Rhamdia quelen*, é um bagre nativo da América Latina, de hábito alimentar onívoro, com grande potencial para a aqüicultura na região Sul do Brasil. Entretanto, a digestibilidade de ingredientes normalmente utilizados na formulação de rações ainda não é conhecida para esta espécie. Portanto, os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia de cinco ingredientes: farelo de soja, glúten de milho, farinha de peixe, quirera de arroz e milho foram determinados para juvenis ($78,5 \pm 9$ g) desta espécie. O método adotado para estimativa da digestibilidade foi o indireto, usando-se o óxido de cromo na concentração de 0,5% da dieta como indicador, sendo as fezes coletadas a cada 4 horas por sedimentação. Dentre os ingredientes testados, o glúten de milho apresentou os maiores coeficientes de digestibilidade (95,0% para a proteína, 88,0% para a energia e 82,2% para a matéria seca) ($P < 0,05$), enquanto que o milho, os menores 73,0% para a proteína, 59,1% para a energia e 57,2% para a matéria seca. Os demais ingredientes apresentaram valores intermediários de digestibilidade. O ingrediente energético quirera de arroz apresentou 80,7% para a proteína, 64,8% para a energia e 60,5% para a matéria seca, enquanto que os ingredientes protéicos farelo de soja e farinha de peixe apresentaram valores de digestibilidade para a proteína de 88,6% e 77,7%, respectivamente. A digestibilidade da energia para estes mesmos ingredientes foi de 76,5% e 74,8%, enquanto que a da matéria seca foi 73,3% e 58,6%. Os resultados do presente estudo demonstraram que juvenis de jundiás, apesar de terem hábito alimentar onívoro, têm grande capacidade de digerir ingredientes protéicos e relativa dificuldade de digerir ingredientes energéticos, sugerindo que este peixe é um onívoro com tendência à carnívoria.

Palavras-chave: digestibilidade, ingredientes, jundiá, *Rhamdia quelen*

Apparent Coefficient Digestibility of Ingredients for Juvenile *Jundia, Rhamdia quelen*

Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho e Débora Machado Fracalossi

Abstract – *Jundia, Rhamdia quelen*, is an omnivorous catfish native to Latin America, with great potential for aquaculture in Southern Brazil. However, the digestibility of ingredients normally used in feed formulation is not yet known for this species. Therefore, the apparent coefficient digestibility for dry matter, protein and energy of five ingredients: soybean meal, corn gluten meal, fish meal, broken rice and ground corn were determined for juvenile *jundia* (78.5 ± 9 g). The indirect method was adopted for estimating nutrient digestibility. Chromic oxide (0.5%) was added to the diet a marker, and feces were collected by sedimentation every four hours. From all the ingredients tested, corn gluten meal showed the highest apparent coefficient digestibility (95.0% for protein, 88.0% for energy and 82.2% for dry matter) ($P < 0,05$) while ground corn showed the lowest apparent coefficient digestibility (73.0% for protein, 59.1% for energy and 57.2% for dry matter). The other ingredients presented intermediary results. The rich energy ingredient broken rice showed 80.7% for protein, 64.8% for energy and 60.5% for the dry matter; while the protein rich ingredients soybean meal and fish meal showed 88.6% and 77.7%, respectively, for protein digestibility. The energy digestibility for the same ingredients were 76.5% and 74.8%, while for dry matter were 73.3% and 58.6%. Our findings demonstrated that juvenile *jundia*, although presenting an omnivorous feeding habit, is able present skill to digest high protein ingredients better than high energy ingredients, suggesting that this species is an omnivore with carnivorous tendency.

Keywords: Digestibility, ingredients, *jundia, Rhamdia quelen*

Introdução

Existem no Brasil muitas espécies nativas com potencial para a piscicultura continental e entre elas está o jundiá, *Rhamdia quelen*, Quoy & Gaimard 1824. É um bagre nativo da América Latina (Silfvergrip, 1996), adaptado a diferentes ambientes, que vem apresentando bons resultados em viveiros de piscicultura, principalmente no Sul do país, por apresentar bom crescimento mesmo durante o inverno (Carneiro et al., 2002; Fracalossi et al., 2004). Além disso, apresenta excelente aceitação pelo mercado consumidor, tanto para a pesca esportiva como para peixe de mesa. Os adultos são onívoros, com preferência por detritos orgânicos, restos vegetais, peixes, crustáceos e insetos (Guedes, 1980; Meurer & Zaniboni filho, 1997). O crescimento dos alevinos em viveiros é rápido, atingindo 5 cm de comprimento, em menos de 30 dias (Gomes et al., 2000). Além do conhecimento da biologia alimentar do jundiá, estudos sobre sua nutrição são de extrema relevância para o desenvolvimento do cultivo desta espécie.

Em estudo para determinação da exigência protéica e energética para alevinos, Meyer & Fracalossi (2004) testaram diferentes concentrações de proteína bruta (PB) em dois níveis energéticos utilizando dietas semi-purificadas. Os melhores resultados de ganho em peso e eficiência alimentar foram observados nas concentrações de 38% e 34% de PB para as dietas contendo em 3.000 kcal/kg energia metabolizável estimada (EM) e 3.500 kcal/kg, respectivamente. Já com ingredientes práticos, Melo et al. (2002), avaliaram o desenvolvimento e a composição corporal de alevinos de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos. O desempenho e o rendimento de carcaça não foram afetados pelas diferentes fontes de lipídeos testados (óleo de canola, óleo de fígado de bacalhau e banha suína). No entanto, houve maior deposição de proteína na carcaça quando o jundiá foi alimentado com óleo de canola,

enquanto que a maior deposição de gordura visceral se deu com banha suína. Ainda, Coldebella & Radunz Neto (2002) compararam três diferentes fontes protéicas (levedura de cana, farelo de soja e farinha de carne e ossos) na alimentação de alevinos de jundiá. O estudo mostrou que a farinha de carne e ossos foi o ingrediente que propiciou o menor crescimento e ganho em peso, sendo que a combinação de farelo de soja e levedura de cana, quando incluídos na mesma proporção (36,4%), foi a que proporcionou os melhores resultados. Apesar de haverem alguns estudos de nutrição com ingredientes práticos, ainda não existem informações sobre a digestibilidade de ingredientes utilizados na confecção de rações para o jundiá.

A digestibilidade é um dos critérios empregados em estudos com animais para avaliar a qualidade nutricional dos alimentos e medir a eficiência de dietas completas, através da quantificação da fração do nutriente ou energia absorvida do alimento que não é excretada nas fezes (Choubert et al., 1979; NRC, 1993; De Silva & Anderson, 1998). Em peixes, devido à dificuldade na coleta total das fezes, bem como medição precisa da quantidade de alimento consumido, utiliza-se o método indireto de medição de digestibilidade, que consiste na coleta parcial das fezes, através da utilização de um marcador indigestível na dieta. O marcador mais utilizado em estudos de digestibilidade em peixes é o óxido de cromo (Austreng, 1978; Bremer Neto et al., 2003).

A escolha de ingredientes com maior digestibilidade possibilita melhoria nos índices zootécnicos do jundiá e diminuição na poluição da água dos viveiros de cultivo. Desta maneira, o objetivo do presente estudo foi determinar os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta do farelo de soja, glúten de milho, farinha de peixe, quirera de arroz e milho para juvenis de jundiá.

Material e Métodos

Peixes, ensaio alimentar e coleta de fezes

O experimento foi conduzido em laboratório durante os meses de maio a outubro de 2004. Foram utilizados 144 jundiás com peso médio \pm desvio padrão de $78,5 \pm 9$ g provenientes de uma fazenda comercial e aclimatados às condições experimentais por dez dias em seis tanques de alimentação, com volume útil de 130 l, na densidade de 8 peixes/tanque. Em cada tanque, os peixes foram alojados dentro de gaiolas com volume útil de 98 l, costurados com rede de fio de nylon de 1 cm entre nós, para facilidade de manejo e redução do estresse. A alimentação foi oferecida até a saciedade aparente, três vezes ao dia, às 11:00, 14:00 e 17:00 h. Às 18:00 h, os peixes eram transferidos para tanques de coleta de fezes, tanques de fibra de vidro cilíndrico-cônicos com volume útil de 200 l, sendo as fezes coletadas a cada 4 h (22:00, 2:00, 6:00 e 10:00 h), por sedimentação, em frascos de 250 ml acoplados ao fundo dos tanques. Os frascos ficavam imersos em isopor com gelo, a fim de minimizar os possíveis efeitos de degradação das fezes por ação bacteriana. Após cada coleta, as fezes eram transferidas para tubos de 50 ml, centrifugadas a rotação de $2.296 \text{ g} \times 2 \text{ min}$, secas em estufa a $50 \text{ }^\circ\text{C}$ por 10 h e congeladas a $-20 \text{ }^\circ\text{C}$. O fotoperíodo do laboratório foi mantido em 14 h de luz, e a taxa de renovação de água dos tanques foi de aproximadamente 1,5 l/min.

Dietas experimentais

Os ingredientes foram moídos até atingirem 0,5 mm e misturados, em um misturador automático em “Y”, sendo os ingredientes com maior porcentagem de inclusão adicionados primeiramente, seguidos dos ingredientes de menor porcentagem (mistura mineral e vitamínica e óxido de cromo). Para a mistura do óxido de cromo,

foi realizada uma pré-mistura entre o óxido de cromo e os demais ingredientes transferindo-os sucessivamente para “beckers” de maior tamanho (250 ml, 400 ml e 1000 ml). À medida que o óxido de cromo era passado de um “becker” para outro, era adicionado uma quantidade de mistura de mais ingredientes. A concentração do óxido de cromo adicionado às dietas foi de 0,5%. Após mistura, foram adicionados à massa os óleos de soja e peixe e depois a água (40%). As dietas foram peletizadas (4 mm de diâmetro), secas em estufa (50 °C) por 6 horas, retiradas e resfriadas em temperatura ambiente, colocadas em sacos plásticos e armazenadas a temperatura de -20 °C. A composição dos ingredientes, cuja digestibilidade foi determinada, encontra-se na Tabela 2. A formulação da dieta basal buscou atender às exigências protéicas e energéticas do jundiá (Meyer & Fracalossi, 2004) de forma a conter no mínimo 34 % de proteína bruta e 3.500 kcal/kg de energia metabolizável estimada (EM) (Tabela 3). Para os demais nutrientes utilizou-se a comparação com o bagre do canal, *Ictalurus punctatus* (NRC, 1993). A partir da dieta basal, foram formuladas cinco dietas experimentais contendo os diferentes ingredientes testados, milho, quirera de arroz, farinha de peixe, farelo de soja e glúten de milho, os quais foram incorporados em uma proporção de 29,73% na dieta basal (Tabela 3).

Análises laboratoriais

Todas as análises das dietas e fezes seguiram a metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemists (1999), com exceção da análise de óxido de cromo que seguiu metodologia descrita por Bremer Neto et al. (2003). As dietas teste foram submetidas às análises de matéria seca (secagem a 105 °C), cinzas (queima a 550 °C), proteína bruta (Kjeldahl, N x 6,25), extrato etéreo (Soxhlet após hidrólise ácida), fibra (detergente ácido), energia bruta (EB) (bomba calorimétrica adiabática) e óxido de

crômio (método colorimétrico). Já nas fezes, foram analisadas proteína bruta, energia bruta e óxido de crômio, sendo que a quantidade necessária foi obtida por meio da coleta em dias sucessivos até atingir 8 g de matéria seca. Antes das análises, as fezes foram moídas e homogeneizadas com gral e pistilo. Para a quantificação do óxido de crômio, as amostras das dietas e fezes (0,1 g) foram digeridas com 3 ml de ácido nítrico e 2 ml de ácido perclórico em balões Kjeldahl a 400 °C por 40 min, até obtenção de uma coloração amarelada. Após diluição em 1 l de água destilada, a absorbância foi lida (550 nm) e a concentração de óxido de crômio determinada através da comparação com dosagem de uma curva padrão.

Tabela 2 - Composição dos ingredientes testados em ensaio de digestibilidade, com juvenis de jundiá (dados expressos em % da matéria seca).

Table 2 - Proximate composition of the ingredients used in the digestibility trial with juvenile "jundiá" (dry matter basis)

Composição (%) <i>Composition (%)</i>	Ingredientes <i>Ingredients</i>				
	Milho <i>Ground Corn</i>	Quirera de arroz <i>Broken rice</i>	Farinha de peixe¹ <i>Fish meal¹</i>	Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	Glúten de milho <i>Corn gluten meal</i>
Matéria seca <i>Dry matter</i>	88,91	86,87	90,07	88,35	89,5
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	9,56	11,42	60,56	54,00	70,96
Extrato etéreo <i>Ether extract</i>	3,92	1,99	10,56	2,07	5,01
Cinzas <i>Ash</i>	1,15	1,30	25,20	6,80	1,52
Fibra bruta <i>Crude fiber</i>	2,28	3,57	—	8,60	2,57
Energia bruta (kcal/kg) <i>Gross energy (kcal/kg)</i>	3886	3786	4030	4174	5321

¹Fabricada a partir de resíduo de filetagem

¹*Fish processing waste.*

Tabela 3 – Formulação e composição centesimal das dietas experimentais utilizadas em ensaio de digestibilidade com juvenis de jundiá (dados expressos em % da matéria seca).

Table 3 – Formulation and proximate composition of the test diets used in the digestibility trial with juvenile “jundiá” (dry matter basis).

Ingredientes (%) <i>Ingredients (%)</i>	Dietas <i>Diets</i>					
	Basal <i>Basal</i>	Milho <i>Ground corn</i>	Quirera de arroz <i>Broken rice</i>	Farinha de peixe¹ <i>Fish meal¹</i>	Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	Glúten de milho <i>Corn gluten meal</i>
Milho <i>Ground corn</i>	15,00	40,11	10,50	10,50	10,50	10,50
Quirera de arroz <i>Broken rice</i>	23,24	16,27	45,88	16,27	16,27	16,27
Farinha de peixe <i>Fish meal</i>	21,00	14,70	14,70	44,31	14,70	14,70
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	18,53	12,97	12,97	12,97	42,58	12,97
Glúten de milho <i>Corn gluten meal</i>	15,43	10,80	10,80	10,80	10,80	40,41
Farelo de trigo <i>Wheat bran</i>	2,00	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	1,75	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
Óleo de peixe <i>Fish oil</i>	1,75	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
Mistura mineral/vitam. ² <i>Mixture mineral/vitam.²</i>	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Óxido de crômio ³ <i>Chromic oxide³</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Composição centesimal (%) <i>Proximate composition (%)</i>						
Matéria seca <i>Dry matter</i>	94,23	95,01	92,49	95,38	93,84	94,17
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	35,78	27,54	28,55	42,78	39,91	48,93
Extrato etéreo <i>Ether extract</i>	7,25	7,02	6,53	8,03	5,45	8,87
Cinzas <i>Ash</i>	7,80	7,17	6,17	12,85	7,44	6,00
Fibra ⁴ <i>Fiber⁴</i>	6,56	7,35	8,08	6,07	9,41	7,61
Energia bruta (kcal/kg) <i>Gross energy (kcal/kg)</i>	4391	4374	4282	4429	4451	4741
Óxido de crômio <i>Chromic oxide</i>	0,48	0,55	0,50	0,53	0,54	0,55

¹Fabricada a partir de resíduo de filetagem.

¹Fish processing waste.

² Composição/kg de mistura: ácido fólico 250mg, ácido pantotênico 5000mg, biotina 125mg, cobalto 25mg, cobre 2000mg, colina 25000 mg, ferro 13820mg, iodo 100mg, manganês 3750mg, niacina 5000mg, selênio 75mg, vitamina A 1000000 UI, vitamina B₁ 1250mg, vitamina B₁₂ 3750mg, vitamina

B₂ 2500mg, vitamina B₆ 1875mg, vitamina C 42000mg, vitamina D₃ 500000 UI, vitamina E 20000 UI, vitamina K₃ 500mg, zinco 17500 mg.

²Composition/kg mixture: folic acid 250mg, panthotenic acid 5000mg, biotin 125mg, choline 25000mg, iron 13820mg, iodine 100mg, manganese 3750mg, niacin 5000mg, selenium 75mg, vitamin A 1000000 UI, vitamin B₁ 1250 mg, vitamin B₁₂ 3750mg, vitamin B₂ 2500mg, vitamin B₆ 1875mg, vitamin C 42000mg, vitamin D₃ 500000 UI, vitamin K₃ 500mg, zinc 17500mg.

³Vetec LTDA (São Paulo, SP).

³Vetec LTDA (São Paulo, Brazil).

⁴Fibra em detergente ácido.

⁴Acid detergent fiber.

Digestibilidade

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e das dietas foram determinados para os seguintes ingredientes: milho, quirera de arroz, farinha de peixe, farelo de soja e glúten de milho por meio da seguinte fórmula, de acordo com Cho & Slinger (1979):

$$CDA_{(n)} = 100 - \left[100 \left(\frac{\%Cr_2O_3d}{\%Cr_2O_3f} \times \frac{\%Nf}{\%Nd} \right) \right]$$

Onde: $CDA_{(n)}$ = coeficiente de digestibilidade do nutriente; Cr_2O_3d = % de óxido de cromo na dieta; Cr_2O_3f = % de óxido de cromo nas fezes; Nf = nutriente nas fezes; Nd = nutriente na dieta

A determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente dos ingredientes testados foi realizada utilizando-se a seguinte relação (Cho et al., 1985):

$$CDA_{(i)} = 100/i(CDA_{(dt)} - b/100 \times CDA_{(db)})$$

Onde: $CDA_{(i)}$ = coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente; i = porcentagem do ingrediente teste; $CDA_{(dt)}$ = coeficiente de digestibilidade aparente da dieta teste; b = porcentagem da dieta basal; $CDA_{(db)}$ = coeficiente de digestibilidade aparente da dieta basal. Os valores de energia digestível (ED) e proteína digestível (PD) foram obtidos através das fórmulas:

$$ED = CDA_{(i)} \times EB/100 \quad \text{e} \quad PD = CDA_{(i)} \times PB/100$$

Monitoramento da qualidade de água

A temperatura ($30,7 \pm 1$ °C) e a concentração de oxigênio dissolvido ($6,2 \pm 0,4$ mg/l) dos tanques foram medidas diariamente com o auxílio de um oxímetro, enquanto que as concentrações de amônia ($<0,25$ mg/l), nitrito ($<0,25$ mg/l) e o pH ($7,0 \pm 0,1$) foram medidos semanalmente, utilizando-se kits comerciais. Os parâmetros de qualidade de água estiveram dentro do limite conforto para o jundiá (Baldissertto & Silva, 2004).

Delineamento experimental e análise estatística

A digestibilidade dos cinco ingredientes foi determinada em triplicata, realizadas no tempo, sendo o delineamento adotado o de blocos ao acaso. Os coeficientes de digestibilidade aparente obtidos, em percentagem, foram transformados a arco-seno e submetidos à análise de variância e posterior comparação das médias pelo teste de Duncan, utilizando um nível de significância de 5%, com auxílio do programa estatístico Jandel SigmaStat 2.0[®]

Resultados

O tempo médio de coleta de fezes (25 dias) variou dependendo do ingrediente: 21, 21, 17, 28, 33 e 30 dias para a dieta basal, quirera de arroz, farinha de peixe, glúten de milho, milho e farelo de soja, respectivamente.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta das dietas teste e basal estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores médios (\pm desvio padrão) dos coeficientes de digestibilidade aparente das dietas para juvenis de jundiá.

Table 4 - Average apparent digestibility coefficients (\pm standard error) of the experimental diets for juvenile "jundiá".

Dietas <i>Diets</i>	Coeficiente de digestibilidade aparente (%) <i>Apparent digestibility coefficient (%)</i>		
	Matéria Seca <i>Dry matter</i>	Proteína Bruta <i>Crude protein</i>	Energia Bruta <i>Gross energy</i>
Basal <i>Basal</i>	75,2 \pm 1,2	88,1 \pm 1,7	78,5 \pm 1,4
Milho <i>Ground corn</i>	69,9 \pm 5,5	83,6 \pm 3,9	72,7 \pm 5,5
Quirera de arroz <i>Broken rice</i>	70,9 \pm 2,4	85,9 \pm 2,1	74,4 \pm 1,8
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	74,6 \pm 2,7	88,3 \pm 3,0	77,9 \pm 2,8
Farinha de peixe <i>Fish meal</i>	70,3 \pm 2,3	85,0 \pm 0,6	77,4 \pm 0,6
Glúten de milho <i>Corn gluten meal</i>	77,3 \pm 1,0	90,2 \pm 1,4	81,3 \pm 0,6

A dieta glúten de milho apresentou maior digestibilidade para a proteína bruta (90,2%), enquanto a proteína menos digestível foi o milho (83,6%). Para a energia, a mesma tendência foi observada, sendo a dieta contendo glúten de milho a mais digestível (81,3%) e a contendo milho a menos digestível (72,7%). Os coeficientes de digestibilidade aparente das dietas para a matéria seca variaram de 69,9% (milho) a 77,3% (glúten de milho).

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta dos ingredientes testados encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 - Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta de alguns ingredientes e seus respectivos valores de proteína e energia digestíveis para juvenis de jundiá¹.

Table 5 - Apparent dry matter, crude protein and crude energy digestibility coefficients and digestible protein and energy of some ingredients for juvenile jundiá¹.

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Coeficiente de digestibilidade aparente <i>Apparent digestibility coefficient</i>			Proteína digestível <i>Digestible protein</i>	Energia digestível <i>Digestible energy (kcal/kg)</i>
	Matéria seca <i>Dry matter</i>	Proteína bruta <i>Crude protein</i>	Energia bruta <i>Gross energy</i>		
	%				
Milho <i>Ground corn</i>	57,2 ± 15,6 ^b	73,0 ± 9,2 ^c	59,1 ± 15,3 ^b	7,0 ± 0,9	2297
Quirera de arroz <i>Broken rice</i>	60,5 ± 6,3 ^b	80,7 ± 5,0 ^{bc}	64,8 ± 5,0 ^b	9,2 ± 0,6	2455
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	73,3 ± 6,5 ^{ab}	88,6 ± 6,9 ^{ab}	76,5 ± 6,2 ^{ab}	47,8 ± 3,7	3194
Farinha de peixe ² <i>Fish meal²</i>	58,6 ± 10,0 ^b	77,7 ± 1,9 ^{bc}	74,8 ± 4,4 ^{ab}	47,1 ± 1,2	3014
Glúten de milho <i>Corn gluten meal</i>	82,2 ± 3,0 ^a	95,0 ± 1,1 ^a	88,0 ± 2,8 ^a	67,4 ± 0,8	4684

¹Letras diferentes nas colunas indicam diferença estatística ($P < 0,05$).

¹Different letter superscripts in each column indicate significant difference ($P < 0,05$).

²Fabricada a partir de resíduo de filetagem.

²Fish processing waste.

Para a matéria seca, o glúten de milho foi o ingrediente mais digestível (82,2%), o farelo de soja apresentou valor intermediário de digestibilidade (73,3%), enquanto que o milho (57,2%), quirera de arroz (60,5%) e farinha de peixe (58,6%) apresentaram os menores valores. Para a proteína, novamente o glúten de milho (95,0%) apresentou o maior valor de digestibilidade, enquanto que o farelo de soja (88,6%), a quirera de arroz (80,7%) e a farinha de peixe (77,7%) apresentaram valores intermediários. A digestibilidade da proteína do milho, entretanto foi a mais baixa (73,0%). Considerando-se a digestibilidade energética o glúten de milho novamente foi o ingrediente mais digestível (88,0%), o farelo de soja e a farinha de peixe apresentaram valores intermediários (76,5% e 74,8%, respectivamente), enquanto que o milho e a quirera de arroz foram os menos digestíveis, com valores de 59,1% e 64,8%, respectivamente.

Discussão

Todos os ingredientes testados no presente estudo são frequentemente empregados na confecção de rações para peixes. O milho é muito utilizado também nas formulações de rações para os monogástricos onívoros (suínos e aves), apresentando alta digestibilidade para estes animais (Rostagno, 2000). Para peixes, entretanto, a digestibilidade do milho varia de acordo com a capacidade de digestão das diferentes espécies (Halver & Hardy, 2002). Os peixes onívoros conseguem digerir melhor os ingredientes energéticos que os carnívoros (Zavala-Camim, 1996). O jundiá, apesar de ser um peixe de hábito alimentar onívoro, apresentou valores baixos de digestibilidade para este ingrediente na matéria seca e energia (57,2% e 59,1%, respectivamente), porém médio para a proteína (73,0%), quando comparado com outros peixes onívoros, como a piracanjuba, *Brycon orbignyianus* (92,4%, 94,4% e 84,8% para a proteína, energia e matéria seca, respectivamente) (Meurer, 1999), o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (84,4% e 86,7% para a proteína e energia), (Abimorad & Carneiro, 2002) e a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, (93,4%, 76,6% e 73,2% para a proteína, energia e matéria seca, respectivamente) (Boscolo et al., 2002). Entretanto, os valores de digestibilidade encontrados no presente estudo para o jundiá são mais próximos aos encontrados para o carnívoro pintado, *Pseudoplatystoma coruscans*, (64,2% para a proteína e 65,0% para a energia) (Gonçalves & Carneiro, 2003).

A quirera de arroz é outro ingrediente energético empregado na fabricação de rações para peixes, além de outros subprodutos deste grão como o farelo e a varredura. A composição centesimal desse ingrediente é próxima a do milho, porém com uma concentração maior de proteína bruta (9,6% no milho e 11,4% na quirera de arroz, Tabela 2). Para a quirera de arroz, o jundiá apresentou valores médios de digestibilidade

para a matéria seca (60,5%) e energia (64,8%), quando comparados com a digestibilidade protéica, que foi alta (80,7%). Estes valores foram maiores que os encontrados para o milho. Outros peixes onívoros apresentaram valores mais elevados de digestibilidade para sub produtos do arroz: a tilápia do Nilo apresentou 94,9% para a proteína e 91,3% para a energia (Pezzato et al., 2002) e o pacu, 80,8% para a proteína e 92,7% para a energia (Abimorad & Carneiro, 2002). Isto sugere que estas espécies possuem um sistema digestório mais adaptado a digerir ingredientes energéticos que o jundiá. No entanto, uma outra espécie onívora, o bagre do canal, *Ictalurus punctatus*, o qual possui a morfologia do trato digestório semelhante ao jundiá, apresentou valores próximos aos encontrados no presente estudo (73,0% para a proteína e 50,0% para a energia) (Wilson & Poe, 1985). Alguns carnívoros, no entanto, apresentam valores ainda mais baixos de digestibilidade para subprodutos de arroz que os encontrados para o jundiá. O pintado, por exemplo, apresentou 43,2% de digestibilidade para a proteína e 47,3% para a energia (Gonçalves & Carneiro, 2003) e o “striped bass híbrido”, *Morone saxatilis x M. chrysops*, apresentou 71,4%, 47,0% e 31,1% para a proteína, energia e matéria seca, respectivamente. (Sullivan & Reigh, 1995). É evidente a reduzida habilidade dos carnívoros em utilizar ingredientes energéticos como os subprodutos do arroz.

Os ingredientes protéicos obtiveram uma melhor digestibilidade que os energéticos para o jundiá. A farinha de peixe é o principal ingrediente protéico utilizado na confecção de rações para peixes, devido a sua ótima palatabilidade e ao bom balanço de aminoácidos (Tacon, 1987). Entretanto, a farinha de peixe é um ingrediente caro e sua oferta é sazonal (Macedo-Viegas & Souza, 2004), além das diferenças existentes entre as espécies na habilidade em digerir a farinha de peixe, diferenças na qualidade deste ingrediente podem influenciar altamente sua digestibilidade, já que a farinha pode

ser fabricada tanto com resíduos de filetagem como com o corpo inteiro do peixe. A farinha de peixe utilizada neste estudo (e a mais facilmente encontrada no Brasil) foi a do tipo resíduo. Para o jundiá, os valores de digestibilidade foram de 77,7% para a proteína, 74,8% para a energia e 58,6% para a matéria seca. A baixa digestibilidade da matéria seca em relação aos outros nutrientes pode ser explicada pela grande quantidade de cinzas (25,2%) presente neste ingrediente. Outra espécie onívora que apresenta baixos valores de digestibilidade para a farinha de peixe de resíduos é a piracanjuba (63,1% para a proteína, 38,5% para a energia e 22,3% para a matéria seca) (Meurer, 1999). Para este mesmo ingrediente, a tilápia do Nilo obteve valores de digestibilidade próximos ao encontrado pelo jundiá (78,6% para a proteína, 72,2% para energia, 57,5% para a matéria seca) (Pezzato et al., 2002). Já o carnívoro pintado, aproveitou melhor a farinha de peixe de resíduos (84,1% de digestibilidade para a proteína e 72,8% para a energia) (Gonçalves & Carneiro, 2003). No entanto, quando a farinha de peixe é fabricada com o corpo inteiro, os valores de digestibilidade são altos (acima de 80%) tanto para os peixes onívoros quanto para os carnívoros (Wilson & Poe, 1985; Sullivan & Reigh, 1995; Degani et al., 1997; Allan et al., 2000).

Devido à diminuição dos estoques pesqueiros e ao alto preço, muitos estudos têm sido realizados na tentativa de substituir a farinha de peixe por outros ingredientes protéicos, principalmente os de origem vegetal (Gomes et al., 1995; Booth et al., 2001). O farelo de soja tem sido apontado como a principal alternativa de substituição, por apresentar alta porcentagem de proteína bruta e conter a maioria dos aminoácidos essenciais para os peixes (NRC, 1993). O farelo de soja apresentou boa digestibilidade em relação aos ingredientes energéticos para o jundiá (73,3% para a proteína, 88,6% para a energia e 76,5% para a matéria seca), apesar de ser um ingrediente com razoável quantidade de fibra (8,6%). Muitos estudos demonstram a boa digestibilidade (acima de

70%) deste ingrediente tanto para peixes onívoros, como o bagre do canal (97,0% para a proteína e 72,0% para a energia) (Wilson e Poe, 1985), a perca prateada, *Bidyanus bidyanus*, (78,0% para a energia e 75,4% para a matéria seca) (Allan et al., 2000) e a tilápia do Nilo (91,6 para a proteína, 73,2% para a energia e 71,0% para a matéria seca) (Pezzato et al., 2002); como para os carnívoros “haddock”, *Melanogrammus aeglefinus* (92,2% para a proteína, 92,1% para a energia, 89,0% para a matéria seca) (Tibbetts et al., 2004) e “black bass”, *Micropterus salmoides*, (94,3% para a proteína, 75,4% para a energia e 70,4% para a matéria seca) (Portz & Cyrino, 2004).

Outro ingrediente de origem vegetal bastante estudado como alternativa de fonte protéica é o glúten de milho. Este ingrediente é subproduto da fabricação do amido de milho (Tacon, 1987) e, dentre os ingredientes testados, foi o que obteve os melhores índices de digestibilidade para o jundiá (95,0% para a proteína, 88,0% para a energia e 82,2% para a matéria seca). Em outros estudos, testando a digestibilidade deste ingrediente para peixes onívoros e carnívoros, também foram observados resultados acima de 70% de digestibilidade. Para a tilápia do Nilo (96,0% para a proteína, 71,2% para a energia e 92,0% para a matéria seca) (Pezzato et al., 2002) para os carnívoros “black bass” (93,6% para a proteína, 76,5% para a energia e 75,3% matéria seca) (Portz & Cyrino, 2004), “haddock” (92,3% para a proteína, 80,7% para a energia e 72,6% para a matéria seca) (Tibbetts et al., 2004) e “cobia”, *Rachycentron canadum*, (94,4% para a proteína, 94,2% para a energia e 84,6% para a matéria seca) (Zhou et al., 2004). Esses excelentes valores de digestibilidade tanto para peixes onívoros como carnívoros, provavelmente podem ser explicados pela elevada porcentagem de proteína (60%) e baixa quantidade de fibra (2,5%) deste ingrediente.

Conclusão

O jundiá digere melhor os ingredientes ricos em proteína bruta (glúten de milho, farelo de soja e farinha de peixe) que os ingredientes energéticos (milho e quirera de arroz), de modo similar ao que acontecem em alguns peixes onívoros e principalmente nos peixes carnívoros. Entretanto, a digestibilidade dos ingredientes energéticos para o jundiá, quando comparada com os peixes carnívoros é levemente superior. Estes resultados sugerem, portanto, que em relação à utilização dos nutrientes da dieta nos ingredientes testados, o jundiá é um peixe onívoro com tendência à carnívora.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Nicoluzzi Rações LTDA (Penha, SC) pela doação dos ingredientes utilizados no presente estudo.

Referências Bibliográficas

- ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.J. Determinação dos coeficientes de digestibilidade da proteína e da energia dos alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus*. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CAUNESP/ESALQ, 2002. 403p. p.96.
- ALLAN, G.L.; PARKINSON, S.; BOOTH, M.A.; STONE, D.A.J.; ROWLAND, S.J.; FRANCES, J.; SMITH, R.W. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I Digestibility of alternative ingredients. **Aquaculture**, v.186, p.293-310, 2000.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis of AOAC**, 16 ed., Patricia Cunniff (editora), Washington, DC, 1141pp, 1999.
- AUSTRENG, E. Digestibility determinations in fish using chromic oxide marker and analysis of contents from different segments of the gastro-intestinal tract. **Aquaculture**, v.13, p.265-272, 1978.
- BALDISSEROTTO, B.; SILVA, L.V.F. Qualidade da água. In: **Criação de Jundiá**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2004. 232p.
- BOOTH, M.A.; ALLAN, G.L.; FRANCES, J.; PARKINSON, S. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*. IV: Effects of dehuling

- and protein concentration on digestibility of grain legumes. **Aquaculture**, v.196, p.67-85, 2001.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n° 2, p.539-545, 2002.
- BREMER NETO, H.; GRANER, C.A.F.; PEZZATO, L.E.; PADOVANI, C.R.; CANTELMO, O.A. Diminuição do teor de óxido de cromo (III) usado como marcador externo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.249-255, 2003.
- CARNEIRO, P.C.F.; BENDHACK, F.; MIKOS, J.D.; SHORER, M.; OLIVEIRA FILHO, P.R.C. Jundiá: Um grande peixe para a região sul. **Panorama da Aqüicultura**, São Paulo, v.12, n.69, p.41-46, jan./fev. 2002.
- CHO, C.Y.; SLINGER, S.J. Apparent digestibility measurement in feedstuffs for rainbow trout. In: **Finfish Nutrition and Fishfeed Technology**, Berlim, 1979. Proceedings: Berlim, 1979.v.2, p.239-247.
- CHO, C.Y.; COWEY, C.B.; WATANABE, T. **Finfish Nutrition in Ásia: Methodological Approaches to Research and Development**. Ottawa: International Development Research Center, 1985. 154p.
- CHOUBERT, G.; DE LA NOUE, J.; LUQUET, P. Continuous quantitative automatic collector for fish feces. **Progressive Fish Culturist.**, v.41, p.64-67, 1979.
- COLDEBELLA, I.J.; RADUNZ NETO, J. Farelo de soja na alimentação de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, v.32, n°3, p.499-503, 2002.
- DEGANI, G.; YEHUDA, Y.; VIOLA, S. The digestibility of nutrients sources for common carp, *Cyprinus carpio*. **Aquaculture Research**, v.28, p.575-580, 1997.
- DE SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. **Fish Nutrition in Aquaculture**. London: Chapman & Hall, 1998, 319p.
- FRACALOSSO, D.M.; MEYER, G.; WEINGARTNER, M.; SANTAMARIA, F.; ZANIBONI FILHO, E. Criação do jundiá, *Rhamdia quelen*, e dourado, *Salminus brasiliensis* em viveiros de terra na região Sul do Brasil. **Acta Scientiarum**, v.26, n°3, p.345-352, 2004.
- 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.; GOLOMBIESKI, J.I.; GOMES, A.R.C.; BALDISSEROTTO, B. Biologia do jundiá, *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, v.30, p.179-185, 2000.
- GONÇALVES, E.G.; CARNEIRO, D.J. Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n°4, p.779-786, 2003.
- GUEDES, D.S. **Contribuição ao estudo da sistemática e alimentação de jundiás (*Rhamdia spp*) na região central do Rio Grande do Sul (Pices, Pimelodidae)**. Santa Maria: UFSM, 1980. 100p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Curso de Pós-graduação em zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria. 1980.
- HALVER, J.E.; HARDY, R.W. Nutrient flow and retention. **Fish Nutrition**. 3°ed. San Diego: Elsevier Science, 2002, 824p.
- MACEDO-VIEGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. 533p.

- MELO, J.F.B.; RADUNZ NETO, J.; SILVA, J.H.S.; TROMBETTA, C.G. 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.
- MEURER, S. **Digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia brutas de alguns ingredientes para juvenis de piracanjuba, *Brycon orbignyanus***. Florianópolis: UFSC, 1999. 81p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura). Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
- MEURER, S.; ZANIBONI FILHO, E. Hábito alimentar do jundiá, *Rhamdia quelen* (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae), na região do alto rio Uruguai. In: XII ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, São Paulo, SP, 1997. **Anais...** São Paulo: SBI, 1997. 420p. p.29.
- MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Protein requirement of jundiá fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, v.240, p.331-343, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Fishes**. National academy Press, Washington, DC. 1993. 103p.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C. Digestibilidade aparente de ingredientes para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n°4, p.1595-1604, 2002.
- PORTZ, L.; CYRINO, J.E. Digestibility of nutrients and amino acids of different protein sources in practical diets by largemouth bass, *Micropterus salmoides*. **Aquaculture Research**, v.35, p.312-320, 2004.
- ROSTAGNO, H.S. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos; Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa:UFV, 2000.
- SILFVERGRIP, A.M.C. **A systematic revision of the neotropical catfish genus *Rhamdia* (Teleostei, Pimelodidae)**. Stockholm, Sweden, 1996. 156p. (PhD Thesis) – Department of Zoology, Stockholm University and Department of Vertebrate Zoology, Swedish Museum of Natural History, 1996.
- SULLIVAN, J.A.; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* X *Morone chrysops*). **Aquaculture**, v.138, p.313-322, 1995.
- TACON, A.G.J. **Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp. A training manual 1. The essential nutrients**. FAO, 1987.
- TIBBETTS, S.M.; SANTOSH, P.H.; MILLEY, J.E. Apparent digestibility of common feed ingredients by juvenile haddock, *Melanogrammus aeglefinus*. **Aquaculture Research**, p.1-9, 2004.
- WILSON, R.P.; POE, W.E. Apparent digestibility protein and energy coefficients of common feed ingredients for channel catfish. **Progressive Fish Culturist**, p.154-158, 1985.
- ZAVALA-CAMIM, L.A. **Introdução aos Estudos Sobre Alimentação Natural em Peixes**. Maringá: Nupelia, 1996, 129p.
- ZHOU, Q.C.; TAN, B.P.; MAI, K.S.; LIU, Y.J. Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, v.241, p.441-451, 2004.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta seção serão abordados alguns aspectos que não foram incluídos no manuscrito a ser enviado para publicação.

Um dos problemas iniciais foi a infestação com o protozoário ictio (*Ichthyophthirius multifiliis*), ao qual o jundiá é bastante susceptível. Conseguiu-se tratar os jundiás com aumento da temperatura da água para 32 °C e banhos com sal (8 g/l) durante 7 dias. Também houve infestação com *Lernea sp*, que foi combatida com 3 banhos (0,3 g/l) de Dimilin[®] a cada 3 dias. Estas infestações ocorreram antes dos peixes serem colocados no sistema de recirculação de água, quando eles ainda estavam alojados em um sistema aberto, aclimatando-se às condições do laboratório. Após os peixes serem estocados no sistema fechado, o principal problema foi a infestação por bacteriose (*Flexibacter columnaris*). Para controlar essa bactéria foi necessário retirar os peixes do sistema de recirculação e submetê-los a 0,06 g/l de oxitetraciclina (p.a.).

A coleta de fezes foi feita a cada 4 horas, com o intuito de minimizar as perdas de nutrientes por lixiviação. Porém, como o período de coleta de fezes foi de 30 dias, em média, para cada repetição, este procedimento exigiu um esforço muito grande dos executores, principalmente pelo fato das coletas serem realizadas no período noturno.

Horário de coleta das fezes

Para determinar qual o período de coleta noturna em que o jundiá excretava mais fezes, foi realizado um teste durante a terceira repetição do período experimental. As médias das quantidades de fezes excretadas pelos jundiás, em cada hora de coleta, independente da ração, estão demonstradas na Figura 1.

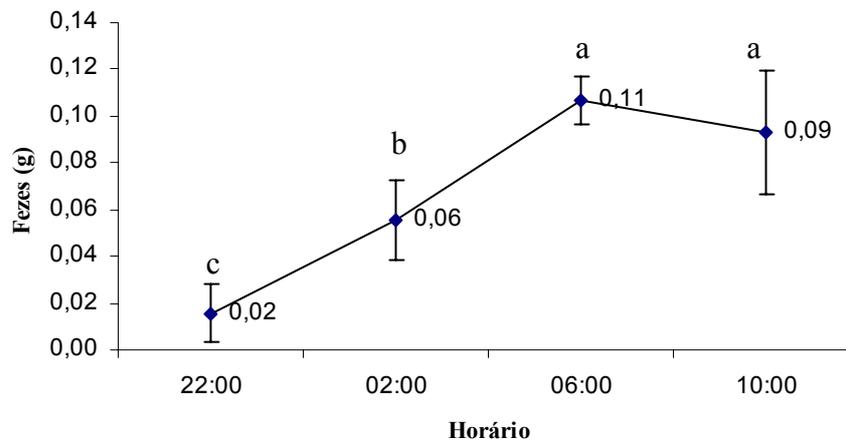


Figura 1 - Média da quantidade de fezes excretada por juvenis de jundiás, durante as coletas de fezes noturnas, por um período de 5 dias. Diferentes letras indicam diferença estatística ($P < 0,05$).

Através desta medida, que foi realizada por um período de cinco dias durante a terceira repetição, observou-se que o jundiá excretou uma maior quantidade de fezes (0,11 g) às 6:00 h e no meio da manhã, às 10:00 h (0,09 g). A coleta às 22:00 h apresentou uma menor quantidade de fezes (0,02 g), seguida da coleta das 2:00 h (0,06 g). Portanto, sugere-se que o tempo de passagem do alimento para juvenis de jundiá está em torno de 13 h, a uma temperatura média de 31 °C, visto que a última alimentação foi fornecida às 17:00 h. Estudos adicionais devem ser realizados para avaliar se há perda dos nutrientes caso a coleta for feita somente às 6 e 10 h, que são os horários nos quais uma quantidade maior de fezes foi obtida. Isto evitaria a coleta noturna, que é bastante desgastante para o executor.

Comparação entre a digestibilidade aparente dos ingredientes quando as fezes foram coletadas nos frascos de coleta somente e as sobras presas no canto dos aquários.

Como o tempo de coleta de fezes em quantidade suficiente para as análises laboratoriais foi muito longo (em média 25 dias), pensou-se em coletar as fezes que ficavam aderidas aos tanques, além daquelas que caíam dentro do frasco de coleta. Surgiu a dúvida porém se este material aderido seria mesmo fezes ou uma mistura de fezes, muco, células epiteliais e crescimento bacteriano, já que apresentavam um aspecto gelatinoso. Além disso, a temperatura dos frascos de coleta e dos tanques era diferente, o que poderia acelerar o crescimento bacteriano

neste último e, conseqüentemente, comprometer os valores de digestibilidade. Para esclarecer essas dúvidas, foi realizado outro teste durante a terceira repetição do período experimental, comparando os respectivos coeficientes de digestibilidade aparente.

Tabela 6 - Comparação dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) e matéria seca (MS) das fezes coletadas em frascos com gelo a cada 4 horas (22:00, 2:00, 6:00 e 10:00 h) e sobras aderidas aos tanques, coletadas somente às 10:00 h.

Ingredientes	Coeficiente de digestibilidade aparente%			
	PB fezes dos frascos	PB parede dos tanques	MS dos frascos	MS parede dos tanques
Quirera de arroz	78,71	16,87	56,99	11,43
Farelo de milho	62,58	38,29	39,10	29,17
Farelo de soja	82,26	55,53	65,84	32,98
Farinha de peixe	79,93	63,98	68,69	48,91
Glúten de milho	94,02	10,41	83,29	37,72
Média ¹	79,5 ^a	37,02 ^b	62,78 ^A	32,04 ^B
Valor de P	0,007		0,013	

¹Teste feito durante a 3ª repetição do ensaio experimental com o jundiá. Para análise estatística, utilizou-se o Teste t. Letras minúsculas indicam comparação para PB e maiúscula para MS. Letras diferentes indicam diferença significativa ($P < 0,05$).

Os resultados apresentados na Tabela 6 indicam que há uma diminuição significativa ($P < 0,05$) na digestibilidade aparente da proteína e da matéria seca quando as fezes analisadas são as que foram coletadas nas paredes dos tanques. Provavelmente haja crescimento bacteriano dentro dos tanques, já que a temperatura alta da água (31 °C) favorece o surgimento de bactérias, o que pode ter aumentado a concentração protéica nesta fração, subestimando a digestibilidade do ingrediente.

Futuros experimentos ainda devem ser conduzidos para otimizar a densidade de estocagem e tamanho dos jundiás, para diminuir o tempo de coleta de fezes.

Outro fator que deve ser considerado é o período de aclimação às condições do laboratório. Durante a realização das duas primeiras repetições, os peixes tiveram um curto período de aclimação ao laboratório (10 dias). No entanto, quando foi realizada a terceira repetição, os peixes já estavam mais bem aclimatados (30 dias), possibilitando um maior consumo de ração e conseqüentemente um menor tempo de coleta de fezes, além de uma menor mortalidade.

ANEXO

A)



B)



C)



D)



Figura 2 – A) Tanques de alimentação (130 l), contendo cestos onde os peixes eram alimentados durante o dia. B) Vista superior do sistema de tanques para coleta de fezes, onde os cestos contendo os peixes eram transferidos à noite. C) Vista inferior dos tanques de coleta de fezes. D) Coletor acondicionado em gelo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO

- ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.J. Determinação dos coeficientes de digestibilidade da proteína e da energia dos alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12, 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CAUNESP/ESALQ, 2002.403 p. p.96.
- ALLAN, G.L.; ROWLAND, S.J.; PARKINSON, S.; STONE, D.A.J.; JANTRAROTAL, W. Nutrient digestibility for juvenile silver perch, *Bidyanus bidyanus*: Development of methods. **Aquaculture**, v.170, p.131-145, 1999.
- ALLAN, G.L.; PARKINSON, S.; BOOTH, M.A.; STONE, D.A.J.; ROWLAND, S.J.; FRANCES, J.; SMITH, R.W. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I Digestibility of alternative ingredients. **Aquaculture**, v.186, p.293-310, 2000.
- APPLEFORD, P.; ANDERSON, T.A. Apparent digestibility of tuna oil for common carp, *Cyprinus carpio* – effect of inclusion level and adaptation time. **Aquaculture**, v.148, p.143-151, 1997.
- ATKINSON, J.L.; HILTON, J.W.; SLINGER, S.J. Evaluation of acid insoluble ash as an indicator of feed digestibility in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Canadian Journal Fish Aquatical Science**, v.41, p.1384-1386, 1984.
- AUSTRENG, E. Digestibility determinations in fish using chromic oxide marker and analysis of contents from different segments of the gastro-intestinal tract. **Aquaculture**, v.13, p.265-272, 1978.
- BENDIKSEN, E.A.; BERG, O.K.; JOBLING, M.; ARNESEN, A.M.; MASOVAL, K. Digestibility, growth and nutrient utilization of Atlantic salmon parr (*Salmo salar*) in relation to temperature, feed fat content and oil source. **Aquaculture**, v.224, p.283-299, 2003.
- BERGE, G.M.; KROGDAHL, A.; STROMSNES, O.; GRONSETH, F.A.; MYHRE, P.; AKVAFORSK, A.E. Digestibility determination in Atlantic halibut (*Hippoglossus*). **Fisk. Dir. Skr. Ernaering**, v.4, p.117-125, 1991.
- BERGOT, F. Digestibility of natives starches of various botanical origins by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Fish Nutrition in Practice**. Paris: INRA, june, p.24-27, 1991.
- BOOTH, M.A.; ALLAN, G.L.; FRANCES, J.; PARKINSON, S. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*. IV: Effects of dehulling and protein concentration on digestibility of grain legumes. **Aquaculture**, v.196, p.67-85, 2001.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n° 2, p.539-545, 2002.

- BREMER NETO, H.; GRANER, C.A.F.; PEZZATO, L.E.; PADOVANI, C.R.; CANTELMO, O.A. Diminuição do teor de óxido de cromo (III) usado como marcador externo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.249-255, 2003.
- BUREAU, D.P.; HARRIS, A.M.; CHO, C.Y. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.180, p.345-358, 1999.
- CARDOSO, A.P. **Criação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com fígado bovino e de aves e com hidrolisados de fígado e de peixe**. Santa Maria: UFSM, 1998. 70p. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Curso de pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 1998.
- CARNEIRO, P.C.F.; BENDHACK, F.; MIKOS, J.D.; SHORER, M.; OLIVEIRA FILHO, P.R.C. Jundiá: Um grande peixe para a região sul. **Panorama da Aqüicultura**, São Paulo, v.12, n.69, p.41-46, jan./fev. 2002.
- CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D.; SCHORER, M.; OLIVEIRA FILHO, P.R.C.; BENDHACK, F. Live and formulated diet evaluation through initial growth and survival of jundiá larvae, *Rhamdia quelen*. **Scientia Agricola**, v.60, n.4, p.615-619, 2003.
- CARVALHO, R.A.P.L.F.; **Digestibilidade aparente de ingredientes selecionados para dietas do pacu, *Piaractus mesopotamicus***. Florianópolis: UFSC, 1999. 72p. Dissertação (Mestrado em aqüicultura). Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
- CHENG, Z.J.; HARDY, R.W. Apparent digestibility coefficients and nutritional value of cottonseed meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.212, p.361-372, 2002.
- CHO, C.Y., SLINGER, S.J. Apparent digestibility measurement in feedstuffs for rainbow trout. In: **Finfish Nutrition and Fishfeed Technology**, Berlim, 1979. Proceedings. Berlim, 1979. v.2, p.239-247.
- CHO, C.Y.; COWEY, C.B.; WATANABE, T. **Finfish Nutrition on Ásia: Methodological Approaches to Research and Development**. Ottawa: International Development Research Center, 1985. 154p.
- CHOUBERT, G.; DE LA NOUE, J.; LUQUET, P. Continuous quantitative automatic collector for fish feces. **Progressive Fish Culturist.**, v.41, p.64-67, 1979.
- CHOUBERT, G.; DE LA NOUE, J.; LUQUET, P. Digestibility in fish: Improved device for the automatic collection of feces. **Aquaculture**, v.29, p.185-189, 1982.
- COLDEBELLA, I.J.; RADUNZ NETO, J. Farelo de soja na alimentação de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, v.32, n.º3, p.499-503, 2002.
- DE SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. **Fish Nutrition in Aquaculture**. London: Chapman & Hall, 1998, 319p.
- DEGANI, G.; YEHUDA, Y.; VIOLA, S. The digestibility of nutrients sources for common carp, *Cyprinus carpio*. **Aquaculture Research**, v.28, p.575-580, 1997.

- FAGBENRO, O.A.; DAVIES, S.J. Use of soybean flour (dehulled, solvent-extracted soybean) as a fish meal substitute in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus*: growth, feed utilization and digestibility. **The Journal Applied Ichthyology**, v.17, p.64-69, 2001.
- FRACALOSSO, D.M.; ZANIBONI FILHO, E.; MEURER, S. No rastro das espécies nativas. **Panorama da Aqüicultura**, São Paulo, v.12, n.74, p.43-49, nov./dez. 2002.
- FRACALOSSO, D.M.; MEYER, G.; WEINGARTNER, M.; SANTAMARIA, F.; ZANIBONI FILHO, E. Criação do jundiá, *Rhamdia quelen*, e dourado, *Salminus brasiliensis* em viveiros de terra na região Sul do Brasil. **Acta Scientiarum**, v.26, n°3, p.345-352, 2004.
- FURUYA, W.M.; GONÇALVES, G.S.; FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C. Fitase na alimentação da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.924-929, 2001.
- 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.; GOLOMBIESKI, J.I.; GOMES, A.R.C.; BALDISSEROTTO, B. Biologia do jundiá, *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, v.30, p.179-185, 2000.
- GONÇALVES, E.G.; CARNEIRO, D.J. Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n°4, p.779-786, 2003.
- GUEDES, D.S. **Contribuição ao estudo da sistemática e alimentação de jundiás (*Rhamdia spp*) na região central do Rio Grande do Sul (Pices, Pimelodidae)**. Santa Maria: UFSM, 1980. 100p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Curso de Pós-graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria. 1980.
- HAJEN, W.E.; BEAMES, R.M.; HIGGS, D.A.; DOSANJH, B.S. Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile Chinook salmon in sea water. Validation of technique. **Aquaculture**, v.112, p.321-332, 1993.
- HALVER, J.E.; HARDY, R.W. Nutrient flow and retention. **Fish Nutrition**. 3° ed. San Diego: Elsevier Science, 2002, 824p.
- HARDY, R.W. Understanding and using apparent digestibility coefficients in fish nutrition. **Aquaculture Magazine**, v.516, p.84-89, 1997.
- HARDY, R.W.; BARROWS, F.T. Diet formulation and manufacture. **Fish Nutrition**. 3° ed. San Diego: Elsevier Science, 2002, 824p.
- HENKEN, A.M.; KLEIGELD, D.W.; TILSSEN, P.A.T. The effect of feeding level on apparent digestibility of dietary dry matter, crude protein and gross energy in the African catfish, *Clarias gariepinus*. **Aquaculture**, v.51, p.1-12, 1985.

HILLESTAD, M.; ASGARD, T.; BERGE, G. Determination of digestibility of commercial salmon feeds. **Aquaculture**, v.179, p.81-94, 1999.

KROGDAHL, A.; LEA, T.B.; OLLI, I.J. Soybean proteinase inhibitor affect intestinal trypsin activities and amino acid digestibilities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Comparative Biochemistry Physiology**, v. 107, p.215-219, 1994.

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

LEAVITT, D.F. An evaluation of gravimetric and inert marker techniques to measure digestibility in the American lobster. **Aquaculture**, v.47, p.131-142, 1985.

LIED, E.; JULSH, K.; BRAEKKAN, O.R. Determination of protein digestibility in Atlantic cod (*Godus morhua*) with internal and external indicators. **Canadian Journal of Fish Aquatic Science**, v.39, p.854-861, 1982.

LOVELL, R.T. **Nutrition and Feeding of Fish**. 2 ed. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. 267p.

MACEDO-VIÉGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. 533p.

MELO, J.F.B.; RADUNZ NETO, J.; SILVA, J.H.S.; TROMBETTA, C.G. 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.

MEURER, S. **Digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia brutas de alguns ingredientes para juvenis de piracanjuba, *Brycon orbignyanus***. Florianópolis:UFSC, 1999. 81p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura). Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

MEURER, S.; ZANIBONI FILHO, E. Hábito alimentar do jundiá, *Rhamdia quelen* (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae), na região do alto rio Uruguai. In: XII ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, São Paulo, SP, 1997. **Anais...** São Paulo: SBI, 1997. 420p. p.29.

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

MORALES, A.E.; CARDINETE, G., SANZ, A.; DE LA HIGUERA, M. Re-evaluation of crude fibre and acid-insoluble ash as inert markers, alternative to chromic oxide, in digestibility studies with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.179, p.71-79, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Fishes**. National academy Press, Washington, DC. 1993.103p.

NEIJI, H.; NAIMI, N.; LALLIER, R.; DE LA NOUE, J. **Relationships between feeding, hypoxia, digestibility and experimental furunculosis in rainbow trout**. Ed. INRA, Paris, 1993 (Les Colloques, n°61), p.186-197.

- NOSE, T. On the metabolic fecal nitrogen in young rainbow trout. **Freshwater Fish. Res. Lab. Tokyo**, v.17, p.97-105, 1967.
- OGINO, C.; KAKINO, J.; CHEN, M.S. Protein nutrition in fish II. Determination of metabolic fecal nitrogen and endogenous nitrogen excretions of carp. **Bulletin of Freshwater Fish**, v.39, p.519-523, 1973.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C. Digestibilidade aparente de ingredientes para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n° 4, p.1595-1604, 2002.
- PIAIA, R.; RADUNZ NETO, J. Avaliação de diferentes fontes protéicas sobre o desempenho inicial de larvas de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, v.27, n°2, p.319-323, 1997.
- PORTZ, L.; CYRINO, J.E. Digestibility of nutrients and amino acids of different protein sources in practical diets by largemouth bass, *Micropterus salmoides*. **Aquaculture Research**, v.35, p.312-320, 2004.
- REFSTIE, S.; HELLAND, S.J.; STOREBAKKEN, T. Adaptation to soybean meal in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v.153, p.263-272, 1997.
- 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 lecithins and soya antigens. **Aquaculture**, v.162, p.301-312, 1998.
- RICHE, M.; WHITE, M.R.; BROWN, P.B. Barium carbonate as an alternative indicator to chromic oxide for use in digestibility experiments with rainbow trout. **Nutrition Research**, v.15, p.1323-1331, 1995.
- SALES, J.; BRITZ, P.J.; Evaluation of different markers to determine apparent nutrient digestibility coefficients of feed ingredients for South African abalone (*Haliotis midae*). **Aquaculture**, v.202, p.113-129, 2001.
- SHCHYERBINA, M.A.; KAZLAUSKYENYE, O.P. Temperature regime of water and digestibility of nutrients by *Cyprinus carpio*. **Hidrobiologia**, v.7, p.33-49, 1971.
- SHIAU, S.Y.; CHEN, M.J. Carbohydrate utilization by tilapia (*Oreochromis niloticus* X *O. aureus*) as influenced by different chromium sources. **Journal Nutrition**, v.123, p.1747-1753, 1993.
- SIGURGISLADOTTIR, S.; LALL, S.P.; PARRISH, C.C.; ACKMAN, R.G. Digestibility of dietary lipids in Atlantic salmon, using cholestane as a digestibility marker. **Bulletin of Aquaculture Association Canadian**, v.90, p.41-44, 1990.
- SILFVERGRIP, A.M.C. **A sistematic revision of the neotropical catfish genus *Rhamdia* (Teleostei, Pimelodidae)**. Stockholm, Sweden, 1996. 156p. (PhD Thesis) – Department of

zoology, Stockholm University and Department of Vertebrate Zoology, Swedish Museum of Natural History, 1996.

SKLAN, D.; PRAG, T.; LUPATSCH, I. Apparent digestibility coefficients of feed ingredients and their prediction in diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus*. **Aquaculture Research**, v.35, p.358-364, 2004.

SORENSEN, M.; LJOKJEL, K.; STOREBAKKEN, T.; SHEARER, K.D.; SKREDE, A. Apparent digestibility of protein, amino acids and energy in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a fish meal based diet extruded at different temperatures. **Aquaculture**, v.211, p.215-225, 2002.

SPINELLI, J.; HOULE, C.R.; WEKELL, J.C. The effect of phytate on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed purified diets containing varying quantities of calcium and magnesium. **Aquaculture**, v.30, p.71-83, 1983.

SPYRIDAKIS, P.; METAILLER, R.; GABAUDAN, J.; RIAZA, A. Studies on nutrient digestibility in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). I: Methodological aspects concerning faeces collection. **Aquaculture**, v.77, p.61-70, 1989.

STOREBAKKEN, T.; KVIEN, I.S.; SHEARER, K.D.; GRISDALE-HELLAND, B.; BERGE, G.M. The apparent digestibility of diets containing fish meal, soybean meal or bacterial meal fed to Atlantic salmon (*Salmo salar*): evaluation of different faecal collection methods. **Aquaculture**, v.169, p.195-210, 1998.

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

TACON, A.G.J. **Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp. A Training manual 1. The essential nutrients**. FAO, 1987.

TACON, A.G.J.; RODRÍGUEZ, A.M.P. Comparison of chromic oxide, crude fibre, polyethylene and acid-insoluble ash as dietary markers for the estimation of apparent digestibility coefficients in rainbow trout. **Aquaculture**, v.43, p.391-399, 1984.

TIBBETTS, S.M.; SANTOSH, P.H.; MILLEY, J.E. Apparent digestibility of common feed ingredients by juvenile haddock, *Melanogrammus aeglefinus*. **Aquaculture Research**, p.1-9, 2004.

ULIANA, O.; SILVA, J.H.S.; RADUNZ 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.

VANDENBERG, G.W.; DE LA NOUE, J. Apparent digestibility comparison in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) assessed using three methods of faeces collection and three digestibility markers. **Aquaculture Nutrition**, v.7, p.237-245, 2001.

WEATHERUP, R.N.; MACCRACKEN, K.J. Comparison of estimates of digestibility of two diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, using two markers and two methods of faeces collection. **Aquaculture Research**, v.29, p.527-533, 1998.

WILSON, R.P.; POE, W.E. Apparent digestibility protein and energy coefficients of common feed ingredients for channel catfish. **Progressive Fish Culturist**, p. 154-158, 1985.

WINDELL, J.T.; FOLTZ, J.W.; SAROKON, J.A. Methods of fecal collection and nutrient leaching in digestibility studies. **Progressive Fish Culturist**, v.40, p.51-55, 1978.

YAMAMOTO, T.; SHIMA, T.; FURUITA, H.; SUZUKI, N.; SHIRAISHI, M. Nutrient digestibility values of a test diet determined by manual feeding and self-feeding in rainbow trout and common carp. **Fisheries Science**, v.67, p.355-357, 2001.

ZAVALA-CAMIM, L.A. **Introdução aos Estudos Sobre Alimentação Natural em Peixes**. Maringá: Nupelia, 1996, 129p.

ZHOU, Q.C.; TAN, B.P.; MAI, K.S.; LIU, Y.J. Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia, *Rachycention canadum*. **Aquaculture**, v.241, p.441-451, 2004.

ZHU, S.; CHEN, S.; HARDY, R.W.; BARROWS, F.T. Digestibility, growth and excretion response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to feeds of different ingredient particle sizes. **Aquaculture Research**, v.32, p.885-893, 2001.