

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO**

**WILLIAM CRISTIANE TELES TONINI**

**ENERGIA DIGESTÍVEL E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES DE  
ALIMENTOS PARA *Trichogaster leeri***

**CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ**

**2010**

**WILLIAM CRISTIANE TELES TONINI**

**ENERGIA DIGESTÍVEL E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES DE  
ALIMENTOS PARA *Trichogaster leeri***

**Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como requisito para obtenção do grau de  
Doutor em Ciência Animal na área de  
concentração de Aquicultura.**

**Orientador: Prof. Manuel Vazquez Vidal Júnior**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES**

**2010**

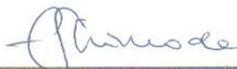
WILLIAM CRISTIANE TELES TONINI

**ENERGIA DIGESTÍVEL E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES DE  
ALIMENTOS PARA *Trichogaster leeri***

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como requisito para obtenção do grau de  
Doutor em Ciência Animal na área de  
concentração de Aquicultura.

Aprovada em 05 de abril de 2010.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Eduardo Shimoda (Doutor) – UNIVERSO



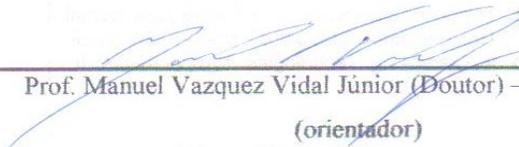
---

Prof.<sup>a</sup> Ana Paula Madeira di Benedetto (Doutora) – CBB - UENF



---

Prof. Dalcio Ricardo de Andrade (Doutor) – CCTA - UENF



---

Prof. Manuel Vazquez Vidal Júnior (Doutor) – CCTA - UENF  
(orientador)

## AGRADECIMENTOS

A minha família, que me apoiou, sustentou e participou junto comigo nessa empreitada que a maioria julgava insana, em especial a Rita, que me ajudou a manter a lucidez quando eu mesmo duvidava.

Ao professor Manuel Vazquez, pela amizade, paciência, orientação e por confiar em mim, me dando oportunidade e capacidade para realizar um sonho.

Ao professor Dalcio Ricardo de Andrade, que me deu a chance e o suporte para eu realizar um sonho.

A FAPERJ, pela concessão de bolsa durante o curso, me dando meios de realizar minhas obrigações e tarefas.

Aos amigos do grupo de piscicultura da UENF, que me ajudaram de alguma forma na formação da pessoa que sou tendo certeza que carregarei algo de cada um pelo resto da vida.

Aos professores Humberto e Ricardo, pelas valiosas contribuições a este trabalho.

Aos funcionários do colégio agrícola e vigilantes, especialmente ao Sr. Jorge, pela amizade e ajuda nos momentos essenciais.

Aos alunos, funcionários e professores do programa de pós-graduação de produção animal da UENF, em especial o Cláudio Lombardi, pessoa fundamental no desenrolar deste trabalho.

Aos amigos de Campos dos Goytacazes, pela amizade e apoio, que me ajudaram a fazer daqui a minha segunda casa, e manter a lucidez em diversos momentos, em especial a Anderson, André, Tiago, Raphael, Matheus, Murilo Danilo, Alfredo e diversos outros.

A todos que de alguma forma contribuíram e me acompanharam nesta empreitada.

## RESUMO

TONINI, W. C. T. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; abril de 2010; Energia digestível e digestibilidade de nutrientes de alimentos para *Trichogaster leeri*; professor orientador: Manuel Vazquez Vidal Júnior. 89p.

Foram utilizados 180 peixes adultos (*Trichogaster leeri*), medindo entre 6 e 11 cm produzidos no Setor de Aquicultura da UENF. Foram feitas rações-teste, compostas por 70% de ração referência e 30% do alimento a ser testado (farelo de soja, farinha de peixe, farinha de carne e ossos, farelo de milho e farelo de trigo). A ração referência foi composta por 98% de ração comercial 28% de PB e 2% de óleo de soja. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 3 repetições, com 20 peixes/aquário. O experimento 01 consistiu na observação de fezes, coradas com 1% de óxido de cromo, a cada meia hora para as diferentes rações-teste utilizadas. O experimento 02 foi avaliar os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) das rações-teste utilizadas e o experimento 03 consistiu na avaliação dos CDAs das rações-teste, comparando os valores de ½, 12 e 24 horas de coleta das fezes, pós-prandial. Os animais foram alimentados e as fezes foram coletadas a cada meia hora para observação no caso do experimento 01 ou para coleta total e congelamento imediato no caso dos experimentos 02 e 03. Os alimentos testados apresentaram tempo de passagem inicial de quatro horas para a ração referência (T1), farinha de carne e ossos (T2), farelo de milho (T4) e farelo de trigo (T5) e três horas para o farelo de soja (T3). Porém houve maior variação no tempo de passagem total, onde se verificou que não havia mais fezes esverdeadas após oito horas de observação para a ração contendo farelo de soja (T3), 10 horas para a ração referência (T1) e para a ração com farelo de trigo (T5), 13 horas para a ração contendo o farelo de milho (T4) e 14 horas para a ração contendo a farinha de carne e ossos (T2). Entre os alimentos avaliados, os ingredientes protéicos, farinha de peixes o farelo de soja e a farinha de carne e ossos apresentaram maior coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, respectivamente. Houve variação nos valores de digestibilidade conforme aumentou o tempo de coleta das fezes, indicando que o menor tempo possível na coleta das mesmas é o preconizado nas análises de digestibilidade de alimentos para peixes.

Palavras chaves: alimentação, tempo de passagem, alimentos, peixe ornamental.

## ABSTRACT

TONINI, W. C. T. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; April 2010; Digestible energy and nutrient digestibility of food for pearl gourami; Advisor: Prof. Manuel Vazquez Vidal Júnior. 89p.

Was used 180 adult fish (Pearl gourami), with ment between 6 and 11 cm produced in the Aquaculture Sector UENF. We made test diets, comprising 70% of reference diet and 30% of the food being tested (soybean meal, fish meal, meat and bone meal, corn and wheat bran). The reference diet was composed of 98% of commercial feed 28% CP and 2% soybean oil. The experiment was a completely randomized design with 6 treatments and 3 replications, with 20 fish / aquarium. The experiment consisted of 01 observation of feces, stained with 1% chromium oxide, every half hour for the different test diets used. 02 The experiment was to evaluate the apparent digestibility coefficients (ADC) of the test diets used and the experiment consisted of 03 assessment of ADCs test diets, comparing the values of ½, 12 and 24 hours of collection of feces, postprandial. The animals were fed and feces were collected every half hour, for observation in the case of the experiment and 01 for total collection and immediate freezing in the case of experiments 02 and 03. The foods tested had time to pass the initial four hours for the reference diet (T1), meat and bone meal (T2), corn meal (T4) and wheat bran (T5) and three hours for soybean meal ( T3), however there was greater variation in total transit time, which established that there was more green stool after eight hours of observation for the diet containing soybean meal (T3), 10 hours for the reference diet (T1) and the diet with wheat bran (T5), 13 hours for the diet containing corn meal (T4) and 14 hours for rations containing meat and bone meal (T2). Among the foods evaluated, the protein ingredients, fish meal with soybean meal and meat and bone meal had higher apparent digestibility of dry matter respectively. There was variation in the digestibility values increased as the time of collection of feces, indicating that the shortest possible time in the same collection is recommended for analysis of digestibility of fish feed.

Key words: digestibility, passage time, foods, ornamental fish.

## LISTA DE FIGURAS

1-Exemplar de um macho de <i>Trichogaster leeri</i> .....	página 18
<b>Capítulo 01:</b>	
1-Linhas de tendência dos índices de coloração quanto à quantidade de fezes esverdeadas, classificadas como: Completamente verde (5), muito verde (4), verde (3), pouco verde (2), sem presença de marcador (1) e não observação de fezes (0), segundo o período pós-prandial (horas), para as dietas com substituição de 30% de farelo de soja ou farinha de carne e ossos (A) e com 30% de farinha de trigo ou farelo de milho (B), para <i>T. leeri</i> .....	62
<b>Capítulo 02:</b>	
1-Esquema representativo dos aquários utilizados para alimentação e coletas das fezes.....	66
<b>Capítulo 03:</b>	
1-Reta de regressão da variação dos coeficientes de digestibilidade aparente, segundo o tempo de coleta das fezes, de proteína, energia, extrato etéreo e fibra, na ração referência (comercial com 28% de proteína bruta), para <i>T. leeri</i> .	83
2-Reta de regressão da variação dos coeficientes de digestibilidade aparente, segundo o tempo de coleta das fezes, de proteína, energia, extrato etéreo e fibra, na ração com substituição por 30% por farelo de trigo, para <i>T. leeri</i> .....	83
3-Reta de regressão da variação dos coeficientes de digestibilidade aparente, segundo o tempo de coleta das fezes, de proteína, energia, extrato etéreo e fibra, na ração com substituição por 30% por farelo de milho, para <i>T. leeri</i> .....	84
4-Reta de regressão da variação dos coeficientes de digestibilidade aparente, segundo o tempo de coleta das fezes, para proteína, energia, extrato etéreo e fibra, na ração com substituição por 30% por farelo de soja, para <i>T. leeri</i> .....	85
5-Reta de regressão da variação dos coeficientes de digestibilidade aparente, segundo o tempo de coleta das fezes, de proteína, energia, extrato etéreo e fibra, na ração com substituição por 30% por farinha de peixe, para <i>T. leeri</i> .....	85
6-Reta de regressão da variação dos coeficientes de digestibilidade aparente, segundo o tempo de coleta das fezes, de energia, extrato etéreo e fibra, na ração com substituição por 30% por farinha de carne e ossos, para <i>T. leeri</i> .....	86
7-Reta de regressão da variação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDAs), segundo o tempo de coleta das fezes, da proteína, na ração com substituição por 30% por farinha de carne e ossos, para <i>T. leeri</i> .....	87

## LISTA DE TABELAS

	página
<b>Capítulo 01:</b>	
1- Composição bromatológica da ração comercial utilizada na ração referência para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos para o <i>T. leeri</i> na matéria seca.....	60
2- Composição bromatológica de MS (matéria seca), PB (proteína bruta), EB (energia bruta), MM (matéria mineral), EE (extrato etéreo) e FB (fibra bruta) das dietas testes, valores na matéria seca.....	60
3- Médias e desvio padrão (Desv. Pad.) da morfometria (P = peso total, CP = comprimento padrão, CT = comprimento total, CI= comprimento dos intestinos e EC = escore corporal) dos <i>T. leeri</i> .....	61
4- Tempo em horas (Hs), com médias e desvio padrão (Desv. P.) das primeiras fezes (tempo de passagem inicial) e últimas fezes (tempo de passagem total), pós-prandial em <i>T. leeri</i> , em cativeiro, alimentados com diferentes rações T1 = dieta comercial referência; T2 = substituição de 30% de T1 por farinha de carne e ossos; T3 = substituição de 30% de T1 por farelo de soja; T4 = substituição de 30% de T1 por farelo de milho e T5 = substituição de 30% de T1 por farelo de trigo.....	61
<b>Capítulo 02:</b>	
1- Composição bromatológica da ração comercial utilizada na ração referência para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos para o <i>T. leeri</i> na matéria seca.....	67
2- Composição bromatológica de MS (matéria seca), PB (proteína bruta), EB (energia bruta), MM (matéria mineral), EE (extrato etéreo) e FB (fibra bruta) das dietas testes, valores na matéria seca.....	69
3- Coeficientes de digestibilidade (%), de proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo, fibra bruta, cinzas e matéria seca, dos diferentes ingredientes testados.....	69
<b>Capítulo 03:</b>	
1- Composição bromatológica da ração comercial utilizada na ração referência para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos para o <i>T. leeri</i> na matéria seca.....	80
2- Coeficiente de digestibilidade aparente das dietas teste (M = com substituição de 30% por farelo de milho, T = com substituição de 30% por farelo de trigo, C = com substituição de 30% por farinha de carne e ossos, S = com substituição de 30% por farelo de soja e P = com substituição de 30% por farinha de peixe), segundo o tempo de coleta das fezes para análise laboratorial, após a alimentação.....	81

## SUMÁRIO

	página
<b>RESUMO</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	x
<b>1- INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2- REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	12
2.1- Situações da Aquicultura no Brasil.....	12
2.2- Produção de Peixes Ornamentais.....	15
2.3- A espécie estudada ( <i>Trichogaster leeri</i> ).....	15
2.4- Estudos de Digestibilidade.....	18
2.5- Métodos de Coleta de Fezes.....	21
2.6- Efeito do Intervalo de Coleta de Fezes em análises de digestibilidade.....	23
2.7- Problemas com o uso de óxido de cromo em estudos de digestibilidade..	24
2.8- Principais ingredientes utilizados na alimentação de peixes.....	26
2.8.1- Farelo de milho.....	27
2.8.2- Farelo de trigo.....	28
2.8.3- Farelo de soja.....	29
2.8.4- Farinha de peixe.....	29
2.8.5- Farinha de carne e ossos.....	31
2.9- Trânsito Gastrintestinal.....	31
2.10- Referências Bibliográficas.....	35
<b>3- OBJETIVOS</b> .....	47
3.1- Objetivo Geral.....	47
3.2- Objetivos Específicos.....	47
<b>Capítulo 01: Tempo de passagem de alimentos protéicos e energéticos em <i>Trichogaster leeri</i></b> .....	48
<b>Capítulo 02: Digestibilidade aparente de alimentos protéicos e energéticos para <i>Trichogaster leeri</i></b> .....	63
<b>Capítulo 03: Influência do tempo de coleta das fezes na digestibilidade de alimentos protéicos e energéticos em <i>Trichogaster leeri</i></b> .....	76

## 1- INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma atividade que teve início na China, há mais de 4.000 anos, com o cultivo da carpa (*Cyprinus carpio*). Mas, antes disto, os chineses já manejavam as algas marinhas como fonte de alimento. Desta forma, o oriente é o berço da aquicultura, e não é coincidência que, hoje, o continente asiático responda por cerca de 90% da produção mundial dos alimentos provenientes da água, sendo que apenas a China corresponde por mais da metade dessa produção.

Atualmente, 52% da produção mundial de organismos aquáticos correspondem à piscicultura, representada por mais de 90 espécies produzidas em cativeiro, porém, apesar deste grande número e diversidade, são poucas as espécies de peixes consideradas domesticadas e facilmente difundidas, como as carpas (comum *Cyprinus carpio*, chinesas – *Aristichthys nobilis*, *Ctenopharyngodon idella* e *Hypophthalmichthys molitrix*), bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), tilápia (*Oreochromis niloticus*), truta (*Salmo trutta*), salmão (*Salmo salar*) e algumas espécies de peixes ornamentais, como o beta (*Betta splendens*), as colisas (*Colisa lalia*, *Colisa chuna*) e o léri (*Trichogaster leeri*).

A partir da segunda metade do século passado, ocorreu a modernização dos meios de comunicação e de transporte, aperfeiçoamento da reprodução artificial, melhoramento genético e progresso no campo da nutrição, com o desenvolvimento e utilização de melhores rações, possibilitando o aumento da produção e do número de espécies e variedades domesticadas.

Com o aumento da piscicultura, desde então houve o crescimento do comércio de espécies ornamentais, que apresenta a característica de estar constantemente em modificação, em função da exigência do mercado em oferecer espécies diferentes e atrativas ao mercado consumidor.

Acompanhando a procura do mercado consumidor por diferentes espécies, há atualmente uma dificuldade de formulação de dietas que atendam as necessidades nutricionais das espécies produzidas. Não há estudos que estabeleçam as características de cada espécie quanto aos ingredientes utilizados na formulação das rações. Na maioria das vezes as porções protéicas e energéticas das dietas são colocadas acima do que os

peixes exigem, de forma que se possa aumentar a produtividade, hábito que eleva os custos de produção e deteriora a água de cultivo.

Cada espécie apresenta diferentes exigências nutricionais e aproveita cada ingrediente presente na ração de forma variada, o que requer estudo e avaliação dos diversos ingredientes utilizados na fabricação de rações para peixes.

## 2- REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1- SITUAÇÕES DA AQUICULTURA NO BRASIL

A aquicultura no Brasil tem se desenvolvido de forma muito lenta se comparada com outras partes do mundo, isto se dá, principalmente, devido à falta de uma política setorial que priorize linhas de apoio governamental à produção e da necessidade de uma definição das alternativas de impacto sócio-econômico que visem o aproveitamento das potencialidades naturais de cada região. O Brasil ocupa a vigésima posição mundial entre os produtores de pescado cultivado (FAO, 2003). Os grandes problemas da aquicultura brasileira continuam sendo a falta de organização na transferência de tecnologia, a carência de pesquisa aplicada, bem como a distribuição dos produtos pesqueiros (CASTAGNOLLI, 1995).

O consumo per capita de pescado no Brasil é baixo, o que também propicia um entrave na comercialização dos produtos piscícolas brasileiros. O consumo é de cerca de 6,0 Kg ano<sup>-1</sup>, com exceção de regiões pesqueiras litorâneas e amazônicas, onde a média eleva-se para 54 Kg ano<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2004), ainda assim, bem inferior à média do maior consumidor do produto, a China, com 80 Kg ano<sup>-1</sup> (FAO, 1997).

O Brasil apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento das mais diversas modalidades de aquicultura, pois possui um grande potencial hídrico proveniente das bacias hidrográficas, das numerosas represas espalhadas por todo país e da sua extensa região costeira. Apresenta também uma riqueza de espécies nativas com boa aceitação pela população, diversos microclimas e áreas adequadas ao desenvolvimento da atividade, além de viver um momento em que há ótimas condições para colocação de seus produtos, tanto no mercado interno como externo (BORGHETTI *et al.*, 2003). Aliado a estas vantagens, também é um país essencialmente agrícola, apresentando uma grande disponibilidade de produtos e subprodutos que podem ser utilizados como ingredientes na formulação de rações a um custo relativamente baixo. A topografia, na maioria das regiões, favorece a construção de tanques, bem como a condução da água para o abastecimento por gravidade. Esses fatores, associados com a necessidade de produzir um produto de qualidade, têm levado a um aumento no cultivo de organismos aquáticos. Todos estes fatores unidos conferem um imenso potencial para o

desenvolvimento da aquicultura no Brasil (CERQUEIRA, 2002; BORGHETTI *et al.*, 2003).

Em relação ao comércio internacional da produção aquícola nacional, temos o Brasil exportando seus produtos para cerca de 50 países, no entanto, apenas 10 nações são importadoras regulares, dessas, Estados Unidos, Argentina, Porto Rico e Japão concentram a quase totalidade das exportações brasileiras de produtos pesqueiros. A aquicultura é uma das maiores atividades econômicas da atualidade e ainda se encontra em expansão no mercado mundial. Segundo a FAO (Food American Organization), em 2001 foram produzidas 142,1 milhões de toneladas de pescados, sendo que a aquicultura contribuiu com mais de 48,4 milhões de toneladas, que foram equivalentes a US\$ 61,4 bilhões em receitas geradas. A produção aquícola mundial teve um crescimento de 187,6 %, entre os anos de 1990 a 2001. No mesmo período, as capturas pesqueiras passaram de 86,8 milhões de toneladas para 93,6 milhões, apresentando um aumento de apenas 7,8 % da produtividade, isto é reflexo da significativa redução do volume de pesca capturado nos últimos anos. Isto ocorreu devido a uma redução nas populações de pescados em seu ambiente natural, como resultado de anos seguidos de sobre-pesca (BORGHETTI *et al.*, 2003). Mas estes dados não são muito positivos, pois segundo cálculos anteriores, o Brasil apresentaria potencial de produção muito superior aos apresentados atualmente, podendo superar os oito milhões de toneladas/ano (NOMURA, 1978; IGARASHI, 1997).

Em 1997, o Brasil ocupava a terceira posição dos produtores aquícolas da América Latina, com 87,6 mil toneladas, ficando atrás do Chile (375,1 mil toneladas) e do Equador (135,2 mil toneladas). Em 2001, o Brasil conseguiu assumir a segunda posição, com 210 mil toneladas, deixando o Equador para trás com suas 67,9 mil toneladas. Estes valores, embora estimuladores para a aquicultura brasileira, ainda demonstram uma necessidade do desenvolvimento de técnicas de produção, uma vez que o Chile, com um território bem menor que o brasileiro, continua ocupando o primeiro lugar em produção de pescados na América Latina, com 631,6 mil toneladas, e o Equador ter perdido a posição para o Brasil em função de sérios problemas na cadeia produtiva nos últimos anos (BORGHETTI *et al.*, 2003).

Segundo Borghetti *et al.* (2003), a produção aquícola brasileira passou de 20,5 mil toneladas (US\$ 104,4 milhões), em 1990, para 210 mil toneladas (US\$ 830,3 milhões), em 2001, com um aumento de 925 %, enquanto a aquicultura mundial teve um crescimento de 187 % no mesmo período. Entre 2000 e 2001, a produção aquícola

brasileira cresceu aproximadamente 19 %, ou o equivalente a 16,6 % das receitas geradas. A produção de peixes corresponderam a 76 % (157,8 mil toneladas) da produção aquícola brasileira e por cerca de 65 % (US\$ 546 milhões) da receita gerada, em 2001, mostrando sua grande importância dentre os produtos aquícolas cultivados no Brasil.

A aquicultura é uma ótima oportunidade de negócios, principalmente para as regiões sudeste e nordeste do país, pois cabe destacar as excepcionais condições geográficas e climáticas da costa tropical e dos vales interioranos para o cultivo de peixes em cativeiro. A produção total de pescado no Brasil em 2002 foi de 1.006.869 toneladas, sendo 419.588,5 toneladas em águas continentais e 587.280,5 em águas marinhas (58%), apresentando um incremento de 7,1% em relação a 2001, determinado principalmente pelo desempenho da aquicultura.

A aquicultura continental apresentou, no ano de 2001, uma produção de 156.532 toneladas (IBAMA, 2003) e 180.173,0 toneladas em 2002 (IBAMA, 2004), correspondendo a um incremento de 15,1%, sendo que esta produção responde por 17,9% da produção total brasileira. Entretanto, o resultado da pesca continental apresentou um crescimento de apenas 8,6% em relação ao ano de 2001, e a pesca marinha apresentou tendência à estabilização (IBAMA, 2004).

A produção total de pescado no Brasil em 2005 foi de 1.009.073, sendo que a aquicultura continental, com uma produção de 179.746 t, em 2005, representa 17,8% da produção de pescado total do Brasil. Em 2005 apresentou um decréscimo de 0,5% em relação ao ano de 2004. A aquicultura continental apresentou crescimento nas regiões Norte de 12,4%, na Sudeste de 4,3% e no Centro-Oeste de 4,4%. A região Nordeste apresentou decréscimo de 9,9% e a Sul de 3,3% em 2005. As principais espécies de peixes utilizadas na aquicultura destas regiões são: tilápia, carpa, tambaqui e curimatã.

Este decréscimo em 2005 se deu, basicamente, em virtude da diminuição no volume das exportações (13,45%), apesar do decréscimo no volume das importações (8,02%). Em termos de valor, as exportações apresentaram, no ano de 2005, uma queda de 6,38%, enquanto as importações tiveram um crescimento significativo de 17,83% em relação a 2004, resultados decorrentes da diminuição da quantidade exportada e do preço baixo no mercado mundial, para o principal produto da nossa pauta de exportação, e da valorização do real com relação ao dólar.

## 2.2- PRODUÇÃO DE PEIXES ORNAMENTAIS

O sucesso da produção de peixes ornamentais ocorre principalmente em função da grande procura por diferentes variedades e dos altos valores individuais que muitas espécies atingem no mercado nacional e internacional. A piscicultura ornamental pode também contribuir na esfera sócio-ambiental, reduzindo o extrativismo de espécies nativas, e servindo como uma excelente alternativa de renda para pequenos produtores rurais.

A produção de peixes ornamentais é uma modalidade da aquicultura em plena expansão. Nos Estados Unidos, a popularidade e os altos valores de venda têm colocado a produção de peixes ornamentais entre as principais fontes de renda da aquicultura (CHAPMAN *et al.*, 1997). No comércio internacional de organismos aquáticos ornamentais, observa-se aumento anual a uma taxa média de 14%, chegando a cifras superiores a 200 milhões de dólares por ano para as exportações (LIMA *et al.*, 2001).

Na América do sul, por sua vez, provavelmente em função da maior parte de as exportações serem de espécies coletadas na natureza, a aquicultura ornamental ainda é incipiente e quase não se tem estudos sobre a produção de espécies ornamentais (CONROY, 1975). No Brasil, por exemplo, a produção de peixes ornamentais é recente e surgiu com a implantação de projetos de piscicultura na década de 70. O estado de Minas Gerais destaca-se como o maior centro de produção do Brasil, com 118 criadores que produzem cerca de 50 espécies ou variedades (PEZZATO e SCORVO FILHO, 2000). Entretanto, o Brasil participa com apenas 6,5% das importações no mercado norte-americano (OFI Journal, 1999), que é o maior centro consumidor mundial, indicando a necessidade de maior apoio e incentivo à atividade.

## 2.3- A ESPÉCIE ESTUDADA (*Trichogaster leeri*)

Existem 16 gêneros e 50 espécies de *Trichogaster sp.* distribuídas pelo mundo, principalmente ao longo da Ásia e do subcontinente indiano, locais de origem destas espécies (DEGANI *et al.*, 1992). Como a nomenclatura de muitas outras famílias de

peixes, houve uma quantidade considerável de renomeação e reclassificação em nível de gêneros ou espécies.

Todos os *Trichogaster sp.* foram inicialmente classificados como *Trichogaster labrus*, em seguida (1801) foram rebatizados com o gênero *Trichogaster*, seguido do nome de cada espécie descrita, que é a classificação atual. Outros nomes para o gênero podem aparecer em registros mais antigos, como *Trichopodus*, *Trichopus* e *Osphromemus*. A maioria destas alterações na nomenclatura ocorreu em meados de 1800 até que o nome atual, *Trichogaster*, foi estabelecido como classificação padrão (RICHTER, 1988).

Uma das espécies de *Trichogaster sp.* de grande procura no mercado ornamental brasileiro é o *Trichogaster leeri*, Bleeker, 1852, conhecido popularmente como léri ou “tricogaster pérola”. É uma espécie rústica e de comportamento ativo, utilizada na aquariofilia a mais de 50 anos. Para a melhor adaptação desta espécie ao cativeiro, indica-se que os aquários devem possuir um ambiente espaçoso, com vegetação flutuante de forma que reduza a incidência excessiva de luz, uma vez que, em ambiente natural, habitam as áreas densamente vegetadas dos rios, canais, valas, lagos e pântanos para evitar a predação por aves e peixes (SILVA, 1995; TETRA, 1996; MILLS, 1998).

O *Trichogaster leeri* pertence à ordem dos Perciformes, Subordem Anabantoidei, Família Belontiidae e gênero *Trichogaster*. É conhecido popularmente no Brasil como léri e internacionalmente como “pearl gourami” ou simplesmente como “gourami”, (COLE *et al.*, 1999). Possui o corpo em formato oval-alongado com nadadeira anal ampla apresentando um mosaico de cores e tonalidades que variam do vermelho ao preto metálico, e uma faixa mais escura se estende da boca ao pedúnculo caudal (figura 01) (MILLS, 1998). Tem como habitat natural águas lânticas da Oceania e do continente asiático, especialmente em Bornéu, Malásia e Sumatra (TETRA, 1996; MILLS, 1998), além da Tailândia, Indonésia e Vietnã (SILVA, 1995).



Figura 01 – Exemplo de um macho de *Trichogaster leeri*.

Os machos desta espécie apresentam barbatana dorsal mais longa do que as fêmeas e chega mais próximo do pedúnculo caudal. Os machos apresentam cores muito mais brilhantes, bem como uma vasta gama de combinações de cores, enquanto as fêmeas de qualquer linhagem apresentam apenas uma cor de prata fosca (TETRA, 1996; MILLS, 1998; DEGANI, 1990; COLE *et al.*, 1999).

Em regiões tropicais, os dois principais sinais de reprodução são a elevação da temperatura e a duração do dia com pouca variação sazonal. A formação do ninho e a postura dos ovos são mais observadas em uma faixa de temperatura que varia de 23-29 °C, embora a temperatura ideal para a reprodução ainda não tenha sido mencionada na literatura (DEGANI, 1989). Esta é também a faixa de temperatura ideal para o condicionamento dos reprodutores. Nenhum comportamento reprodutivo ou desova foi observado em temperaturas próximo de 20 °C e abaixo de 18 °C pode ser letal para os animais. Degani (1989) afirma que a redução da luz pela população de plantas aquáticas tem efeito positivo sobre o número de ninhos e sobre o tamanho da desova.

Com baixas densidades (0,5/l), o crescimento é bastante uniforme e os peixes podem ser cultivados ao tamanho de mercado (5-8 cm) em menos de 12 semanas. Com maior densidade populacional (2,0/l), peixes de tamanho comercial ainda podem ser cultivados em até 12 semanas, mas irá haver uma grande variação no tamanho da população e uma não padronização do plantel (DEGANI, 1990; COLE *et al.*, 1999).

Os Tricogasteres são considerados preferencialmente carnívoros, com a dieta natural baseada em diferentes espécies de invertebrados (DEGANI, 1990). Em uma

situação de cultivo intensivo, onde os alimentos naturais são limitados, uma dieta equilibrada e com ingredientes de qualidade deve ser utilizada para alcançar o crescimento ótimo. Além disso, as formulações capazes de aumentar a pigmentação têm aplicação útil considerável, principalmente nos machos (DEGANI, 1990; COLE *et al.*, 1999).

Os peixes devem ser alimentados pelo menos duas vezes por dia, a uma taxa de 3-5 % do peso corporal por dia, com rações experimentais ou comerciais (DEGANI, 1990). São muito resistentes e altamente adaptáveis e foram encontrados em áreas silvestres que habitam que são muito diferentes nos parâmetros de qualidade da água. Os trichogasteres ocorrem em ambientes não só com diferentes substratos variando de areia a pedra (lajedo), mas também muito diferentes parâmetros da química da água. Estes peixes são encontrados em águas com condutividade variando de 22-718 $\mu$ S, Dureza Total de 1,3-185 mg \ l de CaCO<sub>3</sub>, e valores de pH entre 5,8-7,4 (COLE *et al.*, 1999).

## 2.4- ESTUDOS DE DIGESTIBILIDADE

Existem poucos estudos sobre as exigências nutricionais da maioria das espécies ornamentais e, conseqüentemente, poucas dietas comerciais balanceadas específicas para utilização na produção em larga escala. Para formulação de dietas práticas, é necessário o conhecimento não só das características químicas e físicas de cada ingrediente, mas também de sua digestibilidade pelos peixes (TACON e RODRIGUES, 1984). Os nutrientes não digeridos dos alimentos, além das implicações no crescimento e dos custos de alimentação, aumentam os níveis de nitrogênio, fósforo e matéria orgânica nos efluentes (CHONG *et al.*, 2002). Portanto, o conhecimento da eficiência de utilização dos nutrientes de alguns alimentos é primordial para formulação de dietas para diversas espécies de peixes.

Os valores de digestibilidade de nutrientes de alimentos para peixes ornamentais ainda não estão estabelecidos e revelam que essa lacuna de informações está diretamente relacionada à dificuldade de coleta do material para análise de digestibilidade, à diversidade de espécies com diferentes hábitos alimentares, à carência

de investigações básicas, aos fatores econômicos e até mesmo ao relativo desinteresse de pesquisadores, universidades e centros de pesquisa (SANTOS, 2008).

Os peixes utilizam em torno de 80% da matéria seca da ração. Para aperfeiçoar a formulação de rações, é necessária a determinação da digestibilidade dos ingredientes e nutrientes de uma dieta. O valor nutricional de um ingrediente está baseado não somente na composição química, mas também na quantidade de nutrientes ou energia que o peixe pode absorver ou utilizar. A disponibilidade dos nutrientes para os peixes deve ser definida principalmente em termos de digestibilidade. Esta descreve a fração de nutrientes dos ingredientes ingeridos que não são excretados nas fezes (NRC, 1993; GODDARD e McLEAN, 2001).

A estimativa de valores dos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes de uma ração traz consequências benéficas tanto econômicas (aproveitamento de nutrientes) como ecológicas (perdas de nitrogênio e fósforo para o ambiente). Além disso, a avaliação dos métodos de determinação dos coeficientes de digestibilidade é de fundamental importância, pois são eles que trarão a confiabilidade dos resultados (VIDAL JR, 2000).

O valor nutricional de um alimento está baseado na sua composição química e na quantidade de nutrientes ou energia que o peixe pode absorver e utilizar (CASTAGNOLLI, 1979). A disponibilidade dos nutrientes para os peixes deve ser definida principalmente em termos de digestibilidade, a qual descreve a fração de nutrientes e da energia dos ingredientes ingeridos que não é excretada nas fezes (NRC, 1993; GODDARD E McLEAN, 2001).

Poucos são os alimentos utilizados pelos animais na forma em que são ingeridos, pois a digestão implica no fracionamento da proteína em aminoácidos, assim como os carboidratos complexos devem ser quebrados a açúcares simples e as gorduras são hidrolisadas em ácidos graxos antes que os nutrientes sejam absorvidos (CASTAGNOLLI, 1979).

Cada espécie de peixe, ou mesmo cada variedade de uma espécie, aproveita de forma diferente cada tipo de alimento, sendo esta variação quantificada através da determinação de seus coeficientes de digestibilidade aparente, em que a digestibilidade de uma dieta pode ser definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia contida no mesmo (ANDRIGUETO *et al.*, 1982). Segundo Cho (1987), a determinação da digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima é

necessária quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão numa ração completa para peixes.

Segundo Pezzato *et al.*, (2002), nem sempre uma ração com alto teor de proteína promove o melhor desempenho produtivo dos peixes, sendo importante avaliar a qualidade da proteína, determinada principalmente pela sua digestibilidade, ou seja, o quanto dela é absorvida no trato digestório. Estes resultados devem ser considerados na formulação da ração, pois somente a partir de rações com altos coeficientes de digestibilidade será possível se obter melhores respostas para conversão alimentar, maximizar os lucros e minimizar o impacto ambiental causado pelo excesso de alguns nutrientes.

Atualmente, são requeridos estudos adicionais com relação à exigência nutricional de cada espécie e uma adequada formulação da ração. Sem dados precisos de digestibilidade, os nutricionistas de peixes arriscam-se em superdosagens que podem elevar o custo de produção ou em uma subdosagem que pode reduzir a taxa de crescimento e outras medidas de desempenho zootécnico do peixe. Utilizar alimentos altamente digestíveis é importante em condições de cultivo de alta densidade em que o acúmulo de alimentos não digeridos polui a água, aumentando o custo de tratamento, além de elevar a chance de ocorrerem doenças nos peixes, o que pode ocasionar alta mortalidade (ALBERNAZ, 2000; GONÇALVEZ e CARNEIRO, 2003).

Segundo Hepher (1988), a digestão do alimento depende de três fatores principais: o tamanho das partículas, que constituem o alimento ingerido, pelos quais se torna susceptível à ação das enzimas digestivas, a atividade dessas enzimas e o tempo de exposição do alimento ao sistema digestório. Desta forma, o tempo que o alimento demora dentro do tubo gastrintestinal está diretamente ligado a digestibilidade, pois as enzimas necessitam de tempo para atuar sobre os ingredientes e digeri-los.

A digestibilidade é um dos aspectos mais importantes na avaliação dos alimentos quanto a sua eficiência biológica (HANLEY, 1987; SADIKU e JAUNCEY, 1995; DEGANI *et al.*, 1997). A assimilação dos nutrientes pelo organismo animal também depende de vários outros fatores, tais como: a espécie, condições ambientais, temperatura da água, peso e tamanho corporal, quantidade e qualidade do nutriente, proporção relativa a outros nutrientes, nível de arraçoamento e processamento dos ingredientes, entre outros (HIQUERA, 1987).

Ao se administrar níveis de nutrientes muito acima dos requerimentos de cada espécie, também se reduz os índices de digestibilidade aparente e consequente

aproveitamento dos ingredientes de uma dieta. Segundo Singh e Singh (1992) e Vidotti *et al.* (2000), ocorre redução da digestibilidade da proteína da dieta, quando são fornecidos níveis de proteína acima da exigência desta espécie. Henken *et al.* (1985) observaram que, ao se elevar a taxa de arraçoamento de 1,3 para 6,6%, ocorreu redução no coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína pelo catfish (*Clarias galiepinus*).

Características ambientais, como o oxigênio dissolvido na água e temperatura, são fatores que afetam o metabolismo do peixe. Em águas com níveis de oxigênio dissolvido abaixo da faixa ótima, alguns peixes reduzem a ingestão de alimento e a digestibilidade dos nutrientes é diminuída (BALDISSEROTTO, 2002). A temperatura da água afeta a capacidade de digestão e de absorção em peixes, sendo esta característica ambiental uma das causas do elevado coeficiente de variação dos ensaios de digestibilidade em teleósteos (VIDAL Jr *et al.*, 2004). Todos estes fatores atuam num sinergismo sobre os resultados de digestibilidade dos alimentos, dificultando ainda mais o estabelecimento de padrões na alimentação dos peixes.

## 2.5- MÉTODOS DE COLETA DE FEZES

A determinação da digestibilidade dos nutrientes em peixes tem sido realizada em ensaios de digestibilidade, semelhantes aos realizados com outros monogástricos, envolvendo a determinação do teor de um nutriente no alimento e a estimativa de quanto desse nutriente foi assimilado pelo animal, calculado através da quantidade de nutriente excretado nas fezes (CASTAGNOLLI, 1979).

O ambiente aquático dificulta a separação das fezes dos peixes da água e a mensuração do consumo de alimento, além de facilitar a contaminação da dieta que não foi digerida (SALLUM *et al.*, 2002; VIDAL Jr, 2000). Devido a esses problemas, torna-se necessário o uso de técnicas distintas das utilizadas para medir a digestibilidade em animais de hábitos terrestres.

Segundo Abimorad e Carneiro (2004), os pesquisadores da área de nutrição de peixes vêm utilizando várias metodologias para coleta de fezes em peixes (dissecação intestinal, extrusão manual, sucção anal, pipetagem imediata na água, filtração contínua

de água e decantação das fezes), com o intuito de averiguar as mais adequadas para padronização.

O uso de um método de coleta de fezes adequado para os estudos de digestibilidade em peixes é indispensável para que se obtenha precisão nos resultados (AUSTRENG, 1978). O emprego de algumas metodologias, além de provocar estresse nos animais em função do manuseio constante nos métodos de pressão abdominal, sucção anal, contenção em câmara metabólica ou alimentação forçada, pode acarretar outros problemas, como lixiviação de nutrientes e de energia na água e contaminação das fezes por tecidos e/ou substâncias do próprio animal, mascarando os valores obtidos (SALLUM, 2000).

Os métodos para determinar os coeficientes de digestibilidade podem ser classificados em diretos e indiretos. O método indireto envolve o uso de um marcador inerte, como o óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), por exemplo, o qual é incluído na dieta em concentrações de 0,1 a 1,0%, sendo este marcador o mais comumente utilizado em estudos de digestibilidade. Considera-se que a quantidade do marcador no alimento e nas fezes permaneça constante durante o período experimental e que todo o marcador ingerido aparecerá nas fezes. Este método elimina a necessidade de coletar toda a excreta e permite que os peixes comam à vontade (NRC, 1993).

O método direto considera todo o alimento consumido e quantidade de fezes resultantes, sendo que a medida do coeficiente de digestibilidade é dada pela diferença da quantidade de nutrientes ingeridos e excretados pelas fezes (NRC, 1993). Independentemente do método de coleta utilizado, a coleta de fezes é a atividade que exige a maior atenção e precisão em experimentos de digestibilidade.

No método de dissecação intestinal, os peixes são sacrificados e abertos lateralmente, para retirada do conteúdo fecal presente no reto. Austreng (1978) relatou que, durante a dissecação do peixe, poderiam ocorrer pressão e injúrias nas vísceras, provocando, dessa forma, adição de nitrogênio endógeno (muco e células epiteliais) às fezes, diminuindo os valores de digestibilidade da proteína.

Outro método é a extrusão manual, em que cada peixe é submetido a massagens na região abdominal, das nadadeiras ventrais em direção ao ânus, para a coleta das fezes. Sullivan e Reigh (1995) afirmam que o método de extrusão manual evita o contato das fezes com a água, tornando-o mais preciso que os demais. Abimorad e Carneiro (2004) constataram que este método apresentou menor desvio-padrão das médias do coeficiente de digestibilidade comparados a outros métodos de coleta de

fezes, sem haver necessidade de sacrificar os animais. Entretanto, Abimorad e Carneiro (2004), estudando o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), um animal relativamente grande e que produz grande quantidade de fezes, também tiveram dificuldades para obterem quantidades mínimas de fezes necessárias para as análises laboratoriais, em duplicata, através dos métodos da dissecação intestinal e extrusão manual.

No método onde é utilizado o sistema de Guelph, que se usam aquários cilíndricos de fundo cônico, as fezes decantam e ficam depositadas na extremidade inferior de uma coluna de água, até o momento da coleta (ABIMORAD e CARNEIRO, 2004). Segundo Spyridakis *et al.* (1989), há tendência de os métodos que utilizam material fecal naturalmente evacuado na água apresentarem valores maiores de digestibilidade, em razão da lixiviação de nutrientes na água, como se essa fração de nutriente tivesse sido aproveitada pelo peixe.

Entretanto, o método de Guelph pode apresentar valores de digestibilidade menores, em decorrência de dois prováveis motivos: primeiro, de acordo com Abimorad e Carneiro (2004), pela contaminação do material fecal, considerando-se que pequena quantidade de escamas e muco pode se juntar às fezes, nos tubos coletores; segundo, também seria possível, de acordo com Jones e De Silva (1997), que, juntamente com a inevitável perda de proteína, também pode ocorrer lixiviação de pequena parte do óxido de cromo, diminuindo ainda mais o valor da digestibilidade, através dos métodos indiretos.

Desta forma, Spyridakis *et al.* (1989) concluíram que o método de coleta total de fezes com sistema de decantação é o mais apropriado para trabalhos com digestibilidade para peixes, pois não há manipulação dos peixes, não provocando estresse, e as fezes coletadas automaticamente, à medida que são evacuadas, podendo-se evitar, assim, a lixiviação, reduzindo-se o tempo de exposição das fezes à água.

## 2.6- EFEITOS DO INTERVALO DE COLETA DE FEZES EM ANÁLISES DE DIGESTIBILIDADE

Como discutido por Souza (1989), a maior dificuldade da aplicação dos métodos tradicionais de determinação da digestibilidade é a lixiviação do alimento, das fezes e

dos indicadores na água, o que resulta em imprecisões no cálculo dos coeficientes de digestibilidade.

No estudo do desenvolvimento de técnicas para determinação da digestibilidade dos nutrientes para peixes, tem-se percebido que a minimização da lixiviação das fezes tem sido a maior preocupação. A lixiviação é maior na primeira hora em contato com a água e é diretamente proporcional à temperatura e ao fluxo de água (WINDELL *et al.*, 1978).

Abimorad e Carneiro (2004) observaram que as médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína da dieta para os diferentes intervalos das coletas de fezes tiveram aumento com o avanço do intervalo das coletas, indicando que possivelmente ocorreram pequenas perdas de nutrientes por lixiviação. De outra forma, os valores médios sugerem que, nos sistemas de decantação de fezes, o intervalo das coletas pode ser em torno de 30 minutos, para evitar-se a lixiviação do nutriente e a superestimativa dos valores de digestibilidade.

Mouriño e De Stéfani (2006) observaram que não houve diferença significativa nos valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta para fezes coletadas em intervalos de trinta minutos ou quatro horas, através do método por decantação, mas foi possível observar que houve uma tendência de aumento no valor da digestibilidade com o aumento no intervalo de tempo de coleta, indicando a ocorrência de pequenas perdas de nutrientes por lixiviação. Eles compararam os resultados obtidos neste método com o método de dissecação, onde o tempo de lixiviação é zero, e encontraram diferença significativa, sugerindo, assim, um intervalo de tempo de coleta inferior a trinta minutos para tentar diminuir ao máximo a perda de nutrientes e superestimar os valores de coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta.

## 2.7- PROBLEMAS COM O USO DE ÓXIDO DE CROMO EM ESTUDOS DE DIGESTIBILIDADE

O uso da coleta total das fezes nos estudos de digestibilidade em peixes é incentivado em função de diversos problemas na utilização de marcadores, na coleta e análise indireta. Os marcadores utilizados em estudos de digestibilidade devem permitir incorporação à dieta de forma homogênea e possibilitar análise segura; ser indigerível e

não afetar o metabolismo do animal; apresentar uma taxa de passagem através do intestino similar ao dos nutrientes; ser higiênico e não causar danos ao ser humano e ao meio ambiente (GODDARD e McLEAN, 2001; AUSTRENG *et al.*, 2000). Porém, existem inúmeras críticas no uso do óxido de cromo para estudo de digestibilidade em peixes. Urbinati *et al.* (1998) observaram que o óxido de cromo causa aumento na eficiência de utilização dos carboidratos. Shiau e Lin (1993), trabalhando com híbridos de tilápia, demonstraram que a utilização de carboidratos pela espécie é afetada pelo uso do cromo presente na dieta, indicando que este elemento não é totalmente inerte para os peixes. Shiau e Liang (1995) verificaram que o óxido de cromo também pode ser absorvido em pequenas concentrações pelos tecidos intestinais. Nath e Kumar (1987, 1988) observaram intoxicação por óxido de cromo em *Colisa fasciatus*, onde os peixes apresentavam lesões nas brânquias e nos tecidos reprodutivos, produção excessiva de muco (epitelial) e aumento do lactato no sangue, indicando uma situação de estresse fisiológico.

Segundo Hanley (1987), o óxido de cromo pode se separar parcialmente da dieta durante a ingestão e passagem pelo trato gastrointestinal de tilápias. Em peixes, segundo Lied *et al.* (1982), o óxido de cromo não satisfaz os critérios para ser utilizado como indicador nos estudos de digestibilidade, porque, na maioria das vezes, não pode ser totalmente recuperado nas fezes e necessita ser incluído em altas concentrações (0,5 a 1,0 % da dieta) para conduzir a resultados homogêneos, prejudicando a absorção e metabolismo dos nutrientes em peixes, além de prejudicar a palatabilidade do alimento.

Shiau e Liang (1995), utilizando tilápias, verificaram que os coeficientes de digestibilidade determinados em dietas contendo 0,5 % de óxido de cromo foram inferiores aos determinados com 2 % de óxido de cromo, sugerindo que este composto tenha influência no processo de digestão, alterando os valores dos coeficientes de digestibilidade.

Ringo (1993) verificou que o uso de 1% de óxido de cromo na dieta de *Salvelinus alpinus* reduziu a concentração de gordura nas fezes e alterou a flora bacteriana do intestino desta espécie. Oliveira (2003) comenta que a aceitabilidade do alimento pode ser influenciada pela sua coloração e como o óxido de cromo torna o alimento verde, isto pode afetar o consumo do mesmo.

Outros indicadores externos, principalmente óxidos de metais trivalentes, têm sido utilizados em ensaios de digestibilidade com peixes, destacando-se o ítrio, o itérbio, o disprósio e o lantânio (AUSTRENG *et al.*, 2000; NORDRUM *et al.*, 2000).

Outros compostos, como o ferrito de magnésio (ELLIS e SMITH, 1984) e carbonato de bário (RICHE *et al.*, 1995), têm sido utilizados, mas também apresentaram problemas similares.

Desta forma, embora mais trabalhoso, o método de coleta total das fezes para as análises bromatológicas tem demonstrado ser a forma com menor variação dos resultados e interferências externas nos valores de digestibilidade dos alimentos testados.

## 2.8- PRINCIPAIS INGREDIENTES UTILIZADOS NA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES

Diversos alimentos são utilizados na formulação de rações para peixes de água doce. Os principais são: farelo de soja, farelo de trigo, farelo de milho e as farinhas de peixe e de carne e ossos (PEZZATO, 1995).

Chong *et al.* (2002) avaliaram a digestibilidade da matéria seca e da proteína de alguns ingredientes (entre eles a farinha de peixe, farelo de soja e farelo de trigo) pelo acará disco (*Simphysodon aequifasciata*), usando métodos *in vivo* e *in vitro*. Os resultados demonstraram que a farinha de peixe possui alta digestibilidade da matéria seca (67,22 – 87,52%) e da proteína (76,8 – 91,18%). Também foi observado que os gêneros alimentícios de origem animal, exceto a farinha de aves, possuem melhor digestibilidade da matéria seca do que os de origem vegetal.

Da Silva *et al.* (1991), em experimento realizado com tilápia vermelha (onívora), testaram o efeito de quatro níveis de lipídeos (6, 12, 18 e 24%) e três níveis de proteína bruta (15, 20 e 30%) e verificaram que, em níveis superiores a 12% de lipídeos, ocorre redução da digestibilidade da proteína.

A fibra bruta interfere na digestibilidade aparente dos nutrientes das rações, devido ao fato de esta alterar a taxa de utilização destes, por modificar o tempo de esvaziamento gástrico, por agir na motilidade e trânsito intestinal, por atuar na atividade das enzimas digestivas, pela captação de micelas de lipídios e, graças à sua interação, com a superfície da parede intestinal, interferir na absorção dos nutrientes (LANNA *et al.*, 2004). Garcia (1998), trabalhando com diferentes níveis de fibra (5; 7; 8 e 9%) na

dieta da piracanjuba, observou que os teores mais elevados resultaram em piores coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta.

### **2.8.1- Farelo de milho**

O milho é um alimento energético, com teor de proteína bruta ao redor de 8 a 13%, com deficiência em lisina e, parcialmente, em metionina (ANDRIGUETTO, 2002). Em peixes, entretanto, a sua digestibilidade varia conforme a capacidade de digestão das diferentes espécies (HALVER e HARDY, 2002). Os peixes onívoros, em relação aos carnívoros, digerem melhor os ingredientes energéticos (ZAVALA-CAMIM, 1996).

Segundo relatado por Polese, (2008), dentre os ingredientes utilizados nas formulações de ração, o milho tem participado normalmente com 60 a 70% da composição total da ração dos animais monogástricos. Acredita-se que uma das formas possíveis de melhor viabilizar o setor possa ser por meio da geração de informações mais precisas sobre o grau de moagem do milho, que permitiria a escolha da granulometria que proporcionasse o melhor aproveitamento dos nutrientes (ZANOTTO, 1995).

O milho é classificado, no Brasil, como tipos 1, 2 e 3, de acordo com o grau de impurezas, e nos Estados Unidos, de tipos 1 a 5. Tem-se observado que, nas fábricas de ração, muitas vezes encontram-se disponíveis apenas grãos de qualidade ruim ou duvidosa, como o tipo 3, devendo-se proceder à correção nutricional da ração, que, em muitos casos, não é efetuada (POLESE, 2008).

Danos mecânicos nos grãos podem ocorrer durante o transporte, na limpeza, secagem e colheita e dão origem à produção de grãos quebrados, partidos e trincados, que aumentam quanto menores forem os teores de umidade dos grãos. Grãos quebrados possuem 90 kcal de EM/kg a menos em relação aos grãos inteiros, havendo diferenças significativas entre conteúdo de proteína do grão inteiro em relação aos grãos quebrados (PUZZI, 1986).

Altos teores de carboidratos, principalmente o amido, proteínas e ácidos graxos, fazem do milho importante produto comercial, que, em condições inadequadas de armazenamento, pode sofrer perdas no valor quantitativo e qualitativo, devido

principalmente ao ataque de pragas e fungos, desde o campo até a época de consumo (LOPES *et al.*, 1988).

### **2.8.2- Farelo de trigo**

O farelo de trigo é o mais abundante subproduto da moenda de grãos e consiste em um recurso alimentar renovável e pouco explorado (BEAUGRAND *et al.*, 2004). Segundo Rostagno *et al.* (2005), apresenta boa concentração de proteína (15,5%) na matéria natural, entretanto, sua adição na dieta é limitada pela alta concentração de fibra (9,66%), com base na MS. De acordo com Maes *et al.* (2004), os principais polissacarídeos não-amídicos (PNA) presentes no farelo de trigo são as arabinoxilanas (36,5%), mas contêm também celulose (11%), lignina (3 a 10%) e ácidos urônicos (3 a 6%).

As arabinoxilanas do farelo de trigo apresentam a propriedade de reter água e promover maior viscosidade das fezes (SCHOONEVELD-BERGMANS *et al.*, 1999). O aumento da viscosidade da digesta em nível intestinal pode alterar a morfologia e a fisiologia entérica, modificando a taxa de trânsito e desregulando a função hormonal, em virtude de uma variação na absorção de nutrientes. A digestibilidade aparente da proteína, por exemplo, pode ser reduzida pelas arabinoxilanas do farelo de trigo, pela inibição e/ou pelo desarranjo da digestão da proteína ou pela redução da absorção de aminoácidos. A compactação das fezes reduz a área de atuação das enzimas, reduzindo a eficiência digestiva. Também pode resultar em aumento na secreção de proteínas endógenas, derivadas das secreções e de células intestinais e afetar digestibilidade de carboidratos e gorduras (BEDFORD e PARTRIDGE, 2001).

Contudo, o valor nutritivo do farelo vai depender da sua biodisponibilidade e da digestibilidade de seus nutrientes. O teor de fibra total presente no farelo de trigo encontra-se em torno de 47,31%, sendo 86% de fibra insolúvel e cerca de 14% representam as fibras solúveis. Em razão do alto teor de fibras insolúveis no farelo de trigo, os estudos realizados por vários pesquisadores mostram que o seu principal efeito fisiológico é conferir um aumento no volume fecal, uma vez que a maior parte das fibras insolúveis não se degrada e retém água, aumentando o peso fecal úmido e estimulando a evacuação mais rápida (GUTKOSKI e PEDÓ, 2000).

Além disso, segundo Araújo *et al.* (2008), na produção de dietas para animais de cultivo não se deve utilizar concentrações de farelo de trigo acima de 9% da dieta, para não influenciar negativamente a digestibilidade do alimento, uma vez que concentrações abaixo disto não chegam a exercer efeitos negativos na alimentação dos animais.

### **2.8.3- Farelo de soja**

O farelo de soja, um subproduto obtido da indústria de extração do óleo do grão de soja, tem sido a principal fonte protéica de origem vegetal, utilizada na nutrição de animais monogástricos, inclusive para os peixes e, principalmente, para os de hábito alimentar onívoro (PEZZATO, 1995). A proteína do farelo de soja tem o melhor perfil aminoacídico dentre os alimentos protéicos de origem vegetal e possui uma concentração de aminoácidos essenciais, que é adequada às exigências dos peixes, apesar de ser pouco palatável (DAIKIRI, 2009). A soja apresenta alto teor de lisina, em relação aos outros farelos de vegetais, além de conter vitaminas do complexo B e minerais (PEZZATO, 1995).

O teor de proteína bruta do farelo de soja pode variar de 44 a 48%. Ela é razoavelmente equilibrada em aminoácidos essenciais para peixes, com exceção dos baixos níveis de metionina, sendo ótima fonte de lisina, mesmo para um alimento de origem vegetal. A sua digestibilidade aparente é boa, variando de 80 a 95%, não havendo restrições quanto aos níveis máximos de incorporação na alimentação de peixes, embora seu grande empecilho seja a baixa palatabilidade, dificultando seu uso em altas concentrações, principalmente para peixes carnívoros (KUBITZA, 1999).

### **2.8.4- Farinha de peixe**

Dentre os alimentos de origem animal, a farinha de peixe, amplamente empregada na aquicultura, sendo a principal fonte protéica nas dietas para a maioria das espécies cultivadas, é um alimento com alto valor protéico, uma excelente fonte de energia digestível, boa fonte de ácidos graxos essenciais, minerais essenciais, elementos

traços e vitaminas (TACON, 1993; El-SAYED, 1998, 1999). Entretanto, Boscolo *et al.* (2004) relataram existir dificuldades em se conseguir farinhas de boa qualidade no Brasil.

Pelo fato de a farinha de peixe apresentar elevado valor biológico, perfil adequado de aminoácidos essenciais, bons níveis de cálcio e fósforo e vitaminas lipo e hidrossolúveis, é considerada como alimento padrão para ensaios experimentais (LOVELL, 1989; TACON, 1993; PEZZATO, 1995).

Durante o processamento da farinha de peixe, o superaquecimento pode diminuir consideravelmente o valor nutritivo. Da mesma forma, um aquecimento insuficiente do farelo de soja diminui a disponibilidade da proteína (NRC, 1993).

Segundo Francis *et al.* (2001), a substituição da farinha de peixe por fontes alternativas de proteína nas rações foi fortemente recomendada no Segundo Simpósio Internacional de Aquicultura Sustentável realizado em Oslo, Noruega, em 1998. De um modo geral, os ingredientes de origem animal melhoram o valor nutritivo da dieta, por seu balanço em aminoácidos, minerais, vitaminas do complexo B e por suas características sensoriais. Segundo Pezzato (2002), os produtos de origem animal promovem um maior crescimento dos peixes e, portanto, as dietas de máxima eficiência necessitam da presença destes ingredientes como fonte protéica fundamental. No entanto, o resultado desta prática é o alto custo da dieta e do peixe produzido. Pezzato (1995) considera a farinha de peixe um alimento padrão na composição das dietas em função do seu elevado valor biológico: equilíbrio nos níveis de aminoácidos, cálcio, fósforo e vitaminas lipo e hidrossolúveis.

Avaliando o efeito da qualidade da farinha de peixe e do processamento da ração no desempenho do “seabream”, Aksnes *et al.* (1997) encontraram que os valores de digestibilidade não variaram entre as dietas extrusadas produzidas com farinha de peixe de qualidade variada. Porém, a digestibilidade da proteína foi 7% maior em dietas extrusadas quando comparadas às dietas peletizadas.

#### **2.8.5- Farinha de carne e ossos**

Do ponto de vista nutricional, estas farinhas são bastante imprevisíveis devido à grande variação na qualidade das matérias primas e tipo de processamento empregado

na confecção destas farinhas. A matéria-prima utilizada não deve conter pele, pêlos, sangue, fezes e conteúdos estomacais ou ruminais, cascos, unhas e chifres. A contaminação bacteriana das farinhas de carne e ossos pode ser frequente com o uso de material excessivamente deteriorado, podendo por em risco a nutrição e a saúde dos animais que se alimentam dela. Uma boa farinha de carne e ossos apresentam teores de fósforo total acima de 4% e proteína bruta que varia de 38 a 50%, sendo que a digestibilidade de um bom produto deve estar por volta de 80% da matéria seca (KUBITZA, 1999).

A farinha de carne e ossos, além do alto teor de proteína, apresenta um perfil de aminoácidos excelente. Como limitantes, a deficiência em aminoácidos sulfurados e o alto teor de gordura compromete o armazenamento por longo período, além de resultar em maior deposição de gordura na carcaça e vísceras. A combinação de uma fonte de origem animal com uma de origem vegetal apresenta-se como a solução para a obtenção de um alimento completo do ponto de vista nutricional. O balanço correto de aminoácidos fará com que menos destes componentes sejam destinados a desaminação e produção de energia, melhorando o aproveitamento da dieta (BERGAMIN *et al.*, 2007).

## 2.9- TRÂNSITO GASTRINTESTINAL

Um dos fatores que regulam a transformação dos alimentos dentro do tubo digestivo e a absorção dos nutrientes é a velocidade de trânsito dos alimentos. O tempo de retenção dos alimentos também ocorre em função da temperatura de aclimação dos peixes, influenciando igualmente na quantidade de alimento consumido espontaneamente (POSSOMPES *et al.*, 1973 apud DIAS-KOBERSTEIN *et al.*, 2005).

A voracidade ou necessidade de um predador ingerir suas presas é refletida pela capacidade que o indivíduo apresenta de digerir e evacuar o alimento e estão ligadas as suas necessidades energéticas (SAINBURY, 1986 citados por SILVA e ARAÚJO-LIMA, 2003). Na maioria dos peixes o processo de digestão é iniciado no momento em que o alimento entra no estômago. As enzimas digestivas, que são controladas por nervos e sinais hormonais, agem sobre o alimento de acordo com o tempo.

É fundamental o conhecimento prévio do tempo de passagem da digesta pelo tubo digestivo dos peixes para definir o período de coleta de excretas no método empregado nos trabalhos de digestibilidade. Entre os métodos empregados com essa finalidade, pode-se citar a adição de meios de contraste na dieta e a consequente tomada de radiografias sucessivas que evidenciam o deslocamento da digesta no tubo digestivo (TALBOT e HIGGINS, 1983; BARBIERI *et al.*, 1998). Outro método é a observação sequencial da presença de fezes dos peixes em intervalos de tempo definidos (MEURER, 2002). Esses dois métodos dispensam o abate sucessivo dos peixes, porém impossibilitam a determinação precisa do grau de repleção do estômago e intestino dos peixes.

Os fatores abióticos da água e as características físicas e químicas da ração podem influenciar o tempo de passagem do alimento pelo trato digestivo dos peixes (FAUCONNEAU *et al.*, 1983; VAN DER MEER *et al.*, 1997; USMANI e JAFRI, 2002; DIAS-KOBERSTEIN *et al.*, 2005).

O tempo de evacuação gástrica pode ser afetado pelo tipo e tamanho do alimento, tamanho e fisiologia do animal, estresse do ambiente, privação de alimento, ingestão de refeições subsequentes, combinação da composição do alimento, temperatura da água (SILVA e ARAÚJO-LIMA, 2003).

As variáveis que influenciam a taxa de evacuação gástrica dos peixes incluem estágio de vida, temperatura, tamanho corporal, tipo e qualidade do alimento e tamanho e frequência de alimentação. Por evacuação gástrica, entende-se o tempo necessário para o peixe esvaziar completamente seu estômago de alimento (DIAS-KOBERSTEIN *et al.*, 2005).

Barbieri *et al.* (1998) observaram que o curimatá *Prochilodus scrofa* (103,75 g) necessita de pouco tempo para evacuação gástrica e seu completo esvaziamento ocorre depois de seis horas da ingestão de ração.

Venou *et al.* (2003), trabalhando com douradas (*Sparus aurata*), verificaram esvaziamento gástrico 8,5 horas após alimentação com ração extrusada. Hossain *et al.* (1998) verificaram que juvenis do bagre africano, *Clarias Gariepinus* (0,95 g), tiveram o esvaziamento gástrico 32 horas após a alimentação.

Garcia (1998) empregou rações contendo níveis crescentes de fibra bruta (5,0; 7,0; 8,0 e 9,0%) na dieta da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), peso médio de 17,40±3,06 g, concluiu que os teores mais elevados de fibra resultaram em menores tempos médios de permanência da ingesta no sistema digestório.

Também trabalhando com a fibra bruta, Hilton *et al.* (1983), em estudo realizado com trutas arco-íris (*Salmo gairdneri*), peso médio de  $5,30 \pm 0,20$ g, observaram que rações com altos teores de fibra bruta resultaram em decréscimo no esvaziamento gástrico, em decorrência de menor ingestão e digestibilidade de todos os nutrientes. Zanoni (1996) testou quatro níveis de fibra bruta (3, 5, 7 e 9%) na dieta de juvenis de pacus e observou que o nível mais elevado aumentou a velocidade de trânsito gastrointestinal, além de melhorar os resultados de ganho de peso, eficiência alimentar e conversão alimentar.

Lanna *et al.* (2004) constataram que o aumento do teor de fibra bruta (FB) na dieta de juvenis de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), pesando  $30,65 \pm 0,50$ g, diminui o tempo de trânsito gastrointestinal e observaram que os níveis de 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 e 12,5% FB apresentaram, respectivamente, 13,5; 12,7; 11,8; 11,4 e 9,9 horas de tempo de trânsito gastrointestinal.

O mesmo efeito não foi observado por Silva *et al.* (2003), os quais verificaram que dietas contendo diferentes teores de fibra bruta (de 2,3% a 21,2% de FB), apresentaram a mesma velocidade de trânsito no trato gastrointestinal de tambaquis *Colossoma macropomum* ( $1627 \pm 112,8$ g), indicando que a fibra bruta não tem influência no tempo de passagem pelo trato gastrointestinal desta espécie.

A temperatura é o principal fator abiótico que influencia na taxa de metabolismo em peixes, atingindo diretamente o consumo de alimento e o processo digestivo. Está correlacionada positivamente, considerando-se a faixa de conforto térmico do peixe com a taxa de consumo diário de diferentes tamanhos de presas, afetando também as taxas de alimentação, a atividade hidrolítica das enzimas digestivas e as taxas de absorção intestinal (SMITH, 1989).

A temperatura age controlando o metabolismo dos peixes, interferindo no processo digestivo e tendo também importante efeito na entrada e saída de alimento (PANDIAN e VIVIKANANDAN, 1985, citados por SILVA e ARAÚJO-LIMA, 2003). O aumento da temperatura diminui o tempo de permanência do alimento no trato gastrointestinal dos peixes (FAUCONNEAU *et al.*, 1983).

Segundo Kolok e Rondorf (1987), citados por Dias-Koberstein *et al.* (2005), a taxa de evacuação gástrica estimada em experimentos de laboratório com salmão chinook juvenil, *Oncorhynchus tshawytscha* foi influenciada pela temperatura e alimento consumido.

Dias-Koberstein *et al.* (2005) verificaram que os valores de tempo de trânsito gastrointestinal em pacus foram acentuadamente influenciados pelas temperaturas, com médias de 36 e 14 horas para 23°C e 27°C, respectivamente, e a digestão do alimento foi mais lenta e gradual em 23°C do que em 27°C, que alcançou menores índices de repleção.

Carneiro *et al.* (1990) também trabalharam com a influência da temperatura no tempo de passagem em pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e verificaram que para 24°C, 28°C e 32°C, os tempos de passagem são de 34,5; 11,7 e 13,6 horas, respectivamente.

O processamento e tamanho da partícula da dieta influenciam a taxa de esvaziamento estomacal e o crescimento dos peixes como demonstraram Venou *et al.* (2003) para *Sparus aurata* e Silva *et al.* (2003) para *Colossoma macropomum*. Tyler (1970) e Elliot (1972) apud Silva e Araújo-Lima (2003) observaram que a qualidade e a superfície do alimento podem influenciar na seleção e nos modelos que descrevem o esvaziamento estomacal, bem como na digestão do alimento.

De acordo com Silva e Araújo-Lima (2003), a taxa de evacuação gástrica em peixes depende de fatores ambientais, como a temperatura, e nutricionais, como o tipo e qualidade do alimento. Os mesmos autores afirmam que o aumento na temperatura leva a um aumento na digestão e verificaram que a temperatura influenciou na taxa de evacuação gástrica, acelerando o tempo de passagem dos alimentos ingeridos pela piranha caju, *Pygocentrus nattereri*.

Marques *et al.* (1993) verificaram que a evacuação gástrica até 10% do conteúdo inicial em *Pseudoplatystoma corruscans* ocorre em aproximadamente 15 horas. Já para *Cichla monoculus* a evacuação gástrica de até 10% ocorre em 16 horas (Rabelo, 1999). Peixes de regiões temperadas como *Salmo trutta*, *Perca fluviatilis* e *Sebastes melanops*, possuem evacuação gástrica em até 76 horas (FANGE e GROVE, 1979; PERSSON, 1979; BRODEUR, 1984).

## 2.10- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Fecal collection methods and determination of crude protein and of gross energy digestibility coefficients of feedstuffs for pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1101-1109, 2004.
- ALBERNAZ, N. D. S. **Efeito do processamento da ração sobre os valores de digestibilidade aparente dos nutrientes para Piau Verdadeiro (*Leporinus elongatus* Cuv & Val, 1864)**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. 54p. Dissertação de Mestrado em Zootecnia - Universidade Federal de Lavras, 2000.
- ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. *et al.* **Nutrição animal**. Paraná: Nobel, v.1. 395p 1982.
- ANDRIGUETTO, J. M. **As bases e os fundamentos da nutrição animal: os alimentos**. São Paulo, Nobel, 395 p., 2002.
- ARAÚJO, D. M.; SILVA, J. H. V.; ARAÚJO, J. A. *et al.* Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.67-72, 2008.
- AKSNES, A.; IZQUIERDO, M. S.; ROBAINA, L. *et al.* Influence of fish meal quality and feed pellet on growth, feed efficiency and muscle composition in gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, v.153, p.251-261, 1997.
- AUSTRENG, E. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of from different segments of the gastrointestinal tract. **Aquaculture**, Amsterdam, v.13, p.265-272, 1978.
- AUSTRENG, E.; STOREBAKKEN, T.; THOMASSEN, M. S. *et al.* Evaluation of selected trivalent metal oxides as inert markers used to estimate apparent digestibility in salmonids. **Aquaculture**, v.188, p.65-78, 2000.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM. RG. 212p, 2002.
- BARBIERI, R. L.; LEITE, R. G.; STERMANN, F. A. *et al.* Food passage time through the alimentary tract of a brazilian teleost fish, *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881) using radiography. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.35, p.32-36. 1998.

- BEAUGRAND, J.; CRÔNIER, D.; DEBEIRE, P. *et al.* Arabinoxylan and hydroxycinnamate content of wheat bran in relation to endoxylanase susceptibility. **Journal of Cereal Science**, v.40, p.223-230, 2004.
- BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm animal nutrition.** **Marlborough:** CABI Publishing - Finnfeeds International, p.432. 2001.
- BERGAMIN, G. T.; VEIVERBERG, C. A.; NETO, J. R. *et al.* Utilização do farelo de soja na alimentação de juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*). **SBZ.** Jaboticabal. 2007.
- BORGHETTI, N. R. B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. **Aquicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo – GIA:** Grupo Integrado de Aquicultura e estudos ambientais, Curitiba, PR. 128p. 2003.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. *et al.* Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduos da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.8-13, 2004.
- BRODEUR, R. D. Gastric evacuation rates for two foods in the black rockfish *Sebastes melanops* Girard. **Journal of Fish Biology**, v.24: p.287-298. 1984.
- BUREAU, D. P.; KAUSHIK, S. J.; CHO, C. Y. Bioenergetics. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. **Fish nutrition.** USA: Academic Pres. p.1-59, 2002.
- CAMARGO, S. G. O.; POUHEY, J. L. O. F. Aquicultura - um mercado em expansão. **Revista brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 393-396, 2005
- CAMARGO, J. B.; RADÜNZ NETO, J.; EMANUELLI, T. *et al.* Cultivo de alevinos de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) alimentados com ração e forragens cultivadas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12 n.2, p.211-215, 2006.
- CARNEIRO, D. J. Efeito da temperatura na exigência de proteína e energia em dietas para alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG, 1887). São Carlos, SP: UFSCAR, 1990. 55p. **Tese de Doutorado em Ecologia-** Universidade Federal de São Carlos, 1990.
- CASTAGNOLLI, N. **Fundamentos de nutrição de peixes.** Jaboticabal: Livro Ceres. 107p. 1979.
- CASTAGNOLLI, N. Status of Aquaculture in Brazil. **World Aquaculture**, v. 26, n. 4, p. 35-39, 1995.

- CERQUEIRA, V. R. **Cultivo do robalo. Aspectos da reprodução, larvicultura e engorda.** Florianópolis: UFSC. do autor, 2002.
- CHO, C. Y. La energía en la nutrición de los peces. In: MONTEROS, J. E. de los; LABARTA, U. (Ed.). **Nutrición en acuicultura II.** Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, p.197-243. 1987.
- COLE, B.; TAMARU, C. S.; BAILEY, R.; *et al.* **A manual for commercial production of the gourami, *Trichogaster trichopterus*, a temporary paired spawner.** Center for Tropical and Subtropical Aquaculture, n°. 135, 37p. 1999.
- CHAPMAN, F. A.; FITZ-COY, S. A.; THUNBERG, E. M. *et al.* United States of America trade in ornamental fish. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.28, n.1, p.1-10, 1997.
- CHONG, A. S. C.; HASHIM, R.; ALI, A. B. Assessment of dry matter and protein digestibilities of selected raw ingredients by discus fish (*Symphysodon aequifasciata*) using in vivo and in vitro methods. **Aquaculture Nutrition**, v.8, p.229-238, 2002.
- CONROY, D. A. An evaluation of the present state of world trade in ornamental fish. **FAO Fisheries Technical Paper**, n.146, 128p. 1975.
- COSTA, M. L. Produção de juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) alimentados com capim teosinto e suplementados com diferentes taxas de arraçoamento. Santa Maria – RS. **Dissertação de Mestrado.** Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria. 42p. 2006.
- Da SILVA, S. S.; GUNASEKERA, R. M.; SHIM, K. M. Interactions of varying dietary protein and lipid levels in young red tilapia: evidence of protein sparing. **Aquaculture**, 95. p.305-318. 1991.
- DAIKIRI, J. K. Exigências em aminoácidos e farelo de soja na nutrição de juvenis de dourado *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816). **Tese de doutorado em Agronomia ESALQ/USP**, Piracicaba. 137p. 2009.
- De SILVA, S. S. Evaluation of the use of internal and external markers in digestibility studies. In **Finfish nutrition in Asia, methodological approaches to research and development.** ed. Ottawa, International Development Research Centre. 154p. 1985.
- DEGANI, G. The Effect of Temperature, Light, Fish Size and Container Size on Breeding of *Trichogaster trichopterus*. **Bamidgeh**, v.41, n 2: p. 67-73. 1989.
- DEGANI, G. Effect of Different Diets and Water Quality on the Growth of the Larvae of *Trichogaster trichopterus* (B&S 1801). **Aquacult. Engin.** V. 9: p. 367-375. 1990.

- DEGANI, G., BOKER, R., GAL, E., *et al.* Male Control of Reproduction in Female (Asynchronous Multi-Spawning) *Trichogaster trichoptertus* (Pallas, 1797). **Bamidgeh**, v. 44, n. 4: 132p. 1992.
- DEGANI, G.; VIOLA, S.; YEHUDA, M. Apparent digestibility coefficient of protein sources for carp (*Cyprinus carpio*). **Aquaculture Research**, v.28, p.23-28, 1997.
- DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R.; CARNEIRO, D. J.; URBINATI, E. C. Tempo de trânsito gastrintestinal e esvaziamento gástrico do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes temperaturas de cultivo. **Acta Scientiarum: Animal Science**, v.27, p.413-417. 2005.
- EL-SAYED, A. F. M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquacult. Res.**, Oxford, v.179, p.149-168,1999.
- EL-SAYED, A. F. M. Total replacement of fishmeal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L), feeds. **Aquacult. Res.**, Oxford, v.29, n.4, p.275-280, 1998.
- ELLIS, R. W. e SMITH, R. R. Determining fat digestibility in trout using a metabolic chamber. *The Progressive Fish-culturist*, **Bethesda**, v. 46, n. 2, p. 116-119. 1984.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Aqüicultura e Atividade Pesqueira, 2004. Disponível em<<http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=aquic>> Acesso em 18/10/2009.
- FANGE, R.; GROVE, D. J. Digestion. In: Hoar, W.S. Randall, D. J. & Brett, J. R. (eds). **Fish Physiology VIII**. London: Acad. Press, 1979. p. 61 -260. 1979.
- FRANCIS, G.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**, Amsterdam, 199: 197-227. 2001.
- GEISLER, R.; SCHMIDT, G.W. e SOOKVIBUL, S. Diversity and Biomass of Fishes in Three Typical Streams in Thailand. **Int. Revue ges Hydrobiol.** 64(5): 673-697. 1979.
- FAO. The state of world fisheries and aquaculture - overview. **INFOFISH Internacional**, Kuala Lumpur, v.5, p. 17-20, 1997.
- FAO. Inland Water Resources and Aquaculture Service. Review of the state of world aquaculture. **FAO Fisheries Circular**, n. 886, Rev.2. Rome, FAO. 95p. 2003.

- FAUCONNEAU, B.; CHOUBERT, G.; BLANC, D. *et al.* Influence of environmental temperature on flow rate of foodstuffs through the gastrointestinal tract of rainbow trout. **Aquaculture**, v.34, p.27-39. 1983.
- GARCIA, R. E. Fibra bruta no desempenho produtivo, digestibilidade aparente, trânsito gastrointestinal e morfologia do epitélio intestinal da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1998. 55p. **Tese de Doutorado em Aquicultura** – Universidade Estadual Paulista, 1998.
- GONÇALVES E. G.; CARNEIRO D. J. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). **R. Bras. Zootec.** vol.32,n.4. Viçosa.2003
- GODDARD, J. S.; McLEAN, E. Acid-insoluble ash as an inert reference material for digestibility studies in tilapia, *Oreochromis aureus*. **Aquaculture** 194, 93-98, 2001.
- GUTKOSKI, L. C.; PEDÓ, I. **Aveia: composição química, valor nutricional e processamento**. São Paulo: Varela, 191 p. 2000.
- HALVER, J. E.; HARDY, R. W. Nutrient flow and retention In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Eds.) **Fish nutrition. 3.ed.** San Diego: Elsevier Science, p.756-769. 2002.
- HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs and effects of feeding selectivity and digestibility determinations in tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 66, p. 163-179, 1987.
- HENKEN, A. M.; KLEINGELD, D. W.; TIJSSEN, P. A. T. The effect of feeding level on apparent digestibility of dietary dry matter, crude protein and gross energy in the African catfish (*Claris gariepinus*). **Aquaculture**, v.51, p.1-11, 1985.
- HEPHER, B. **Nutrition of pond fishes**. Cambridge: Cambridge University Press, 386p. 1988.
- HIQUERA, M. de la. Diseños y métodos experimentales de evaluación de dietas. In: MONTEROS, J. E. de los, LABARTA, M. (Ed.). **Nutrición en Acuicultura II**. Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, p. 291-318. 1987.
- HOLLMANN, J.; LINDHAUER, M. G. Pilot-scale isolation of glucuronarabinoxylans from wheat bran. **Carbohydrate Polymers**, v.59, p.225-230, 2005.
- HOSSAIN, M. A. R.; HAYLOR, G. S.; BEVERIDGE, M. C. M. An evaluation of radiography in studies of gastric evacuation in African catfish fingerlings. **Aquaculture International**, v.6, p.379-385. 1998.

- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais, 2003. Estatística da Pesca – Ano de 2001. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/recursospesqueiros/downloads/estati2001.zip>. Acesso em 15 julho de 2009.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais, 2004. Estatística da Pesca – Ano de 2002. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/recursospesqueiros/downloads/estati2002.zip>. Acesso em 15 julho de 2009.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais, 2007. Estatística da Pesca – Ano de 2005. Disponível em: [http://siscom.ibama.gov.br/licenciamento\\_ambiental/Belo%20Monte/Volume%2019%20-%20RELATORIOS%20MPEG%20ICTIOFAUNA/TEXTO/RELAT%C3%93RIO%20FINAL%20ICTIOFAUNA%20E%20PESCA%20V7.pdf](http://siscom.ibama.gov.br/licenciamento_ambiental/Belo%20Monte/Volume%2019%20-%20RELATORIOS%20MPEG%20ICTIOFAUNA/TEXTO/RELAT%C3%93RIO%20FINAL%20ICTIOFAUNA%20E%20PESCA%20V7.pdf). Acesso em 10 maio de 2010.
- IBGE. Dados estatísticos do Brasil. 2001a. Disponível em: <http://www.1.ibge.gov.br/ibge/estatística/indicadores/agropecuário/ispa.htm> Acesso em: 15 julho de 2009.
- IBGE. Dados estatísticos do Brasil. 2001b. Disponível em <http://www.1.ibge.gov.br/ibge/estatística/população/censo2000-sinopse/pesquisa.htm> Acesso em: 15 julho de 2009.
- IGARASHI, M. A. **Aspectos do potencial da aquicultura no Brasil e no Mundo.** Fortaleza: Edição SEBRAE: p. 45. 1997.
- JONES, P. L.; DE SILVA, S. S. Apparent nutrient digestibility of formulated diets by the Australian freshwater crayfish *Cherax destructor* Clark (Decapoda, Parastacidae). **Aquaculture Research**, v.28, n.11, p.881-891, 1997
- KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados.** 3 ed., ver., amp.- Jundiaí: F. Kubitza. 123p. 1999.
- LANNA, E. A. T.; PEZZATO, L. E.; CECON, P. R. *et al.* Digestibilidade aparente e trânsito gastrintestinal em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da fibra bruta da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2186-2192, 2004.
- LIED, E.; JULSHAMN, K.; BRAEKKAN, O. R. Determination of protein digestibility in atlantic cod (*Gadus morhua*) with internal and external indicators. **Canadian Fisheries Aquaculture Science**, v.39, n.6, p.854-861. 1982.

- LIMA, A. O.; BERNARDINO, G.; PROENÇA, C. E. M. Agronegócio de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. **Panorama da Aquicultura**, v.11, n.65, p.14-24, 2001.
- LOPES, D. C., FONTES, R. A., DONZELE, J. L. Perda de peso e mudanças na composição química do milho (*Zea mays*, L.) devido ao carunchamento. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.17, n.4: p.367-71. 1988.
- MAES, C.; VANGENEUGDEN, B.; DELCOUR, J. A. Relative activity of two endoxylanases towards water-unextractable arabinoxylans in wheat bran. **Journal of Cereal Science**, v.39, p.181-186, 2004.
- MARQUES, E. E.; AGOSTINHO, A. A.; SAMPAIO, A. A.; *et al.* Alimentação, Evacuação gástrica e Cronologia da digestão de jovens de Pintado *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes, Pimelodidae) e suas relações com a temperatura ambiente. **Revista Unimar**. 14: 207-221. 1993.
- MELO, J. F. B. Digestão e metabolismo de jundiá *Rhamdia quelen* submetidos a diferentes regimes alimentares. São Carlos, **Tese de Doutorado**. Pós-graduação em Ciências Fisiológicas, Universidade Federal de São Carlos. 80 p. 2004.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; *et al.* Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.566-573. 2002.
- MILLS, D. **Peixes de aquário**. Tradução Bazán Tecnologia e Linguística, Michele Casquillo, Rio de Janeiro-RJ: Ediouro, 304 p. 1998.
- MORALES, A. E.; CARDENETE, G.; SANZ, A. *et al.* 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.
- MOURIÑO, J. L. P.; STÉFANI, M. V. Avaliação de métodos de alimentação e coleta de fezes para determinação da digestibilidade protéica em rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Ciência Rural**, v.36, n.3, p.954-958, 2006.
- NATH, K.; KUMAR, N. Effect of hexavalent chromium on the carbohydrate metabolism of a freshwater tropical teleost *Colisa fasciatus*. **Bulletin Institute Zoology Academy Science**, v.26, n.2, p.245-248, 1987.
- NATH, K.; KUMAR, N. Hexavalent chromium: toxicity and its impact on certain aspects of carbohydrate metabolism of a freshwater tropical teleost *Colisa fasciatus*. **Science Total Environment**, v.72, n.1, p.175-181, 1988.

- NOMURA, H. (1978). **Aqüicultura e biologia dos peixes**. Ed. Nobel. São Paulo: p. 200.
- NORDRUM, S.; KROGDAHL, A.; ROSJO, C. *et al.* Effects of methionine, cysteine and medium chain triglycerides on nutrient digestibility, absorption of amino acids along the intestinal tract and nutrient retention in atlantic salmon (*Salmo salar* L.) under pair-feeding regime. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 186, p. 341-360. 2000.
- NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of fish**. Washington, DC: National Academy Press. 1993.
- OFI Journal - **Ornamental Fish International Journal** - European importer's survey results. Disponível em: <[http://www.ornamental\\_fish\\_int.org/data.htm](http://www.ornamental_fish_int.org/data.htm)> Acesso em: 20/05/00. 1999.
- OLIVEIRA, A. M. B. M. S. Substituição de fontes protéicas de origem animal por fontes protéicas de origem vegetal em rações para o “Black Bass” *Micropterus salmoides*. **Tese de doutorado da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, 103 p. 2003.
- PERSSON, L. The effects of temperature and different food organisms on the rate of gastric evacuation in perch (*Perca fluviatilis*). **Freshwater Biology**, v.9: p.99-104. 1979.
- PEZZATO, L. E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para a indústria da nutrição de peixes e crustáceos. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS**, Campinas, 1995. Anais. Campinas: CBNA, 1995. p.34-52.
- PEZZATO, L. E.; SCORVO FILHO, J. D. Situação atual da aquicultura na Região Sudeste. In: VALENTI W. C. (Ed.) **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, p.303-322. 2000.
- PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M. *et al.* Digestibilidade aparente de ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.
- POLESE M. F. Efeito da granulometria do milho da ração no desempenho e composição de carcaça de juvenis de pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887. **Dissertação de Mestrado em Ciência Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro**, Campos dos Goytacazes, 71p. 2009.

- PONTES, E. C. Níveis de farinha de peixe em rações para alevinos e juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Dissertação de Mestrado em Zootecnia da Universidade Federal de Lavras**. Lavras, Minas Gerais – Brasil. 84 p. 2008.
- PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**, Campinas- SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 603p. 1986.
- RICHTER, R. Gouramis and Other Anabantoids. T. F. H Publications, Inc, Ltd., Neptune City, N. J. Scheurmann 1. **Aquarium fish Breeding**. Barons Educational Series Inc. Hauppauge, N.Y. 1988.
- RINGO, E. Does chromic oxide (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) affect faecal lipid and intestinal bacterial flora in Artic charr, *Salvelinus alpinus*. **Aquaculture Fisheries Management**, v.24, p.767-776, 1993.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. *et al.* **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2.ed.** Viçosa: MG: Universidade Federal de Viçosa, 186p. 2005.
- SADIKU, S. O. E.; JAUNCEY, K. Digestibility, apparent amino acid availability and waste generation potential of soybean flour: poultry meat blend based diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* (L), fingerling. **Aquaculture Research**, v.26, p.651-657, 1995.
- SALLUM W. B., BERTECHINI A. G., CANTELMO O. Â., *et al.* Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo de ingredientes de ração para o matrinhã (*Brycon cephalus*, Günther 1869) (teleostei, characidae), **Ciência agrotécnica**, Lavras, v.26, n.1, p.174-181, 2002.
- SANTOS, M. V. B. Digestibilidade aparente da proteína e energia e o tempo de passagem de alimentos para acará bandeira (*Pterophyllum scalare* Lichtenstein, 1823). **Dissertação de mestrado em produção animal da Universidade Estadual Fluminense Darcy Ribeiro**. 98p. 2008.
- SCHEPPACH, W.; LUEHRS, H.; MELCHER, R. *et al.* Antiinflammatory and anticarcinogenic effects of dietary fibre. **Clinical Nutrition Supplements**, v.1, p.51-58, 2004.
- SCHOONEVELD-BERGMANS, M. E. F.; BELDMAN, G.; VORAGEN, A. G. J. Structural features of (glucurono) arabinoxylans extracted from wheat bran by barium hydroxide. **Journal of Cereal Science**, v.29, p.63-75, 1999.

- SHIAU, S. Y.; LIANG, H. S. Carbohydrate utilization and digestibility by tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*), are affected by chromic oxide inclusion in diet. **Journal of Nutrition**, v.125, n.4, p.976-982, 1995.
- SHIAU, S. Y.; LIN, S. F. Effect of supplemental dietary chromium and vanadium on the utilization of different carbohydrates in tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). **Aquaculture**, v.110, n.3-4, p.312-330, 1993.
- SILVA, M. M. **Beijador e tricogaster. Guia Prático Aquarista Júnior**, n. 16, São Bernardo do Campo-SP, 16 p. 1995.
- SILVA, E. C. S.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Influência do tipo de alimento e da temperatura na evacuação gástrica da piranha caju (*Pygocentrus nattereri*) em condições experimentais. **Acta amazônica**, v.33 (1): 145-156. 2003.
- SILVA, J. A. M.; PEREIRA FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. Frutos e sementes consumidos pelo tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), incorporados em rações: digestibilidade e velocidade de trânsito pelo trato gastrointestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1815-1824, 2003.
- SINGH, R.; SINGH, R. P. Effect of different levels of protein on the efficiency in silurid catfish *Clarias batrachus* (Linn.). **Isr. J. Aquacult. Bamidgeh.**, v. 44, n.1: p.3-6, 1992.
- SMITH, L. S. Digestive functions in teleost fishes. In: HALVER, J.E. (Ed.). **Fish nutrition. 2nd ed.** San Diego: Academic Press, 798p. 1989.
- SOARES, C. M.; HAYASHI, C.; FARIA, A. C. E. A., *et al.* Substituição da Proteína do Farelo de Soja pela Proteína do Farelo de Canola em Dietas para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na Fase de Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30 (4):1172-1177, 2001.
- SOUZA, R. R. P. Digestibilidade aparente da proteína de dietas para o híbrido de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1989. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1989.
- SPYRIDAKIS, R.; METAILLER, R.; GABAUDAN, J. *et al.* Studies on nutrient digestibility in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). I. Methodological aspects concerning faeces collection. **Aquaculture**, v.77, p.61-70, 1989.
- SULLIVAN, J. A.; REIGH, R. C. Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.138, p.313-322, 1995.

- TACON, A. G. J.; RODRIGUES, A. M. P. Comparison of chromic oxide, crude fiber, 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.
- TACON, A.G.J. **Feed Ingredients for warm water fish: meal and other processed feedstuffs**. Rome: FAO, 1993.
- TALBOT, C.; HIGGINS, P. J. A radiographic method for feeding studies using metallic iron powder as a marker. **Journal of Fish Biology**, v.23, p.211-220. 1983.
- TETRA, W. **O aquário – um mundo subaquático fascinante**. TetraWerke, Alverca/Portugal, 68 p. 1996.
- URBINATI, E. C.; SILVA, B. F.; BORGES, R. *et al.* Inclusão de cromo e vanádio para melhorar o aproveitamento de carboidrato da dieta do pacu, *Piaractus mesopotamicus*. **Aquicultura Brasil'** 1998. Resumos... Recife: Simbraq, p.153. 1998.
- USMANI, N.; JAFRI, A. K. Effect of fish size and temperature on the utilization of different protein sources in two catfish species. **Aquaculture Research**, v.33, p.959-967. 2002.
- VAN Der MEER, M. B.; HERWAARDEN, H. V.; VERDEGEM, M. C. J. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v.28, p.419-432. 1997.
- VENOU, B.; ALEXIS, M. N.; FOUNTOULAKI, E.; *et al.* Effect of extrusion of wheat and corn on gilthead sea bream (*Sparus aurata*) growth, nutrient utilization efficiency, rates of gastric evacuation and digestive enzyme activities. **Aquaculture**, v.225, p.207-223. 2003.
- VIDAL Jr., M. V. Técnicas de determinação de digestibilidade e determinação da digestibilidade de nutrientes de alimentos para tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Tese de Doutorado** - Viçosa, MG, UFV, 96p. 2000.
- VIDAL Jr., M. V.; DONZELE, J. L.; ANDRADE D. R., *et al.* Determinação da Digestibilidade da Matéria Seca e da Proteína Bruta do Fubá de Milho e do Farelo de Soja para Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Utilizando-se Técnicas com Uso de Indicadores Internos e Externos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2193-2200, 2004.
- VIDOTTI, R. M.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B. Diferentes teores protéicos e de proteína de origem animal em dietas para o bagre africano, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) na fase inicial. **Acta Scientiarum**, vol. 22, n. 3:p.717-723, 2000.

- WINDELL, J. T.; FOLTZ, J. W.; SAROKON, J. A. Effect of fish size, temperature, and amount fed on nutrient digestibility of a pelleted diet by rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Transactions of the American Fisheries Society**, v.107, p.613-616, 1978.
- ZAVALA-CAMIM, L. A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá: Nupelia, 129p. 1996.
- ZANOTTO, D. L. Granulometria do milho na digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.3, p.428-436, 1995.
- ZONOTTO, D. L. Nutrição é melhor com granulometria correta. Disponível em: <<http://www.bichoonline.com.br/artigos/aa0008.htm>>. Acesso em: 15 julho. 2009.
- ZUANON, J. A. S., ASSANO, M., FERNANDES, J. B. K. Desempenho de *Trichogaster trichopterus* submetido a diferentes níveis de arraçoamento e densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6: p.1639-1645 (Supl. 1). 2004.
- ZUANON, J. A. S. ; HISANO, H. ; FALCON, D. R., *et al.* Digestibilidade de alimentos protéicos e energéticos para fêmeas de beta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.987-991, 2007.

### **3- OBJETIVOS**

#### **3.1- OBJETIVO GERAL**

Avaliar as respostas fisiológicas e capacidade de digestão do *Trichogaster leeri* a diferentes tipos de alimentação, reconhecendo fatores que possam alterar a digestibilidade da espécie.

#### **3.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar a variação no tempo de passagem pelo tubo digestório, do farelo de milho, trigo e soja e da farinha de carne e ossos e da de peixe para *Trichogaster leeri*.

Determinar os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e energia do farelo de milho, trigo e soja e da farinha de carne e ossos e da de peixe para *T. leeri*.

Testar os efeitos do tempo de coleta das fezes na digestibilidade do farelo de milho, trigo e soja e da farinha de carne e ossos e da de peixe para *T. leeri*.

**4- CAPÍTULO 01: Formatado no modelo de artigo segundo as normas para a revista Archivos de Zootecnia (Córdoba–Espanha), disponível em: <http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/az.php>**

TEMPO DE PASSAGEM DE ALIMENTOS PROTÉICOS E ENERGÉTICOS EM  
*Trichogaster leeri*

TIME OF PASSAGE OF FOOD PROTEIN AND ENERGETIC IN *Trichogaster leeri*

**RESUMO**

Foram utilizados 180 exemplares de *T. leeri* com peso médio de  $9,5 \pm 2$  g e comprimento total médio de  $11,5 \pm 1,5$  cm, mantidos em aquários com capacidade de 100L (20/aquário) em sistema de circulação fechada, com renovação diária de 20% da água. As rações testadas foram: uma ração comercial extrusada com 28 % de proteína bruta, acrescida de 2% de óleo de soja e marcada com 2 % de óxido de cromo, equivalente ao T1. Os T2, T3, T4 e T5 correspondem à ração T1 (alimento referência) que teve 30% do seu total substituído por farinha de carne e ossos, farelo de soja, farelo de milho e farelo de trigo, respectivamente. Todas testadas com 03 (três) repetições. Os animais foram alimentados e então começaram a ser observados a cada meia hora logo após a alimentação, que foi única. Logo após as primeiras fezes coradas, os animais foram novamente alimentados, entretanto com ração sem a presença de marcador. Os alimentos testados apresentaram tempo de passagem inicial de quatro horas para os tratamentos T1 e T2 T4 e T5 e três horas para o tratamento T3. Porém, houve maior variação no tempo de passagem total, onde se verificou que não havia mais fezes esverdeadas após oito horas de observação para a ração contendo farelo de soja (T3), 10 horas para a ração referência (T1) e farelo de trigo (T5), 13 horas para a ração contendo o farelo de milho (T4) e 14 horas para a ração contendo a farinha de carne e ossos (T2)

Palavras chave: alimentação, ornamental, nutrição

## ABSTRACT

Was used 180 *T. leeri* with average weight of  $9.5 \pm 2$  g and total length of  $11.5 \pm 1.5$  cm, kept in tanks with a capacity of 100L (20/aquário) in closed circulation system, with daily renewal 20% of the water. The diets was a commercial extruded feed containing 28% crude protein, plus 2% soybean oil and marked with 2% of chromium oxide, equivalent to T1. The T2, T3, T4 and T5 correspond to T1 (food reference) which had 30% of the total replaced with meat and bone meal, soybean meal, corn meal and wheat bran, respectively. All tested with three repetitions. The animals were fed and then began to be observed every half an hour after feeding, which was unique. Soon after the first colored feces, the animals were fed again, although with feed without the presence of marker. The foods tested had time to pass the initial four hours for the T1 and T2 T4 and T5 and three hours to T3, however there was greater variation in total transit time, which established that there was more green stool after eight hours observation for the diet containing soybean meal (T3), 10 hours for the reference diet (T1) and wheat bran (T5), 13 hours for the corn meal (T4) and 14 hours for the meat and bone meal (T2).

Keywords: feeding, ornamental, nutrition.

## INTRODUÇÃO

O incremento na eficiência alimentar em peixes depende da integração de fatores tais como as características fisiológicas, hábito alimentar e exigência nutricional da espécie, composição química e disponibilidade de nutrientes dos ingredientes selecionados para elaboração de uma ração completa (Lanna *et al.*, 2004). O desenvolvimento de estratégias de arraçoamento bem sucedidas pode ser favorecido pelo conhecimento dos padrões de consumo alimentar e fluxo intestinal nos peixes (Hossain *et al.*, 1998; Schnaittacher *et al.*, 2005). Os fatores abióticos da água e as características físicas e químicas da ração podem influenciar o tempo de passagem do alimento pelo trato digestivo dos peixes (Fauconneau *et al.*, 1983; Van der Meer *et al.*, 1997; Usmani e Jafri, 2002; Dias-Koberstein *et al.*, 2005). O processamento, quantidade e tamanho da partícula da dieta influenciam a taxa de esvaziamento estomacal e o crescimento de diferentes espécies de peixes, como demonstraram Venou *et al.* (2003)

para *Sparus aurata*, Silva *et al.* (2003) para *Colossoma macropomum* e Tonini *et al.* (2008) para *Centropomus parallelus*.

A fim de definir o período de coleta de fezes nos métodos empregados nos trabalhos de digestibilidade, é fundamental o conhecimento prévio do tempo de passagem da digesta pelo tubo digestivo dos peixes. Entre os métodos empregados com essa finalidade, pode-se citar a adição de meios de contraste na dieta e a consequente tomada de observações radiográficas sucessivas, que evidenciam o deslocamento da digesta no tubo digestivo (Talbot e Higgins, 1983). Outro método é a observação da ocorrência sequencial das fezes dos peixes nos aquários, em intervalos de tempo definidos (Meurer, 2002). Esses dois métodos dispensam o abate sucessivo dos peixes, possibilitando o uso de diversos tipos de alimentos, ou de diferentes períodos de coleta, com os mesmos animais, permitindo comparações entre os mesmos.

O *T. leeri* é um anabantídeo conhecido no Brasil como léri e, internacionalmente, como *gourami*. São caracterizados principalmente pela presença do órgão de respiração aérea acessória (órgão labirintiforme), que lhes proporciona a captação de oxigênio atmosférico. Entre os inúmeros Anabantídeos comercializados como ornamentais tropicais, o léri está entre os mais populares, sendo originário do sudeste Asiático (Cole *et al.*, 1999). É carnívoro, com a dieta natural composta por diferentes espécies de invertebrados (Degani, 1990) e altamente adaptável a diferentes condições de cultivo em cativeiro (Geisler *et al.*, 1979, citados por Cole *et al.*, 1999).

O *T. leeri*, além de ser uma espécie altamente comerciável e de grande aceitação de mercado, é uma espécie que serve como um bom modelo para estudos biológicos, por apresentar características como fácil reprodução e prole numerosa, além de ser uma espécie que se adapta facilmente ao cativeiro, se alimentando de dietas inertes e de uma variedade de formulações de rações. Também produz uma grande quantidade de fezes numa forma sólida e compacta, sendo uma espécie apropriada para estudos de nutrição em peixes.

O conhecimento da resposta dos animais frente às variações na alimentação é fundamental, uma vez que algumas espécies animais reduzem o crescimento sob determinadas condições de peso ou quando recebem tipos e quantidades de alimentos diferentes aos índices de saciedade. Esse fato se deve à diminuição do oxigênio dissolvido na água, falta de nutrientes na alimentação, aumento de metabólitos tóxicos, modificações na taxa de passagem, o desenvolvimento de patógenos, entre outros, que podem resultar em perda do apetite e diminuição do crescimento (Muller-Feuga, 1999).

As espécies carnívoras geralmente possuem intestino curto, estômago grande e flácido, facilmente dilatável, que propicia rápida digestão e esvaziamento do tubo digestivo pouco tempo depois de o alimento ser ingerido (Scorvo Filho e Ayrosa, 1996). A taxa de evacuação é uma variável importante para estimar o consumo diário de alimento (Silva e Araújo Lima, 2003), entretanto, informações a respeito do tempo de trânsito do alimento no tubo digestivo do léri, assim como da maioria das espécies de peixes ornamentais, são inexistentes.

A maior parte das fábricas das rações comerciais utiliza a farinha de carne e farelo de soja como principais componentes protéicos e também usam o farelo de milho e o farelo de trigo como fontes energéticas em suas formulações, alterando na maior parte das vezes suas origens e proporções (Couto, 2008). Segundo relato de produtores, fica notório a variação de apetite, produção de dejetos e até mesmo de rendimento, conforme o passar da troca das rações, mesmo quando adquiridas da mesma fábrica, sugerindo uma diferente influência fisiológica nos animais conforme a variação dos ingredientes utilizados nas rações comerciais.

Sendo assim, objetivou-se, neste trabalho, verificar o tempo de passagem de cinco diferentes dietas pelo tubo digestivo do *T. leeri*.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no setor de Aquicultura do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, RJ. Foram utilizados 180 exemplares de *T. leeri* adultos (três meses), com peso médio de  $14,5 \pm 1$  g e comprimento total médio de  $6,9 \pm 0,7$  cm, mantidos em aquários de fibra de vidro, numa densidade de 20 peixes por aquário para alimentação e coleta de fezes.

Os aquários utilizados possuíam o formato cilíndrico cônico, com capacidade de 100 l de volume útil. Na parte inferior dos aquários havia um coletor provido de registro, de forma que fosse possível cessar a passagem de água durante a coleta das fezes, que entravam no mesmo, por decantação. Os peixes foram introduzidos neste sistema e permaneceram por um período de 15 dias para adaptação às instalações e ao arraçoamento de duas refeições diárias, com ração peletizada e depois farelada, de forma que facilitasse a apreensão por parte dos peixes.

A qualidade da água quanto à temperatura, O<sub>2</sub>, pH e condutividade elétrica foi monitorada com termômetro de máxima e mínima, oxímetro, pHmetro e condutivímetro digitais, respectivamente. A temperatura externa foi controlada com aquecedores ambientais que mantinham a sala do laboratório em  $26,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ .

Foi utilizada uma ração referência que consistiu numa ração comercial extrusada com 28 % de proteína bruta (Tabela 01), que foi triturada e peletizada, acrescida de 2% de óleo de soja e marcada com 2 % de óxido de cromo, sendo chamada de T1.

As dietas modificadas testadas foram: O T2, que correspondeu à ração T1 (alimento referência) com 30% do seu total substituído por farinha de carne e ossos, o alimento T3 foi à ração T1 com 30% do seu total substituído por farelo de soja, o T4 foi à ração referência com 30% do seu total substituído por farelo de milho e o T5 correspondeu à ração referência com 30% do seu total substituído por farelo de trigo. Todas as dietas modificadas foram peletizadas após a substituição e trituradas no momento da alimentação para facilitar a apreensão por parte dos peixes. Todos os tratamentos foram realizados com 03 (três) repetições.

O óxido de cromo foi utilizado como marcador externo (verde), facilitando, assim, a visualização nas fezes. A concentração de 2% de óxido de cromo foi à concentração máxima encontrada, que pode associar a fácil visualização, não alterando a ingestão por parte dos peixes (definida em ensaio preliminar), uma vez que o óxido de cromo em altas concentrações pode alterar a palatabilidade do alimento.

Os animais foram submetidos a um jejum de 48 horas para o completo esvaziamento do tubo digestivo e após este período os peixes foram alimentados com 2 g de ração por aquário, pré-estabelecido por anterior ensaio de capacidade de consumo dos animais. As análises bromatológicas das dietas testadas estão relatadas na tabela 02.

As fezes dos peixes foram coletadas e observadas a cada meia hora até a verificação de fezes esverdeadas (identificadas pela presença do óxido de cromo), correspondendo ao tempo de passagem inicial da digesta pelo tubo digestivo do peixe. Logo após as primeiras fezes coradas, os animais foram novamente alimentados, entretanto, com uma ração semelhante a que estava sendo oferecida, sem a presença de marcador. As fezes dos peixes continuaram sendo observadas a cada meia hora até cessarem as fezes esverdeadas, o que correspondeu então ao tempo de passagem total do alimento pelo tubo digestivo do peixe. Em seguida os tempos foram comparados entre as dietas utilizadas para possível variação do tempo de passagem de acordo com o ingrediente utilizado.

Para melhor acompanhamento do fluxo das fezes coradas pelo tubo digestivo dos animais, foi adotada uma classificação quanto à quantidade e coloração de fezes observadas a cada coleta, que variou de completamente verde (5), muito verde (4), esverdeada (3), parcialmente verde (2) a não verde, ou sem a presença de marcador (1), e sem a eliminação de fezes (0). Para a verificação da influência da porcentagem de fibra nas dietas no tempo de passagem das mesmas pelo tubo digestivo, foram realizadas as análises bromatológicas das fibras, segundo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Ao final do experimento, os peixes foram abatidos e o tubo digestivo retirado e mensurado o comprimento (com paquímetro de 0,01cm) e o peso (com balança de 0,01 g) do estômago e intestinos dos peixes.

Foi realizada análise estatística descritiva e correlação de Pearson para as variáveis observadas com auxílio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG 9.1).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As médias e desvios-padrão das variáveis relacionadas à qualidade de água registrados durante o período experimental foram:  $25,0 \pm 1,15^{\circ}\text{C}$  de temperatura;  $5,2 \pm 0,9$  de pH;  $3,9 \pm 0,9$  mg/L de oxigênio dissolvido. Esses valores apresentaram-se dentro dos limites recomendados para o *Trichogaster* (Zuanon *et al.* 2004). Os valores morfométricos dos animais utilizados no experimento estão demonstrados na tabela 03, uma vez que o tempo de passagem pode ser influenciado pelo tamanho, idade ou “escore corporal” em que estes se encontram.

Os alimentos testados apresentaram tempo de passagem inicial de quatro horas para os tratamentos T1, T2, T4 e T5 e três horas para o tratamento T3 (farelo de soja). Porém houve maior variação no tempo de passagem total, onde se verificou que não havia mais fezes esverdeadas após oito horas de observação para a ração contendo farelo de soja (T3), 10 horas para a ração referência (T1) e para a ração com farelo de trigo (T5), 13 horas para a ração contendo o farelo de milho (T4) e 14 horas para a ração contendo a farinha de carne e ossos (T2) (Tabela 04).

As dietas contendo substituição por farinha de carne e ossos e farelo de milho apresentaram um fluxo intestinal mais lento da digesta, uma vez que fezes completamente esverdeadas foram observadas por mais tempo (Figura 01). As demais

dietas eliminaram uma grande quantidade no início, reduzindo, com o tempo, a quantidade das mesmas. Isto pode indicar uma maior dificuldade na digestão da farinha de carne e ossos e farelo de milho, havendo a necessidade de retenção dos mesmos no tubo digestivo, para um maior tempo de exposição às enzimas digestivas. Após análise de correlação de Pearson, não houve correlação entre a quantidade de fibras nas dietas e o tempo de passagem inicial ( $0,52$ ), nem sobre o tempo total da digesta ( $0,18$ ).

A curta extensão do tubo digestivo em relação ao comprimento-padrão do léri ( $0,8\pm 0,1$  vezes) poderia explicar o aparecimento de excretas em apenas três horas depois do arraçoamento. Esse tempo foi ainda inferior ao encontrado por Braga *et al.* (2007) trabalhando com outra espécie carnívora, o *Salminus brasiliensis* de 39 g de peso médio, em temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ , que descreveu como 05 (cinco) horas, o tempo necessário para a visualização das primeiras fezes nesta espécie, alimentados com ração comercial. Também foi inferior a outros estudos com diferentes espécies carnívoras, como o de Zarate e Lovell (1999), trabalhando com *Ictalurus punctatus* (bagre-do-canal) com peso médio de 70 g, temperatura de  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ , que descreveram o tempo de 07 a 08 horas, e por Storebakken *et al.* (1999), testando diferentes dietas para juvenis de salmão do Atlântico *Salmo salar* de 150 a 200 g, que descreveram o tempo de passagem inicial variando de 12 a 15 horas.

Embora a maioria dos peixes com tubo digestivo extenso necessite de maior tempo para as primeiras evacuações após a alimentação, algumas variações podem ser observadas conforme as espécies. O tambaqui *Colossoma macropomum*, por exemplo, apesar de ter o intestino longo ( $2,66\pm 0,52$  vezes o comprimento padrão) necessitou de 8,8 horas para iniciar a excreção após ter consumido ração contendo 9,6% de fibra bruta (Silva *et al.*, 2003), evidenciando diferenças entre as espécies independente do comportamento alimentar.

A dieta contendo substituição pelo farelo de soja apresentou um menor tempo de passagem inicial e total, também sendo observadas alterações físicas nas fezes em um aquário alimentado com este ingrediente, com presença de fezes com muco além do normal. Isto pode ter sido reflexo da alta concentração de óleo no ingrediente associado à presença de fatores antinutricionais presentes neste componente da dieta. Para a maioria das espécies, estes fatores antinutricionais não chegam a impedir sua utilização em rações, podendo atingir até 50% da composição da ração. Entretanto, a ração teste já possuía 28% de proteína bruta (PB), em sua maior parte de origem vegetal (farelo de soja). Outro ponto a ser discutido é o fato de a espécie estudada neste trabalho poder ser

sensível a quantidade de óleo que o ingrediente adicionado conferiu na dieta, alterando o tempo de passagem.

Deve-se levar em consideração que a ração referência, que já continha em sua formulação a presença de farelo de soja entre seus 28% de PB, uma vez que foi utilizada uma ração comercial, somando-se mais 30% da substituição de seu total por mais farelo de soja e os 2% de óleo de soja puro, provavelmente, pode ter excedido a capacidade do *T. leeri* em se alimentar e digerir normalmente o ingrediente em questão, acelerando os peristaltismos e reduzindo desta forma o tempo de passagem.

Com 14 horas após a alimentação não foi constatada a presença de fezes em nenhum dos aquários amostrados. O maior tempo de passagem apresentado entre as dietas testadas foi da ração com substituição por farinha de carne e ossos, com aproximadamente 14 horas. Esse ingrediente é produzido dos resíduos de ossos e tecidos da carcaça de bovinos, que são moídos, cozidos, prensados para extração de gordura e novamente moídos. Por inúmeras vezes podem conter quantidades diferentes desses compostos além de pequenas quantidades de sangue, cascos, chifres, pêlos e outros subprodutos obtidos involuntariamente durante a fabricação, depreciando sua qualidade nutricional. Além disso, durante seu processamento esse ingrediente sofre um aquecimento que influencia na palatabilidade e qualidade da farinha, podendo reduzir sua digestibilidade e aumentar o tempo de trânsito intestinal em diversas espécies de monogástricos (Bellaver, 2005).

O tempo de trânsito gastrointestinal do *T. leeri* alimentado com ração adicionada de farinha de carne e ossos foi semelhante ao obtidos por Dias-Koberstein *et al.* (2005), para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), mantidos a 27°C, que apresentaram um tempo de 14 horas pós prandial para o cessar das fezes e muito inferior quando comparados com os pacus que foram mantidos numa temperatura de 23°C, que precisaram de 36 horas para completa eliminação das fezes. Considerando o modelo apresentado de Storebakken *et al.* (1999), em que a taxa de esvaziamento intestinal depende da ingestão de alimento, pode-se inferir que, num regime de arraçoamento diário, o léri poderá ter uma redução do tempo de trânsito de alimento.

Em algumas espécies pode haver rápida passagem inicial, mas um elevado tempo para a passagem total da digesta, nos experimentos de Barbieri *et al.* (1998), verificou-se que, após três horas, 80% do intestino proximal do curimatá, *P. scrofa*, já estava vazio, mas somente seis horas após houve preenchimento das porções proximal, intermediária e distal do intestino, ocorrendo contínua presença de fezes coradas. Tonini

*et al.* (2008) estudando robalos, encontraram diferentes tempo de passagem para a mesma ração, alterando apenas a quantidade administrada. Segundo Silva *et al.* (2003), o tempo de passagem em *Colossoma macropomum* alterou significativamente de acordo com a variação no tipo de alimento que os peixes ingeriam. Desta forma, a diferença entre os tempos de passagem obtidos com as diferentes dietas testados é normal, uma vez que cada ingrediente estimula de forma diferente a fisiologia digestiva dos animais. O manejo alimentar dentro dos sistemas de cultivo deve ser ajustado a cada ração adquirida pelos criadores e os estudos de digestibilidade devem levar em consideração que cada alimento possui um tempo de passagem pelo tubo digestivo, ficando expostos de forma diferente às enzimas digestivas, podendo apresentar valores diferentes de digestibilidade.

Desta forma, a substituição de 30% da ração comercial por farelo de trigo não alterou o tempo de esvaziamento do tubo digestivo do *T. leeri*, sendo que a substituição por 30% de farelo de soja reduziu em 20% o tempo de esvaziamento, a substituição por 30% de farelo de milho aumentou em 30% e a substituição de 30% da ração comercial por farinha de carne e ossos elevou em 40% o tempo total de esvaziamento do tubo digestivo.

## **CONCLUSÕES**

A variação nos ingredientes das fontes protéicas ou energéticas de uma ração ocasiona variação no tempo de passagem e esvaziamento pelo tubo digestivo do *Trichogaster leeri* com  $9,5 \pm 2g$ , sob temperatura de  $28 \pm 1^{\circ}C$ , independente de sua concentração de fibra, permitindo uma variação nos níveis de arraçoamento, dependendo da origem dos ingredientes.

## REFERÊNCIAS

- Barbieri, R. L.; Leite, R. G.; Stermann, F. A.; Hernandez-Blazquez, F. J. 1998. Food passage time through the alimentary tract of a brazilian teleost fish, *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881) using radiography. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.35, p.32-36.
- Bellaver, C. 2005. Limitações e vantagens do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e de aves. **Anais do 2º Simpósio Brasileiro Alltech da Indústria de Alimentação Animal**. Curitiba, Paraná.
- Braga, L. G. T.; Borghesi, R.; Dairiki, J. K. e Cyrino, J. E. P. 2007. Trânsito gastrintestinal de dieta seca em *Salminus brasiliensis*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, vol.42, n.1, p.131-134.
- Cole, B.; Tamaru, C. S.; Bailey, R.; Brown, C. **A manual for commercial production of the gourami, *Trichogaster trichopterus*, a temporary paired spawner**. Center for Tropical and Subtropical Aquaculture, vol. 135: 37 p. 1999.
- Couto, H. P. 2008. **Fabricação de Rações e Suplementos para Animais - Gerenciamento e Tecnologias**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, vol. 1. 263 p.
- Degani, G. 1990. The effect of temperature, light, fish size and container size on breeding of *Trichogaster trichopterus* (B&S 1801). **Aquacultural Engineering**, vol. 09: 367-375.
- Dias-Koberstein, T. C. R.; Carneiro, D. J.; Urbinati, E. C. 2005. Tempo de trânsito gastrintestinal e esvaziamento gástrico do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes temperaturas de cultivo. **Acta Scientiarum: Animal Science**, v.27, p.413-417.
- Fauconneau, B.; Choubert, G.; Blanc, D.; Breque, J.; Luquet, P. 1983. Influence of environmental temperature on flow rate of foodstuffs through the gastrointestinal tract of rainbow trout. **Aquaculture**, v.34, p.27-39.
- Hossain, M. A. R.; Haylor, G. S.; Beveridge, M. C. M. 1998. An evaluation of radiography in studies of gastric evacuation in African catfish fingerlings. **Aquaculture International**, v.6, p.379-385.
- Lanna, E. A. T.; Pezzato, L. E.; Cecon, P. R.; Furuya, W. M.; Bomfim, M. A. D. 2004. Digestibilidade aparente e trânsito gastrintestinal em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da fibra bruta da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.2186-2192.

- Muller-Feuga, A. 1999. Growth as a function of rationing: a model applicable to fish and microalgae. **Journal of Experimental Marine Biology**, v.236, p.1-13.
- Meurer, F.; Hayashi, C.; Boscolo, W. R.; Soares, C. M. 2002. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.566-573.
- Schnaittacher, G.; King, V. W.; Berlinsky, D. L. 2005. The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. **Aquaculture Research**, v.36, p.370-377.
- Scorvo Filho, J. D.; Ayrosa, L. M. S. 1996. São Paulo: a situação da piscicultura no Estado. **Panorama da Aquicultura**, v.6, p.18-19.
- Silva, D. J. e Queiroz, A. C. 2002. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, UFV, 235 p.
- Silva E. C. S., Araújo-Lima C. A. R. M. 2003. Influência do tipo de alimento e da temperatura na evacuação gástrica da piranha caju (*Pygocentrus nattereri*) em condições experimentais. **Acta amazônica**, v.33 (1): 145-156.
- Silva, J. A. M.; Pereira Filho, M.; Oliveira-Pereira, M. 2003. Frutos e sementes consumidos pelo tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), incorporados em rações: digestibilidade e velocidade de trânsito pelo trato gastrointestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1815-1824.
- Smith, L. S. 1989. Digestive functions in teleost fishes. In: HALVER, J. E. (Ed.). **Fish nutrition**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 798p.
- Storebakken, T.; Kvien, I. S.; Shearer, K. D.; Grisdale-Helland, B.; Helland, S. J. 1999. Estimation of gastrointestinal evacuation rate in Atlantic salmon (*Salmo salar*) using inert markers and collection of faeces by sieving: evacuation of diets with fish meal, soybean meal or bacterial meal. **Aquaculture**, v.172, p.291-299.
- Talbot, C.; Higgins, P. J. 1983. A radiographic method for feeding studies using metallic iron powder as a marker. **Journal of Fish Biology**, v.23, p.211-220.
- Tonini, W. C. T.; Braga, L. G. T.; Nova D. L. D. V. 2008. Esvaziamento gástrico e intestinal em robalo (*Centropomus parallelus*). **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, Espanha, vol. 57, nº 217: 75-78.
- Usmani, N.; Jafri, A. K. 2002. Effect of fish size and temperature on the utilization of different protein sources in two catfish species. **Aquaculture Research**, v.33, p.959-967.
- Van der Meer, M. B.; Herwaarden, H. V.; Verdegem, M. C. J. 1997. Effect of number

- of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v.28, p.419-432.
- Venou, B.; Alexis, M. N.; Fountoulaki, E.; Nengas, I.; Apostolopoulou, M.; Castritsi-Cathariou, I. 2003. Effect of extrusion of wheat and corn on gilthead sea bream (*Sparus aurata*) growth, nutrient utilization efficiency, rates of gastric evacuation and digestive enzyme activities. **Aquaculture**, v.225, p.207-223.
- Zarate, D. D.; Lovell, R. T. 1999. Effects of feeding frequency and rate of stomach evacuation on utilization of dietary free and protein-bound lysine for growth by chanell catfish *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture Nutrition**, v.5, p.17-22.
- Zuanon J. A. S., Assano M., Fernandes J. B. K. 2004. Desempenho de *Trichogaster trichopterus* Submetido a Diferentes Níveis de Arraçoamento e Densidades de Estocagem. Revista **Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1639-1645.

Tabela 01 - Composição bromatológica da ração comercial utilizada na ração referência para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos para o *T. leeri* na matéria seca.

<b>Nutriente</b>	<b>Quantidade</b>
Matéria seca (%)	92,00
Energia bruta (kcal/kg)	5.089
Proteína bruta (%)	28,00
Extrato etéreo (%)	8,00
Matéria mineral (%)	6,00
Fibra bruta (%)	10,00

Níveis de garantia (quilograma do produto): vitamina A 9.600,00 UI/kg, vitamina D<sub>3</sub> 1.600,00 UI/kg, vitamina E 40,0 mg, vitamina K<sub>3</sub> 4,0mg, ácido pantotênico 40,00 mg, colina 408,00 mg, ácido fólico 3,2 mg, vitamina B<sub>1</sub> 800 mg, vitamina B<sub>2</sub> 30,00 mg, vitamina B<sub>6</sub> 8,00 mg, vitamina B<sub>12</sub> 32,00 mg, vitamina C 250,00 mg, niacina 80,00 mg, inositol 6,4 mg, cálcio (máx.) 1,35%, fósforo (mín.) 0,50%, cobre 3,2 mg, ferro 40,00 mg, manganês 16,00 mg, iodo 1,2 mg, zinco 48,00 mg, selênio 0,08 mg, cobalto 0,16 mg.

Tabela 02 - Composição bromatológica de MS (matéria seca), PB (proteína bruta), EB (energia bruta), MM (matéria mineral), EE (extrato etéreo) e FB (fibra bruta) das dietas testes, valores na matéria seca.

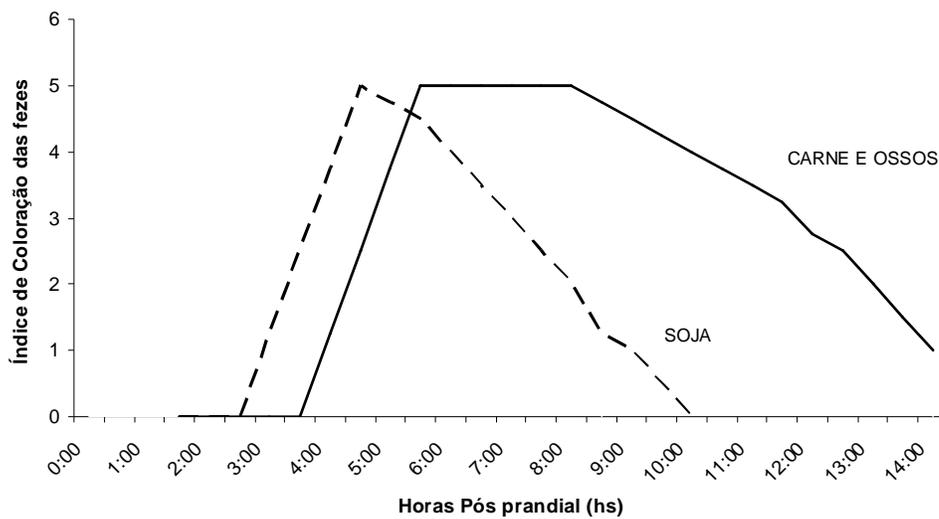
<b>Dietas</b>	<b>MS (%)</b>	<b>PB (%)</b>	<b>EB kcal/kg</b>	<b>MM (%)</b>	<b>EE (%)</b>	<b>FB (%)</b>
Farelo de milho	86,45	23,5	8835,68	8,5	9,5	16,4
Farelo de soja	88,78	39,0	8400,00	3,5	12,5	6,0
Farinha de carne e ossos	91,55	32,5	4923,00	2,5	14,0	6,0
Farelo de trigo	85,10	24,0	6949,22	7,4	15,0	15,0

Tabela 03 – Médias e desvio padrão (Desv. Pad.) da morfometria ( P = peso total, CP = comprimento padrão, CT = comprimento total, CI= comprimento dos intestinos e EC = escore corporal) dos *T. leeri*.

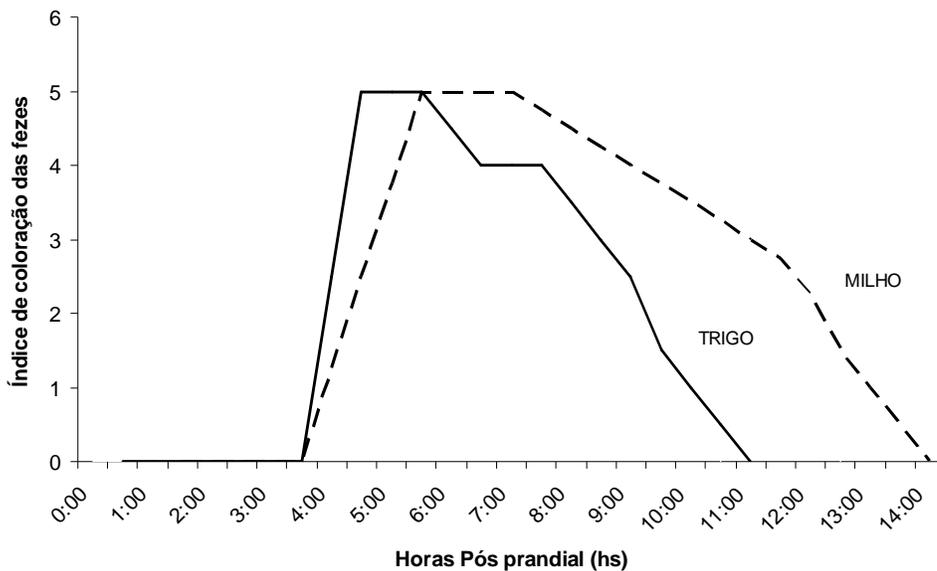
	P	CP	CT	CI	EC.
Média	14,576	5,188	6,903	22,718	1,916
Desv.Pad.	1,059	0,582	0,749	4,363	0,317

Tabela 04 – Tempo em horas (Hs), com médias e desvio padrão (Desv. P.) das primeiras fezes (tempo de passagem inicial) e últimas fezes (tempo de passagem total), pós-prandial em *T. leeri*, em cativeiro, alimentados com diferentes rações T1 = dieta comercial referência; T2 = substituição de 30% de T1 por farinha de carne e ossos; T3 = substituição de 30% de T1 por farelo de soja; T4 = substituição de 30% de T1 por farelo de milho e T5 = substituição de 30% de T1 por farelo de trigo.

Ração testada	Passagem inicial (Hs)		Passagem total (Hs)	
	Média	Desv. P.	Média	Desv. P.
T1	4,33 <i>b</i>	0,52	10,2 <i>b</i>	0,4
T2	4,33 <i>b</i>	0,58	13,9 <i>c</i>	0,3
T3	3,33 <i>a</i>	0,58	08,0 <i>a</i>	0,0
T4	4,33 <i>b</i>	0,58	12,9 <i>c</i>	0,3
T5	4,33 <i>b</i>	0,58	10,0 <i>b</i>	0,0



A



B

Figura 01- Linhas de tendência dos índices de coloração, quanto à quantidade de fezes esverdeadas, classificadas como: Completamente verde (5), muito verde (4), verde (3), pouco verde (2), sem presença de marcador (1) e não observação de fezes (0), segundo o período pós-prandial (horas), para as dietas com substituição de 30% de farelo de soja ou farinha de carne e ossos (A) e com 30% de farinha de trigo ou farelo de milho (B), para *T. leeri*.

**5- CAPÍTULO 02: Formatado no modelo de artigo segundo as normas para a revista Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia (Belo Horizonte – Minas Gerais – Brasil), disponível em:**

**<http://abmvz.org.br/editora/instrucoesAutores.do>**

DIGESTIBILIDADE APARENTE DE ALIMENTOS PROTÉICOS E ENERGÉTICOS  
PARA *Trichogaster leeri*

APPARENT DIGESTIBILITY OF FOODS PROTEIN AND ENERGY FOR  
*Trichogaster leeri*

## **RESUMO**

Foram utilizados machos adultos de *Trichogaster leeri* mantidos em aquários cônicos com capacidade para 100 l (20 peixes/aquário) para alimentação e coleta de fezes. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia *ad libitum* e logo após a primeira alimentação, as fezes foram coletadas a cada meia hora, colocadas em recipientes plásticos identificados e congeladas. As amostras de fezes foram liofilizadas, moídas em moinho de bola e secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, antes das análises. Em laboratório foi realizada a determinação da composição bromatológica das dietas e das fezes segundo metodologia de coleta total, analisadas em triplicata. Entre os alimentos avaliados, a farinha de peixe apresentou o maior coeficiente de digestibilidade da matéria seca (68,63%). O coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta do farelo de milho (89,87%) foi semelhante ao do farelo de soja (89,25%) e maior que os demais alimentos protéicos. O melhor coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta foi também o obtido com o farelo de milho (89,74%), muito próximo ao encontrado para o farelo de soja (85,5%), farinha de peixe (87,3%) e para a farinha de carne e ossos (80,6%).

Palavras chave: produção, ornamental, ração

## ABSTRACT

Were used adult males Pearl gourami kept in conical tanks with a capacity of 100 l (20 fish / aquarium) for feeding and fecal collection. The animals were fed twice daily *ad libitum* and after the first feeding, feces were collected every half hour, placed in labeled plastic containers and frozen. The samples were dried, ground in ball mill and dried in an oven-drying at 55°, prior to analysis. In laboratory was performed to determine the chemical composition of diets and faeces according to the methodology of total collection was analyzed in triplicate. Among the foods evaluated, fishmeal had the highest digestibility of DM (68.63%). The apparent digestibility of GP corn bran (89.87%) was similar to that of soybean meal (89.25%) and higher than the other diets. The improved apparent digestibility of GE was also obtained with corn meal (89.74%), very close to that found for soybean meal (85.5%), fishmeal (87.3%) and meal, meat and bone (80.6%).

Key works: production, ornamental, feedstuffs

## INTRODUÇÃO

A produção e venda de peixes ornamentais é uma modalidade da aquicultura em plena expansão nas últimas décadas, apresentando um aumento anual médio de 14%, chegando a movimentar mais de 200 milhões de dólares por ano (CHAPMAN *et al.*, 1997; LIMA *et al.*, 2001). Na América do Sul, em especial o Brasil, tem-se dado pouca atenção à criação de peixes ornamentais, provavelmente pelo fato de sua exportação ser baseada principalmente na coleta de peixes na natureza (ZUANON *et al.*, 2007).

No Brasil, a produção de peixes ornamentais é bastante recente e surgiu com a implantação de projetos de piscicultura na década de 70, sendo que os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais destacam-se na produção de espécies ornamentais no mercado Nacional (PEZZATO e SCORVO FILHO, 2000). O Brasil, porém, participa com apenas 6,5% das importações destes peixes pelo mercado norte-americano (OFI Journal, 1999; citados por ZUANON *et al.*, 2007), que é o principal consumidor internacional (HUIDOBRO e LUCHINI, 2008), indicando, assim, a necessidade de incrementar esta atividade. Considerando o grande potencial nacional, quanto ao clima e água adequados à atividade, tem-se buscado aumentar esses números com a produção em cativeiro.

Entre as espécies ornamentais, o *Trichogaster leeri*, conhecido no Brasil como léri e internacionalmente como gourami, está entre os mais comercializados. São caracterizados principalmente pela presença do órgão de respiração aérea acessória (órgão labirintiforme), localizado próximo à cavidade branquial (ZUANON, 2004). São originalmente encontrados no sudeste da Ásia e são considerados peixes carnívoros, com a dieta natural composta por diferentes espécies de invertebrados (DEGANI, 1990), embora em cativeiro demonstrem comportamento onívoro e voraz. São encontrados em águas cuja condutividade elétrica varia de 22 a 718 mS, dureza total de 1,3 a 185 mg/L CaCO<sub>3</sub> e valores de pH de 5,8 a 7,4 (GEISLER *et al.*, 1979, citados por COLE *et al.*, 1999), sendo, portanto, altamente adaptáveis à diferentes condições ambientais.

Existem poucos estudos sobre as exigências nutricionais da maioria das espécies ornamentais e, conseqüentemente, não existem dietas comerciais balanceadas específicas para utilização na produção em larga escala, o que dificulta o aumento na produtividade de espécies ornamentais. Para formulação de dietas eficientes e práticas, é necessário o conhecimento não só das características químicas e físicas de cada ingrediente, mas também de sua digestibilidade pelos peixes (TACON e RODRIGUES, 1984; SALES e JANSSENS, 2003). Os nutrientes não digeridos dos alimentos, além das implicações no crescimento e nos custos de alimentação, aumentam os níveis de nitrogênio, fósforo e matéria orgânica nos efluentes, debilitando também a qualidade ambiental em que estes animais estão alojados, elevando os níveis de estresse durante a criação em cativeiro e, assim, elevam os custos forçando o uso de equipamentos que minimizem a presença de dejetos e metabólitos na água de cultivo (CHONG *et al.*, 2002).

Os valores de digestibilidade de nutrientes de alimentos para peixes ornamentais ainda não estão estabelecidos e revelam que essa lacuna de informações está diretamente relacionada à dificuldade de coleta do material para análise de digestibilidade, diversidade de espécies com diferentes hábitos alimentares, carência de investigações básicas e até mesmo a questões econômicas. Portanto, o conhecimento da eficiência de utilização dos nutrientes de alguns alimentos é primordial para formulação de melhores dietas para as diversas espécies de peixes ornamentais (SALES e JANSSENS, 2003).

Objetivou-se, dessa forma, avaliar o coeficiente de digestibilidade aparente de alguns alimentos comumente utilizados em dietas para peixes para a espécie *Trichogaster leeri*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Aquicultura da Unidade de Apoio à Pesquisa em Zootecnia e no Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal, do Centro de Ciência e Tecnologia Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, RJ.

Machos adultos de *Trichogaster leeri* ( $9,5 \pm 2\text{g}$  e  $11,5 \pm 1,5\text{ cm}$ .) foram mantidos em aquários de fibra de vidro (20 peixes/aquário) para alimentação e coleta de fezes. Os aquários eram de formato cônico e com capacidade útil de 100 l. Na parte inferior dos aquários havia um coletor provido de registro, onde fosse capaz de cessar a passagem de água durante a coleta das fezes, que entravam neste coletor por decantação (figura01). A qualidade da água quanto à temperatura, O<sub>2</sub>, pH e condutividade foi monitorada, com termômetro imerso de máxima e mínima, oxímetro, pHmetro e condutivímetro digitais, respectivamente.

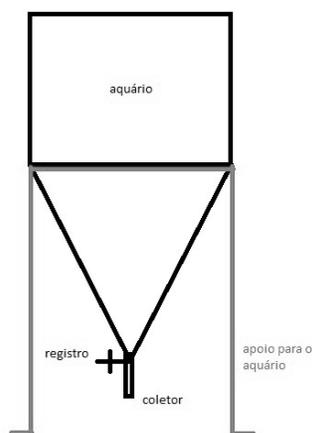


Figura 01 – Esquema representativo dos aquários utilizados para alimentação e coletas das fezes

Adotou-se um período de um mês de aclimação às instalações e dietas antes de iniciar a coleta de fezes e de oito dias até o início da dieta seguinte, uma vez que os mesmos animais foram utilizados para as diferentes dietas. Em virtude da pequena quantidade de fezes obtida para cada dieta, as análises laboratoriais foram realizadas com um *pool* das fezes de cada tratamento de todos os dias de coleta.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia *ad libitum* e, logo após a primeira alimentação, as fezes foram coletadas a cada meia hora, para que se minimizasse a lixiviação pela água. As fezes, assim que coletadas, foram imediatamente colocadas em recipientes plásticos identificados e congeladas, para que se reduzisse a ação de microorganismos. Este procedimento foi realizado por oito dias consecutivos, a fim de que se obtivessem fezes suficientes para as análises de laboratório.

As amostras de fezes foram liofilizadas, moídas em moinho de bola e secas em estufa de ventilação forçada a  $55 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , antes das análises de laboratório.

Foi utilizada uma ração referência que consistiu numa ração comercial extrusada com 28 % de proteína bruta (Tab. 01), que foi triturada e peletizada. Foram avaliados os coeficientes de digestibilidade aparente de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e energia bruta (EB) da dieta basal e de alimentos energéticos (farelo de milho, farelo de trigo) e protéicos (farelo de soja, farinha de carne e ossos e farinha de peixe), incluídos como substituição de 30% da dieta basal. Desta forma, o experimento foi formado por blocos casualizados de 06 tratamentos, com 03 repetições cada.

Tabela 01 - Composição bromatológica da ração comercial utilizada na ração referência para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos para o *T. leeri* na matéria seca.

<b>Nutriente</b>	<b>Quantidade</b>
Matéria seca (%)	92,00
Energia bruta (kcal/kg)	5.089
Proteína bruta (%)	28,00
Extrato etéreo (%)	8,00
Matéria mineral (%)	6,00
Fibra bruta (%)	10,00

Níveis de garantia (quilograma do produto): vitamina A 9.600,00 UI/kg, vitamina D<sub>3</sub> 1.600,00 UI/kg, vitamina E 40,0 mg, vitamina K<sub>3</sub> 4,0mg, ácido pantotênico 40,00 mg, colina 408,00 mg, ácido fólico 3,2 mg, vitamina B<sub>1</sub> 800 mg, vitamina B<sub>2</sub> 30,00 mg, vitamina B<sub>6</sub> 8,00 mg, vitamina B<sub>12</sub> 32,00 mg, vitamina C 250,00 mg, niacina 80,00 mg, inositol 6,4 mg, cálcio (máx.) 1,35%, fósforo (mín.) 0,50%, cobre 3,2 mg, ferro 40,00 mg, manganês 16,00 mg, iodo 1,2 mg, zinco 48,00 mg, selênio 0,08 mg, cobalto 0,16 mg.

A determinação da composição bromatológica das dietas e das fezes foi realizada segundo metodologia de coleta total descrita pela AOAC (1995), analisadas

em triplicata. O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes da dieta basal e das dietas experimentais foi calculado pelo método direto de coleta total, em que:

$$CDA = \frac{(Nr - Nf) * 100}{Nr} \quad \text{sendo que:}$$

Nr = % de nutrientes na ração

Nf = % de nutrientes presentes nas fezes.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes nos diferentes alimentos foram calculados pela seguinte expressão:

$$CDA(ing) = \frac{CDArt - b * CDArb}{a} \quad \text{sendo que:}$$

CDA(*ing*) = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente no ingrediente; CDArt = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente na dieta com o ingrediente teste; CDArb = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente na dieta basal; b = porcentagem da dieta basal na dieta-teste; a = porcentagem do ingrediente na dieta-teste.

Foi realizada a análise estatística descritiva com auxílio do programa estatístico SAEG 9.0.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Durante o período experimental, a temperatura da água foi de  $25,0 \pm 1,13$  °C. O nível médio de oxigênio dissolvido foi de  $3,91 \pm 0,91$  mg/L, o valor médio de pH foi de  $5,22 \pm 0,87$ , valores considerados satisfatórios para o desenvolvimento de peixes tropicais (BOYD, 1990) e para a espécie, segundo Zuanon *et al.* (2004). As análises bromatológicas das dietas testadas estão relatadas na tabela 02.

Tabela 02 - Composição bromatológica de MS (matéria seca), PB (proteína bruta), EB (energia bruta), MM (matéria mineral), EE (extrato etéreo) e FB (fibra bruta) das dietas testes, valores na matéria seca.

<b>Dietas</b>	<b>MS (%)</b>	<b>PB (%)</b>	<b>EB kcal/kg</b>	<b>MM (%)</b>	<b>EE (%)</b>	<b>FB (%)</b>
Farelo de milho	86,45	23,5	8835,68	8,5	9,5	16,4
Farelo de soja	88,78	39,0	8400,00	3,5	12,5	6,0
Farinha de peixe	85,68	42,0	8389,00	3,0	16,0	3,0
Farinha de carne e ossos	91,55	32,5	4923,00	2,5	14,0	6,0
Farelo de trigo	85,10	24,0	6949,22	7,4	15,0	15,0

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes (MS, PB, EE e EB) e os valores de proteína digestível e energia digestível do farelo de soja, da farinha de peixe, do farelo de milho e do farelo de trigo obtidos para o *T. leeri* são descritos na tabela 03.

Tabela 03- Coeficientes de digestibilidade (%), de proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo, fibra bruta, cinzas e matéria seca, dos diferentes ingredientes testados.

<b>Nutriente</b>	<b>Farelo de milho</b>	<b>Farelo de trigo</b>	<b>Farelo de soja</b>	<b>Farinha de peixe</b>	<b>Farinha de carne e ossos</b>
Matéria seca (%)	39,30	22,5	60,13	68,63	54,90
Energia bruta (kcal/kg)	89,74	19,54	85,46	87,30	80,62
Proteína bruta (%)	89,87	17,45	82,19	89,25	65,95
Extrato etéreo (%)	35,67	7,99	66,28	78,43	47,36
Fibra bruta (%)	12,55	12,08	35,66	5,11	4,06

Entre os alimentos avaliados, os ingredientes protéicos, farinha de peixe, o farelo de soja e a farinha de carne e ossos apresentaram maior coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, respectivamente. Os coeficientes de digestibilidade da MS do

farelo de soja (60,13%) e da farinha de peixe (68,63%) foram pouco superiores aos valores apresentados pela farinha de carne e ossos, enquanto o do milho foi (39,3%) bem inferior e o do farelo de trigo (22,5%) apresentou valor muito baixo, demonstrando pouca digestibilidade. Todos estes valores estão abaixo dos valores registrados por Pezzato *et al.* (2002) e Zuanon *et al.* (2007), que apresentaram valores próximos de 70-90% para tilápia e betta, respectivamente.

Chong *et al.* (2002), avaliando a digestibilidade *in vivo* de alguns alimentos para o acará-disco (*Symphysodon aequifasciata*), obtiveram bons coeficientes de digestibilidade da MS para a maioria dos alimentos avaliados, como a farinha de peixe (78,15%) e o farelo de soja (66,22%). Entretanto, o valor relatado pelos autores para o farelo de trigo (49,03%), mesmo que muito baixo, ainda assim se comportou de forma esperada, diferentemente do observado neste trabalho para o *T. leeri*.

Cho e Bureau (1997) também obtiveram baixos coeficientes de digestibilidade da MS para o milho (23%) e o farelo de trigo (35%) e maiores valores para o farelo de soja (74%) e a farinha de peixe (85%) em estudo com truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). Segundo estes autores, animais que possuem hábito alimentar carnívoro, assim como o *T. leeri*, possuem dificuldade natural em digerir e aproveitar ingredientes como o milho, em função de diferenças nas enzimas digestivas exigidas.

O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta (PB) do milho (89,87%), que é um alimento basicamente energético, foi semelhante ao da farinha de peixe (89,25%) e maior que os do farelo de soja (82,19%) e da farinha de carne e ossos (65,95%). Pezzato *et al.* (2002), avaliando o CDA da PB em tilápias-do-nylo, obtiveram valores superiores para o CDA da PB dos alimentos energéticos (87,69%) e protéicos de origem vegetal (87,85%) em comparação aos alimentos protéicos de origem animal (63,76%). Entretanto, os coeficientes de digestibilidade da PB do milho (95%), do farelo de trigo (92%), do farelo de soja (96%) e da farinha de peixe (92%) encontrados por Cho e Bureau (1997) para a truta arco-íris foram altos e semelhantes entre si. A proteína de alta qualidade presente no milho, no momento de seu preparo, mesmo que em quantidades menores, aliada ao processo de trituração desse grão, que expõe essa proteína a rápida digestão, pode justificar esses altos valores de digestibilidade de proteína do milho.

No presente trabalho, os baixos valores de CDA da proteína bruta do farelo de soja, comparado com os de outras espécies, descritos na literatura, podem ter sido negativamente influenciados por uma possível variação no processamento dos

ingredientes ou na composição química do alimento, comum na fabricação de alimentos para o uso animal (SULLIVAN e REIGH, 1995). Segundo Aksnes *et al.* (1997), as farinhas de peixe disponíveis no mercado apresentam grande variação na qualidade, o que pode ser atribuído ao frescor, ao tipo de material e às condições de processamento. Em 27 amostras de farinha de peixe, Romero *et al.* (1994) observaram variação de 84,5 a 97,0% para digestibilidade da proteína na truta arco-íris. As farinhas de peixe brasileiras apresentam muitas vezes baixos coeficientes de digestibilidade por serem formuladas com resíduos de abate, podendo apresentar altas porcentagens de cinzas e proteína de baixa qualidade, proveniente da matriz protéica dos ossos, da pele, das escamas e das vísceras (BOSCOLO *et al.*, 2004). Desta forma, bons ou maus resultados adquiridos nas análises podem muitas vezes não se repetir, dificultando o uso constante deste ingrediente. O mesmo raciocínio se aplica à baixa digestibilidade protéica da farinha de carne e ossos, que apresentara valores abaixo do apresentado em outros estudos onde ficaram próximo de 90% (MEURER *et al.*, 2003).

O melhor coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da energia bruta foi obtido para o ingrediente energético milho (89,7%), que apresentou pouca diferença com os ingredientes protéicos. O valor de CDA energético da farinha de peixe foi 87,3%, do farelo de soja foi 85,4% e a farinha de carne teve um CDA de 80,6%. O CDA de energia bruta para o farelo de trigo foi muito baixo (19,54%), mesmo quando comparamos com os dados de Pezzato *et al.* (2002), que apresentou 67,37% em tilápias e com os 53,2% para o pintado, apresentado por Gonçalves e Carneiro (2003).

Essas diferenças na digestibilidade da fração energética desses alimentos podem ser consequência dos altos teores de fibra bruta (entre 7-12%), que impedem o bom aproveitamento dos ingredientes dentro do tubo digestivo. Anderson *et al.* (1983) e Lanna *et al.* (2004), em experimento com tilápias-do-nilo, e Esquivel *et al.* (1998), com piracanjuba *Brycon orbignyanus*, concluíram que altos níveis de fibra bruta na dieta diminuem o tempo de passagem do alimento no intestino, piorando o aproveitamento dos nutrientes. De forma semelhante, Kirchgessner *et al.* (1986) observaram baixos coeficientes de digestibilidade dos carboidratos totais na carpa-comum *Cyprinus carpio* alimentada com altos níveis de fibra bruta na dieta.

Em geral, os coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo (EE) foram baixos, com 35,7% para o farelo de milho, 47,4% para a farinha de carne e 66,3% para o farelo de soja que, juntamente com a farinha de peixe (78,4%), se mostraram semelhante a outros estudos. Estes valores são inferiores aos observados por Pezzato *et*

al. (2002) em tilápias-do-nylo (67,37%), para o milho (69,02%), o farelo de soja (82,67%) e a farinha de peixe (80,12%). A própria diferença entre as espécies pode justificar a diferença entre os valores encontrados neste trabalho e as espécies estudadas em outros estudos, sabe-se que o *T. leeri* é um animal ornamental de pequeno tamanho e reduzida distribuição ambiental, com conseqüente menor capacidade de variação alimentar. Outra possibilidade pode ser a diferença na qualidade dos ingredientes utilizados nos estudos, principalmente quanto à farinha de carne e ossos, que pode apresentar uma quantidade elevada de impurezas e subprodutos de origem animal, com baixa digestibilidade.

Apesar de o leeri ser caracterizado como carnívoro, em ambiente de cultivo ele se adapta muito bem a alimentação inerte e não demonstra maiores exigências quanto a sua alimentação, se desenvolvendo muito bem com rações de baixo teor de PB, sendo comumente usadas rações de 36% até 22% de PB, e 3200 kg/cal de energia bruta. Os coeficientes de digestibilidade aparente da farinha de peixe e de carne e ossos foram os mais satisfatórios e comprovaram bom aproveitamento dos nutrientes desses alimentos, por parte do *Trichogaster leeri*. Os valores dos CDAs dos nutrientes e da energia do farelo de soja são muito próximos aos dos ingredientes de origem animal, mostrando que para esta espécie se adapta bem a substituição de fontes protéicas de origem animal, pela soja. Estas informações sobre a digestibilidade aparente desses nutrientes permitem também a formulação de dietas mais adequadas à espécie, ou para servir de referência para similares estudos com espécies ornamentais, de forma a minimizar os excessos e desperdícios de nutrientes, reduzindo, assim, a eutrofização da água de cultivo e o impacto ao meio ambiente.

## **CONCLUSÕES**

Informações sobre a energia e digestibilidade de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo sugerem que a farinha de peixe é o ingrediente melhor aproveitado pelo *T.leeri*. Os valores de digestibilidade do farelo de soja indicam como apropriado a sua utilização na formulação de ração para esta espécie em substituição da farinha de peixe.

## REFERÊNCIAS

- AKSNES, A.; IZQUIERDO, M. S.; ROBAINA, L. *et al.* Influence of fish meal quality and feed pellet on growth, feed efficiency and muscle composition in gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, v.153, p.251-261, 1997.
- ANDERSON, J.; JACKSON, A. J.; MATTY, A. J. Effects of carbohydrates and fiber on the growth of the *Oreochromis niloticus*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA, 1983, Nazareth, Israel. **Anais...** Nazareth, Israel: ISA, 1983. p.80.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - **AOAC**. Official methods of analysis. 16.ed. Washington, D.C.: 1995. 1094p.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. *et al.* Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduos da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.8-13, 2004.
- BOYD, C. E. Water quality management in ponds for fish culture. **Development in Aquaculture and Fisheries Science**. New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1990. 482p.
- BREMER NETO, H.; PEZZATO, L. E.; GRANER, C. A. F. Determinação do teor de óxido de cromo (III) usado como marcador externo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.249-255, 2003.
- CHAPMAN, F. A.; FITZ-COY, S. A.; THUNBERG, E. M. *et al.* United States of America trade in ornamental fish. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.28, n.1, p.1-10, 1997.
- CHO, C. Y.; BUREAU, D. P. Reduction of waste output from salmonid aquaculture through feeds and feeding. **The Progressive Fish Culturist**, v.59, p.155-160, 1997.
- CHO, C. Y.; COWEY, C. B.; WATANABE, T. **Finfish nutrition in Asia: methodological approaches to research and development**. Ottawa: IDRC, 1985. 145p.
- CHONG, A. S. C.; HASHIM, R.; ALI, A. B. Assessment of dry matter and protein digestibilities of selected raw ingredients by discus fish (*Symphysodon aequifasciata*) using in vivo and in vitro methods. **Aquaculture Nutrition**, v.8, p.229-238, 2002.
- COLE, B., TAMARU, C. S., BAILEY, R., BROWN, C. **A manual for commercial**

- production of the gourami, *Trichogaster trichopterus*, a temporary paired spawner.** Center for Tropical and Subtropical Aquaculture, vol. 135: 37 p. 1999.
- CONROY, D. A. An evaluation of the present state of world trade in ornamental fish. **FAO Fisheries Technical Paper**, n.146, 1975. 128p.
- DEGANI, G. The effect of temperature, light, fish size and container size on breeding of *Trichogaster trichopterus* (B&S 1801). **Aquacultural Engineering**, vol. 09: 367-375. 1990.
- ESQUIVEL, J. G.; PEZZATO, L. E.; ZANIBONI FILHO, E. *et al.* Ação da fibra bruta sobre a digestibilidade aparente da proteína e trânsito gastrintestinal da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Boletim Técnico do CEPTA**, v.11, p.59-69, 1998.
- GONÇALVES, E. G. e CARNEIRO, D. J. Coeficientes de Digestibilidade Aparente da Proteína e Energia de Alguns Ingredientes Utilizados em Dietas para o Pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.32, n.4, p.779-786, 2003.
- HUIDOBRO, S. P.; LUCHINI, Y. L. **Panorama Actual del comercio internacional de peces ornamentales. 2008.** Disponível em: [http://www.sagpya.mecon.gov.ar/sagpya/pesca/acuicultura/03-Estudios/\\_archivos/081110\\_Panorama%20actual%20de%20comercio%20internacional%20de%20Peces%20Ornamentales.pdf](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/sagpya/pesca/acuicultura/03-Estudios/_archivos/081110_Panorama%20actual%20de%20comercio%20internacional%20de%20Peces%20Ornamentales.pdf).
- KIRCHGESSNER, M.; KÜRZINGER, H.; SCHWARTZ, F. J. Digestibility of crude nutrients in different feeds and estimation of their energy content for carp (*Cyprinus carpio*). **Aquaculture**, v.58, p.185-194, 1986.
- LANNA, E. A. T.; PEZZATO, L. E.; CECON, P. R. *et al.* Digestibilidade aparente e trânsito gastrintestinal em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da fibra bruta da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2186-2192, 2004.
- LIMA, A. O.; BERNARDINO, G.; PROENÇA, C. E. M. Agronegócio de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. **Panorama da Aquicultura**, v.11, n.65, p.14-24, 2001.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Digestibilidade Aparente de Alguns Alimentos Protéicos pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.32, n.6, p.1801-1809, 2003.
- PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M. *et al.* Digestibilidade aparente de ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.

- PEZZATO, L. E.; SCORVO FILHO, J. D. Situação atual da aquicultura na Região Sudeste. In: VALENTI W.C. (Ed.) **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. p.303-322.
- ROMERO, J. J.; CASTRO, E.; DÍAZ, A. M. Evaluation of methods to certify the “premium” quality of Chilean Fish Meals. **Aquaculture**, v.124, n.1-4, p.351-358, 1994.
- SALES, J. e JANSSENS, G. P. J. Nutrient requeriments of ornamental fish. **Aquatic Living Resource**, v.16, p.533-540, 2003.
- SULLIVAN, J. A.; REIGH, R. C. Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis x Moreone chysops*). **Aquaculture**, v.138, p.313-322, 1995.
- TACON, A. G. J.; RODRIGUES, A. M. P. Comparison of chromic oxide, crude fiber, 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
- ZUANON, J. A. S.; ASSANO, M.; FERNANDES, J. B. K. Desempenho de *Trichogaster trichopterus* Submetido a Diferentes Níveis de Arraçamento e Densidades de Estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1639-1645, 2004.
- ZUANON, J A S; HISANO, H; FALCON, D R; SAMPAIO, F G; BARROS, M M; PEZZATO, L E. Digestibilidade de alimentos protéicos e energéticos para fêmeas de beta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.987-991, 2007.

**6- CAPÍTULO 03: Formatado no modelo de artigo segundo as normas para a revista Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia (Belo Horizonte – Minas Gerais – Brasil), disponível em:**

**<http://abmvz.org.br/editora/instrucoesAutores.do>**

INFLUÊNCIA DO TEMPO DE COLETA DAS FEZES NA ANÁLISE DA  
DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS PROTÉICOS E ENERGÉTICOS EM  
*Trichogaster leeri*

INFLUENCE OF TIME OF COLLECTION OF STOOL ANALYSIS OF THE  
DIGESTIBILITY OF FOODS PROTEIN AND ENERGY IN *Trichogaster leeri*

**RESUMO**

Foram utilizados machos adultos de *Trichogaster leeri* mantidos em aquários cônicos com capacidade para 100 l (20 peixes/aquário) para alimentação e coleta de fezes. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia *ad libitum* e logo após a primeira alimentação, as fezes foram coletadas a cada meia hora, colocadas em recipientes plásticos identificados e congeladas. As amostras de fezes foram liofilizadas, moídas em moinho de bola e secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, antes das análises. Em laboratório foi realizada a determinação da composição bromatológica das dietas e das fezes segundo metodologia de coleta total, analisadas em triplicata, para 30 minutos, 12 horas e 24 horas após a alimentação. Foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDAs) para a dieta referência, mais cinco dietas teste. Com auxílio do programa estatístico SAEG, foi feita regressão e determinada a linha de tendência da digestibilidade, segundo o tempo de coleta. Houve variação dos valores de coeficiente de digestibilidade aparente para todos os ingredientes avaliados, com pequenas diferenças de acordo com o alimento. Após análises de ANOVA e regressão, constatou-se que houve variação linear em cerca de 1% por hora nos CDAs dos elementos nutricionais conforme o tempo de coleta.

Palavras chave: alimentação, tempo, ornamental

## ABSTRACT

Were used adult males pearl gourami kept in conical tanks with a capacity of 100 l (20 fish / aquarium) for feeding and removal of faeces. The animals were fed twice daily *ad libitum* and after the first feeding, feces were collected every half hour, placed in labeled plastic containers and frozen. The samples were dried, ground in ball mill and dried in an oven-drying at 55, prior to testing. In laboratory was performed to determine the chemical composition of diets and faeces according to the methodology of total collection was analyzed in triplicate for 30 minutes, 12 hours and 24 hours after feeding. The apparent digestibility coefficients (ADCs) were determined for the reference diet, five test diets. With the statistical program SAEG, regression was performed and determined the trend line of digestibility, according to the time of collection. Was variation the apparent digestibility coefficients for all ingredients evaluated, with slight differences according to the food. After ANOVA and regression analysis, it was found that there was a linear variation about 1%/h, in ADCs of the nutritional elements as the collection time.

Key words: feeding, time, ornamental

## INTRODUÇÃO

O *Trichogaster leeri* é um Anabantídeo asiático, conhecido no Brasil como léri e, internacionalmente, como *gourami*. São caracterizados principalmente pela presença do órgão de respiração aérea acessória (órgão labirintiforme), que lhes proporciona a captação de oxigênio atmosférico (COLE *et al.*, 1999). É preferencialmente carnívoro, com a dieta natural composta por diferentes espécies de invertebrados (DEGANI, 1990) e altamente adaptável a diferentes condições de cultivo em cativeiro (GEISLER *et al.*, 1979, citados por COLE *et al.*, 1999). Além de ser altamente comerciável e de grande aceitação de mercado, é uma espécie apropriada para modelo de estudos biológicos, apresentando fácil reprodução e prole numerosa; se adapta bem ao cativeiro, alimentando-se de dietas inertes e de uma variedade de formulações de rações. Também produz uma grande quantidade de fezes numa forma sólida e compacta, o que facilita análises laboratoriais.

O valor nutricional dos ingredientes utilizados em dietas na aquicultura é dependente de sua origem e da disponibilidade dos nutrientes presentes em sua composição, podendo variar quanto à espécie ou variedade a ser alimentada. A variação na digestibilidade afeta a utilização de diferentes ingredientes como fontes de energia e nutrientes, uma vez que a perda destes componentes durante o processo de digestão pode reduzir ainda mais estes nutrientes disponíveis no momento da ingestão, além disso, pode aumentar os níveis de dejetos e metabólitos presentes na excreção, debilitando a qualidade da água de cultivo e a sanidades dos animais cultivados (LOVELL, 1989; CHO e KAUSHIK, 1990).

Os cálculos de digestibilidade em peixes são mais difíceis do que em animais terrestres, uma vez que os nutrientes podem lixiviar das fezes na água antes do tempo de coleta. Vários métodos têm sido propostos para superar este problema, incluindo a remoção rápida das fezes do tanque (CHOUBERT *et al.*, 1982; CHO e KAUSHIK, 1990), a remoção da digesta por aspiração anal ou na sequência da dissecação (WINDELL *et al.*, 1978; AUSTRENG, 1978), há ainda a compressão abdominal ou "stripping", onde as fezes são removidas direto do reto apertando-se o abdômen dos peixes (WINDELL *et al.*, 1978; PERCIVAL e LEE, 1996).

Quando a digesta é removida diretamente dos peixes antes de as mesmas serem liberadas na forma de fezes, ocorre uma digestão incompleta, podendo levar a valores subestimados da digestibilidade e/ou a contaminação com fluidos corporais e restos de células que podem causar variações e imprecisões (NRC, 1993), por outro lado, com a espera da eliminação na forma de fezes, pode ocorrer a lixiviação e variação dos valores dos coeficientes (CHOUBERT *et al.*, 1982; CHO e KAUSHIK, 1990). Sempre que as fezes entram em contato com a água, perde-se matéria seca e, devido à lixiviação de nutrientes, pode levar a sobre estimação da digestibilidade (NRC, 1993).

O processo de lixiviação será afetado pela integridade física das fezes onde fezes moles lixiviam mais rápido do que as duras e compactas, da quantidade de tempo (horas) que as fezes permanecem na água, da composição das fezes e das características da água, como, por exemplo, a temperatura, vazão e turbulência antes de coleta. Outros fatores podem afetar os coeficientes de digestibilidade, como tamanho de ração, frequência de alimentação e o tempo em que as amostras de fezes são retiradas (De SILVA e PERERA, 1983; NRC, 1993).

O objetivo neste estudo foi comparar o efeito dos tempos de coleta das fezes nos coeficientes de digestibilidade aparente dos farelos de milho, soja e trigo e das farinhas de peixe e da de carne e ossos para o *T. leeri*.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no setor de Aquicultura da Unidade de Apoio à Pesquisa em Zootecnia e no Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal, do Centro de Ciência e Tecnologia Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, RJ.

Machos adultos de *Trichogaster leeri* ( $9,5 \pm 2\text{g}$  e  $11,5 \pm 1,5\text{ cm}$ .) foram mantidos em aquários de fibra de vidro (20 peixes/aquário) para alimentação e coleta de fezes, de formato cônico e com capacidade para 100 l. Na parte inferior dos aquários havia um coletor provido de registro, onde fosse capaz de cessar a passagem de água durante a coleta das fezes, que entravam no coletor por decantação. A qualidade da água quanto à temperatura, O<sub>2</sub>, pH e condutividade foi monitorada, com termômetro imerso de máxima e mínima, oxímetro, pHmetro e condutivímetro digitais, respectivamente.

Adotou-se um período de 30 dias de aclimação às instalações e dietas antes de iniciar a coleta de fezes e de oito dias até o início da dieta seguinte, uma vez que os mesmos animais foram utilizados para as diferentes dietas. Em virtude da pequena quantidade de fezes obtida para cada dieta, as análises laboratoriais foram realizadas em um *pool* das fezes de cada tratamento, em um total de cinco dias de coletas consecutivos.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia *ad libitum* e, logo após a primeira alimentação, as fezes foram coletadas a cada  $\frac{1}{2}$  (meia) hora, 12 horas e 24 horas. As fezes, assim que coletadas, foram imediatamente colocadas em recipientes plásticos identificados e congeladas. Este procedimento foi realizado por oito dias consecutivos, a fim de que se obtivessem fezes suficientes para as análises de laboratório.

As amostras de fezes foram liofilizadas, moídas em moinho de bola e secas em estufa de ventilação forçada a  $55 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , antes das análises de laboratório.

Foi utilizada uma ração referência que consistiu numa ração comercial extrusada com 28 % de proteína bruta (Tab. 01), que foi triturada e peletizada. Foram avaliados os coeficientes de digestibilidade aparente de matéria seca (MS), proteína bruta (PB),

extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e energia bruta (EB) da dieta basal e de alimentos energéticos (farelo de milho, farelo de trigo) e protéicos (farelo de soja, farinha de carne e ossos e farinha de peixe), incluídos como substituição de 30% da dieta basal. Desta forma, o experimento foi formado por blocos casualizados de 06 tratamentos, com 03 repetições cada.

Tabela 01 - Composição bromatológica da ração comercial utilizada na ração referência para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos para o *T. leeri* na matéria seca.

<b>Nutriente</b>	<b>Quantidade</b>
Matéria seca (%)	92,00
Energia bruta (kcal/kg)	5.089
Proteína bruta (%)	28,00
Extrato etéreo (%)	8,00
Matéria mineral (%)	6,00
Fibra bruta (%)	10,00

Níveis de garantia (quilograma do produto): vitamina A 9.600,00 UI/kg, vitamina D<sub>3</sub> 1.600,00 UI/kg, vitamina E 40,0 mg, vitamina K<sub>3</sub> 4,0mg, ácido pantotênico 40,00 mg, colina 408,00 mg, ácido fólico 3,2 mg, vitamina B<sub>1</sub> 800 mg, vitamina B<sub>2</sub> 30,00 mg, vitamina B<sub>6</sub> 8,00 mg, vitamina B<sub>12</sub> 32,00 mg, vitamina C 250,00 mg, niacina 80,00 mg, inositol 6,4 mg, cálcio (máx.) 1,35%, fósforo (mín.) 0,50%, cobre 3,2 mg, ferro 40,00 mg, manganês 16,00 mg, iodo 1,2 mg, zinco 48,00 mg, selênio 0,08 mg, cobalto 0,16 mg.

A determinação da composição bromatológica das dietas e das fezes foi realizada segundo metodologia de coleta total descrita pela AOAC (1995), analisadas em triplicata. O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes da dieta basal e das dietas experimentais foi calculado pelo método direto de coleta total, em que:

$$CDA = \frac{(Nr - Nf) * 100}{Nr} \quad \text{sendo que:}$$

Nr = % de nutrientes na ração

Nf= % de nutrientes presentes nas fezes.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes nos diferentes alimentos foram calculados pela seguinte expressão:

$$CDA(ing) = \frac{CDArt - b*CDArb}{a} \quad \text{sendo que:}$$

CDA(ing) = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente no ingrediente; CDArt = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente na dieta com o ingrediente teste; CDArb = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente na dieta basal; b = porcentagem da dieta basal na dieta-teste; a = porcentagem do ingrediente na dieta-teste.

Foi realizada a análise estatística descritiva, ANOVA, regressão e correlações de Pearson com auxílio do programa estatístico SAEG 9.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, a temperatura da água foi de  $25,0 \pm 1,13$  °C. O nível médio de oxigênio dissolvido foi de  $3,91 \pm 0,91$  mg/L, o valor médio de pH foi de  $5,22 \pm 0,87$ , valores considerados satisfatórios para o desenvolvimento do *Trichogaster*, segundo Zuanon *et al.* (2004).

Houve variação dos valores de coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) para todos os ingredientes avaliados, com pequenas diferenças nesta variação de acordo com o alimento. Os valores de digestibilidade aparente das rações teste, de acordo com o tempo de coleta das fezes, estão descritos na tabela 02.

Tabela 02 – Coeficiente de digestibilidade aparente das dietas teste (M = com substituição de 30% por farelo de milho, T = com substituição de 30% por farelo de trigo, C = com substituição de 30% por farinha de carne e ossos, S = com substituição de 30% por farelo de soja e P = com substituição de 30% por farinha de peixe), segundo o tempo de coleta das fezes para análise laboratorial, após a alimentação.

<b>30 minutos após a alimentação</b>					
	<b>M</b>	<b>T</b>	<b>C</b>	<b>S</b>	<b>P</b>
<b>Proteína bruta</b>	89,9	17,4	66,0	82,2	89,3
<b>Energia bruta</b>	89,7	19,5	80,6	85,5	87,3
<b>Extrato etéreo</b>	35,7	8,0	47,4	66,3	78,4
<b>12 horas após a alimentação</b>					

	<b>M</b>	<b>T</b>	<b>C</b>	<b>S</b>	<b>P</b>
<b>Proteína bruta</b>	46,2	35,8	60,3	75,9	76,2
<b>Energia bruta</b>	82,7	35,4	78,8	78,0	96,9
<b>Extrato etéreo</b>	34,2	10,0	24,2	69,8	90,0
<b>24 horas após a alimentação</b>					
	<b>M</b>	<b>T</b>	<b>C</b>	<b>S</b>	<b>P</b>
<b>Proteína bruta</b>	42,9	58,9	76,9	95,8	42,1
<b>Energia bruta</b>	58,4	61,7	47,9	89,1	99,0
<b>Extrato etéreo</b>	55,9	76,2	23,5	74,0	78,7

Após análises de ANOVA e regressão linear dos valores, constatou-se um aumento linear nos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos elementos nutricionais como se observa na figura 01, que ilustra a variação nos valores obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente, conforme o tempo de coleta das fezes (permanência das fezes na água) da ração referência. Os valores apresentados nos gráficos referentes ao coeficiente angular da reta de regressão (representados por  $\alpha$ ) representam a variação do valor de coeficiente de digestibilidade aparente dos componentes das rações testadas. Desta forma,  $\alpha = 0,5$  significa que a cada hora após a evacuação há uma variação de 0,5% nos valores de digestibilidade aparente obtidos.

A ração teste com substituição por farelo de trigo apresentou valores muito baixos de digestibilidade aparente, para todos os tempos de coleta (Figura 02). Segundo Araújo *et al.* (2008), na alimentação de animais de produção não se deve utilizar concentrações de farelo de trigo acima de 9% da dieta, para não influenciar negativamente a digestibilidade do alimento, uma vez que o farelo de trigo é rico em arabinoxilanas, que é uma substância que eleva a viscosidade do bolo fecal e reduz o peristaltismo. A dieta teste com o farelo de trigo apresentou uma substituição de 30% do total da dieta referência, isto pode explicar a baixa digestibilidade desta ração. Entretanto, a ração teste foi utilizada em função de os experimentos dos autores citados terem sido com monogástricos terrestres (aves) e não haver referências na literatura quanto ao comportamento de peixes a altas concentrações deste ingrediente.

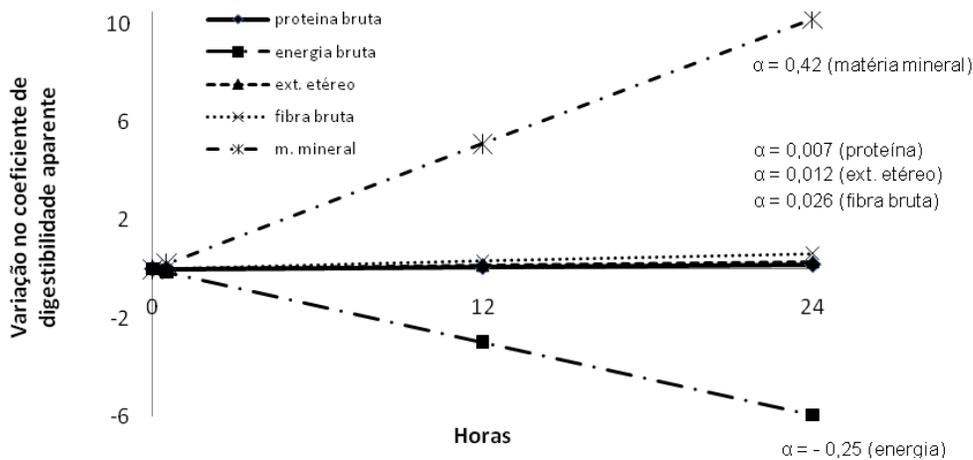


Figura 01 – Reta de regressão da variação dos coeficientes de digestibilidade aparente, segundo o tempo de coleta das fezes, de proteína, energia, extrato etéreo e fibra, na ração referência (comercial com 28% de proteína bruta), para *T. leiri*.

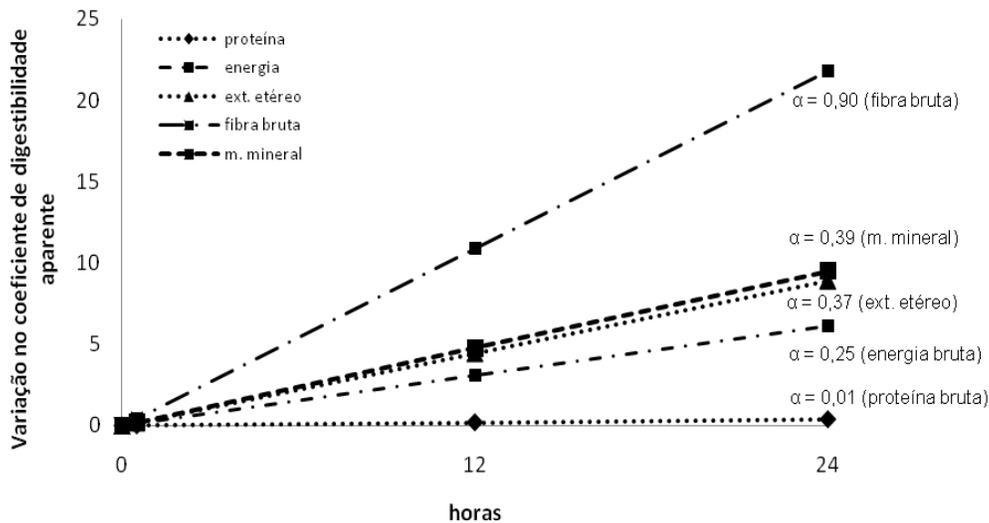


Figura 02– Reta de regressão da variação dos coeficientes de digestibilidade aparente, segundo o tempo de coleta das fezes, de proteína, energia, extrato etéreo e fibra, na ração com substituição por 30% por farelo de trigo, para *T. leiri*.

Tanto o farelo de soja quanto o farelo de milho são ingredientes altamente energéticos. Mesmo o farelo de soja possuindo altas concentrações protéicas também é rico em óleo, elevando muito sua contribuição energética. Boa parte das variações nos

CDAs pode ser devido à presença e desenvolvimento de microorganismos presentes nas fezes. Além do processo de lixiviação, a micro biota indígena utiliza os dejetos como substrato, alterando a disponibilidade de seus componentes para a utilização pelos peixes. A presença destes microorganismos afeta os valores dos CDAs, dependendo de que fonte alimentar estará presente nas fezes e do tempo em que os mesmos ficaram expostos a estas fontes. A utilização de outras fontes de energia no lugar da proteína presente explica a menor variação da digestibilidade aparente em comparação à ração com soja. Quanto aos componentes disponíveis na ração com farelo de milho, pode-se observar a variação da digestibilidade na figura 3 e na ração com farelo de soja na figura 04.

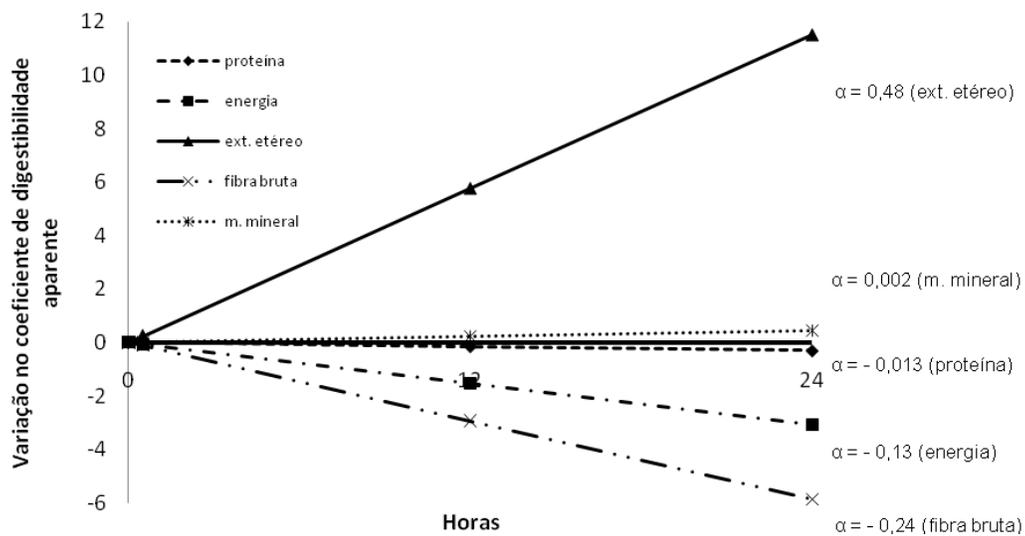


Figura 03– Retas de regressão da variação dos coeficientes de digestibilidade aparente, segundo o tempo de coleta das fezes, de proteína, energia, extrato etéreo e fibra, na ração com substituição por 30% por farelo de milho, para *T. leeri*.

As rações testes formadas por substituição de 30% de farinha de peixe e farinha de carne e ossos apresentaram coeficientes angulares das retas de baixo valor, com variação menor a 1% a cada hora a mais para a coleta das fezes (figuras 05 e 06).

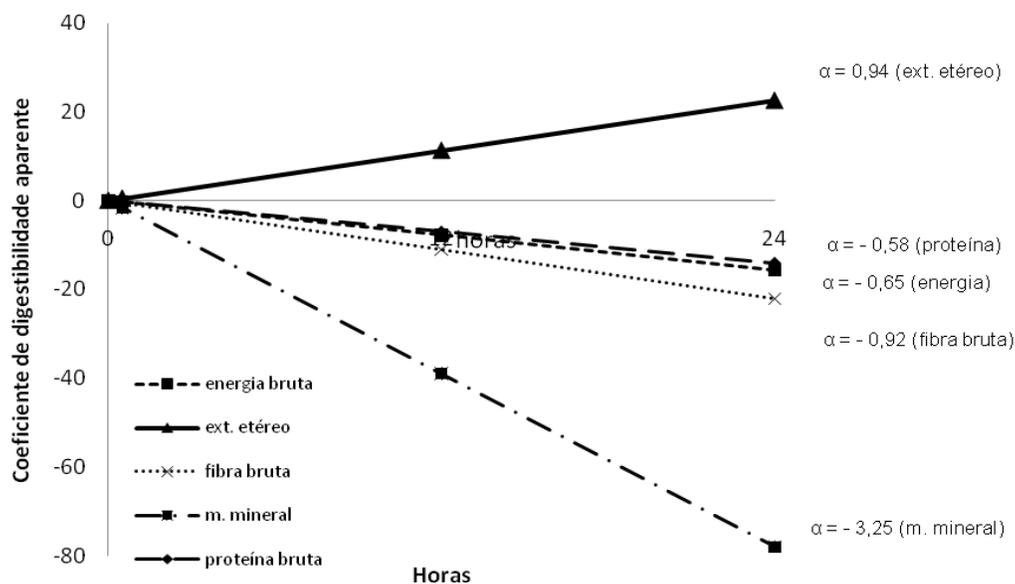


Figura 04— Reta de regressão da variação dos coeficientes de digestibilidade aparente, segundo o tempo de coleta das fezes, para proteína, energia, extrato etéreo e fibra, na ração com substituição por 30% por farelo de soja, para *T. leeri*.

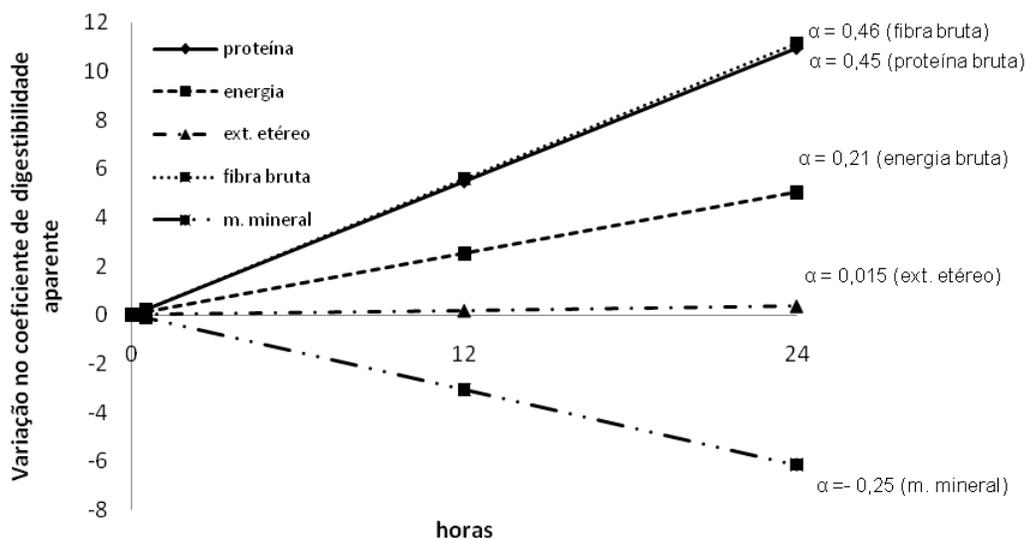


Figura 05— Reta de regressão da variação dos coeficientes de digestibilidade aparente, segundo o tempo de coleta das fezes, de proteína, energia, extrato etéreo e fibra, na ração com substituição por 30% por farinha de peixe, para *T. leeri*.

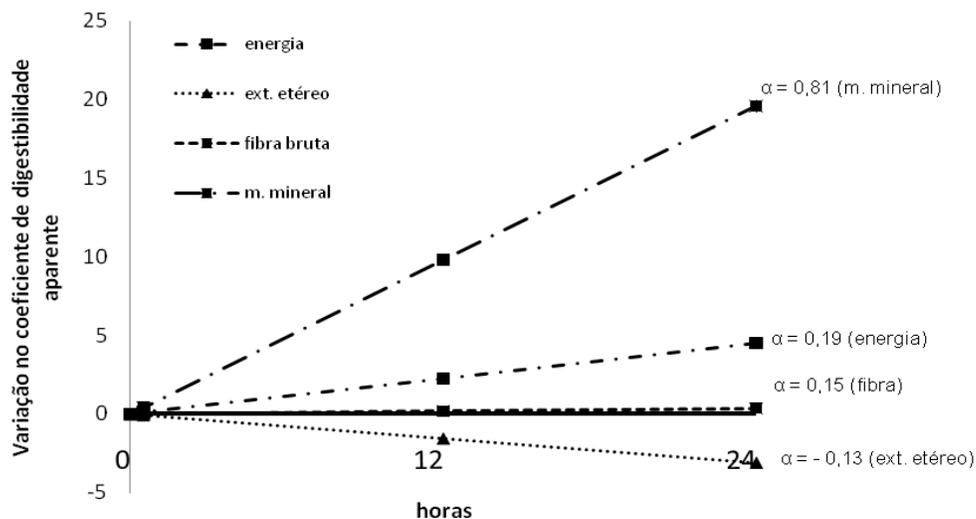


Figura 06— Reta de regressão da variação dos coeficientes de digestibilidade aparente, segundo o tempo de coleta das fezes, de energia, extrato etéreo e fibra, na ração com substituição por 30% por farinha de carne e ossos, para *T. leeri*.

A variação dos valores do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína da ração com substituição por 30% de farinha de carne e ossos foi muito mais expressiva, apresentando um coeficiente angular da reta de regressão de 4,85 (figura 07), o que significa uma variação de quase 5% no valor de CDA logo após a primeira hora após a evacuação pelos peixes (contato com a água do aquário). No caso da porção protéica das dietas com substituição por farinha de carne e ossos, não é indicado que as fezes permaneçam por um período superior a uma hora, uma vez que a margem de variação tolerada já é superada por volta deste período.

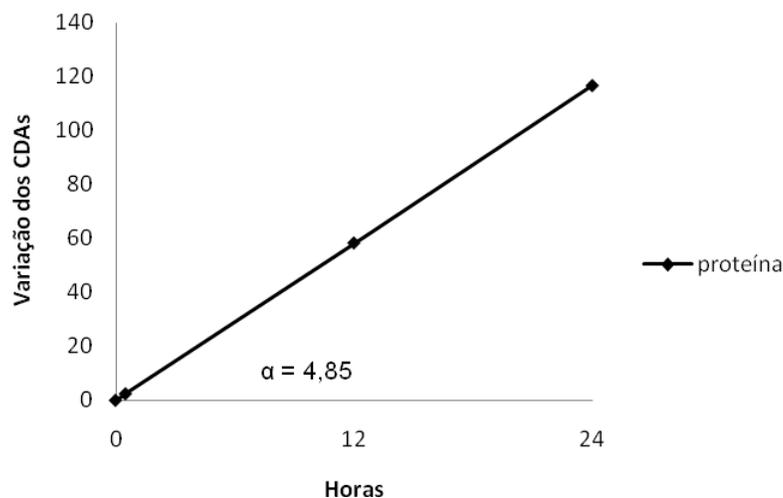


Figura 07– Reta de regressão da variação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDAs), segundo o tempo de coleta das fezes, da proteína, na ração com substituição por 30% por farinha de carne e ossos, para *T. leeri*.

O extrato etéreo presente em um ingrediente é grande contribuinte para a porção energética de uma dieta, todos os alimentos testados aumentaram os valores dos CDAs, conforme aumentava o tempo de coleta das fezes para as análises, com leve variação no  $\alpha$  = ângulo da reta (farelo de soja  $\alpha = 0,94$ , farinha de carne  $\alpha = 0,13$ , farinha de peixe  $\alpha = 0,02$ , farelo de milho  $\alpha = 0,48$ , farelo de trigo  $\alpha = 0,37$ ).

Os valores de matéria mineral e fibra bruta também se comportaram da mesma forma segundo o tempo de coleta das fezes, superestimando os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente, ao passo que se gasta maior tempo na retirada das fezes do contato com a água, como os dados indicam, podendo acrescentar em até 1% do valor a cada hora que as fezes permanecem no tanque ou aquário.

O processo de lixiviação deve ser evitado em estudos de digestibilidade de organismos aquáticos. É importante lembrar que fatores ligados a temperatura ambiental, variação dos ingredientes ou a presença de microorganismos indígenas também influenciam no processo de digestão dos alimentos, sendo imprescindível a busca em se minimizar o efeito da lixiviação dentro das análises laboratoriais, desta forma, quanto menor o tempo de exposição das fezes com a água dos tanques ou aquários, menor será a variação nos resultados obtidos.

Os resultados indicam que a variação dos valores de coeficiente de digestibilidade aparente, conforme o tempo de coleta das fezes para análise, oscila na

maioria dos componentes em até 1% do valor a cada hora (com exceção da proteína bruta da farinha da carne e ossos que foi de 4,85). Uma vez que os trabalhos realizados são baseados em uma margem de até 5% de erro estatístico, pode-se inferir que a coleta das fezes pode ser alterada para um período maior do que os 15 ou 30 minutos usualmente aplicados. Um período de coleta das fezes que ultrapasse a primeira e a segunda hora após a evacuação pode facilitar a rotina experimental, sem ocasionar em problemas nos resultados obtidos.

## CONCLUSÕES

O tempo para coletas de fezes para análises de digestibilidade variam em até 1% para cada hora após evacuação. As coletas das fezes para análises de digestibilidade podem ocorrer dentro das primeiras horas após evacuação, sem alterações significativas no valor dos coeficientes de digestibilidade aparente.

## REFERÊNCIAS

- ALLAN, G. L.; ROWLAND, S. J.; PARKINSON, S.; STONE, D. A. J.; JANTRAROTAI, W. Nutrient digestibility for juvenile silver perch *Bidyanus bidyanus*: development of methods. **Aquaculture**, n°.170; pp:131–145. 1999.
- ARAUJO, D. M.; SILVA, J. H. V.; ARAUJO, J. A. *et al.* Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.67-72, 2008.
- AUSTRENG, E. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of from different segments of the gastrointestinal tract. *Aquaculture*, Amsterdam, v.13, p.265-272, 1978.
- BOYD, C. E. Water quality management in ponds for fish culture. **Development in Aquaculture and Fisheries Science**. New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1990. 482p.
- CHO, C. Y., KAUSHIK, S. J. Nutritional energetics in fish: energy and protein utilisation in rainbow trout *Salmo gairdneri*. **World Revist Nutrition Diet**. Karger, Basel 6. 132–172. 1990.
- CHOUBERT, G.; DE LA NOU, E. J. e LUQUET, P. Digestibility in fish: improved device for the automatic collection of faeces. **Aquaculture** 29, 185–189. 1982.

- COLE, B.; TAMARU, C. S.; BAILEY, R.; BROWN, C. **A manual for commercial production of the gourami, *Trichogaster trichopterus*, a temporary paired spawner.** Center for Tropical and Subtropical Aquaculture, n°. 135, 37p. 1999.
- De SILVA, S. S., PERERA, M. K. Digestibility of aquatic macrophyte by the cichlid *Etroplus suratensis* Bloch. with observations on the relative merits of three indigenous components as markers and daily changes in protein digestibility. **Journal Fish Biology.** 23, 675–684. 1983.
- DEGANI, G. Effect of Different Diets and Water Quality on the Growth of the Larvae of *Trichogaster trichopterus* (B&S 1801). **Aquacult. Engin.** 9: 367-375. 1990.
- LOVELL, R. T. **Nutrition and Feeding of Fish.** Van Nostrand-Reinhold, New York, NY, 260 pp. 1989.
- NRC. **National Research Council. Nutrient requirements of fish.** Washington, DC: National Academy Press. 1993.
- PERCIVAL, S. B.; LEE, P. S.; CARTER, C. G. Validation of a technique for determining apparent digestibility in large (up to 5 kg) Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in seacages. **Aquaculture**, v.201, p.315-327, 2001.
- WINDELL, J. T.; FOLTZ, J. W.; SAROKON, J. A. Effect of fish size, temperature, and amount fed on nutrient digestibility of a pellet diet by rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Transactions of the American Fisheries Society**, v.107, p.613-616, 1978.
- ZUANON, J. A. S.; ASSANO, M.; FERNANDES, J. B. K. Desempenho de *Trichogaster (Trichogaster trichopterus)* Submetido a Diferentes Níveis de Arraçoamento e Densidades de Estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1639-1645, 2004.
- ZUANON, J. A. S.; HISANO, H.; FALCON, D. R.; SAMPAIO, F. G.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. Digestibilidade de alimentos protéicos e energéticos para fêmeas de beta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.987-991, 2007.