

49011

MFN34309

**WILLIBALDO BRÁS SALLUM**

**ÓXIDO DE CRÔMIO III COMO INDICADOR EXTERNO EM  
ENSAIOS METABÓLICOS PARA O MATRINCHÃ (*Brycon cephalus*,  
GÜNTHER 1869) (TELEOSTEI, CHARACIDAE)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Doutorado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição Animal-Monogástricos para obtenção do título de Doutor.

Orientador

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2000

BIBLIOTECA CENTRAL

UFLA

N.º CLAS. T639.3752

SAL

N.º: 49011  
DATA: 16/05/00

BIBLIOTECA CENTRAL - UFLA



49011

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

**Sallum, Willibaldo Brás**

Óxido de cromo III como indicador externo em ensaios metabólicos para o  
matrinchã (*Brycon cephalus*, Günther 1869) (Teleostei, Characidae) / Willibaldo  
Brás Sallum. – Lavras : UFLA, 2000.

116 p. : il.

Orientador: Antônio Gilberto Bertechini.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Matrinchã. 2. Nutrição. 3. Óxido de cromo III. 4. Digestibilidade. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-639.3752

**WILLIBALDO BRÁS SALLUM**

**ÓXIDO DE CRÔMIO III COMO INDICADOR EXTERNO EM  
ENSAIOS METABÓLICOS PARA O MATRINCHÃ (*Brycon cephalus*,  
GÜNTHER 1869) (TELEOSTEI, CHARACIDAE)**

**Tese apresentada à Universidade  
Federal de Lavras, como parte das  
exigências do curso de Doutorado em  
Zootecnia, área de concentração em  
Nutrição Animal-Monogástricos para  
obtenção do título de Doutor.**


**APROVADA em 25 de fevereiro de 2000**

**Prof. Dr. Luis Edivaldo Pezzato  
UNESP**

**Dra. Norma Dulce de C. Barbosa  
CEMIG**

**Dr. Osmar Ângelo Cantelmo  
CEPTA**

**Prof. Dra. Priscila Vieira R. Logato  
UFLA**

  
**Prof. Antônio Gilberto Bertechini  
UFLA  
(Orientador)**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2000**

À minha esposa, Hellen, e aos nossos  
filhos, Müller e Brenno, pelo apoio,  
paciência e compreensão.

Aos meus pais, José (*in memoriam*) e  
Parisina, pelo exemplo de vida.

Aos meus irmãos, pelo convívio.

Dedico.

# SUMÁRIO

## Página

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1.....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Digestibilidade.....	3
2.2 Fatores que influenciam a digestibilidade.....	4
2.2.1 Peso e tamanho corporal.....	4
2.2.2 Nível de arraçoamento e estado físico do ingrediente.....	5
2.2.3 Nível de ingrediente da dieta.....	6
2.2.4 Temperatura da água.....	7
2.2.5 Salinidade.....	8
2.2.6 Aglutinante.....	9
2.3 Indicadores.....	9
2.3.1 Indicador externo - óxido de crômio.....	10
2.4 Métodos para a determinação da digestibilidade.....	13
2.5 Matrinhã - <i>Brycon cephalus</i> .....	16
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
CAPÍTULO 2: Determinação do coeficiente de digestibilidade aparente de ingredientes de ração para o matrinhã ( <i>Brycon cephalus</i> , Günther 1869) (Teleostei, Characidae).....	31
1 RESUMO.....	31
2 ABSTRACT.....	32
3 INTRODUÇÃO.....	33
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	34
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	37

	<b>Página</b>
5.1 Local .....	37
5.2 Ensaio .....	37
5.2.1 Tratamentos.....	37
5.2.2 Animais utilizados, manejo e período experimental .....	39
5.2.3 Preparo das dietas experimentais e arraçamento dos animais .....	40
5.2.4 Coleta e preparo das amostras, medições e análises laboratoriais....	40
5.2.5 Cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente dos ingredientes .....	42
5.2.6 Delineamento experimental.....	44
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
6.1 Matéria seca .....	46
6.2 Proteína bruta .....	49
6.3 Extrato etéreo .....	55
6.4 Digestibilidade.....	56
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>59</b>
<b>8. CONCLUSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>60</b>
<b>CAPÍTULO 3: Estudo metodológico para a utilização de indicador externo em estudos nutricionais para o matrinhã (<i>Brycon cephalus</i>, Günther 1869) (Teleostei, Characidae).....</b>	<b>65</b>
<b>1 RESUMO.....</b>	<b>65</b>
<b>2 ABSTRACT.....</b>	<b>66</b>
<b>3 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>67</b>
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>68</b>
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>70</b>
5.1 Local .....	70
5.2 Ensaios .....	70

	<b>Página</b>
5.2.1 Tratamentos .....	71
5.2.2 Animais utilizados, manejo e período experimental .....	71
5.2.3 Preparo das dietas experimentais e arraçoamento dos animais .....	73
5.2.4 Coleta e preparo das amostras, medições e análises laboratoriais ...	73
5.2.5 Cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes .	75
5.2.6 Delineamento experimental.....	76
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>77</b>
6.1 Ensaio 1.....	77
6.1.1 Matéria seca e proteína bruta .....	78
6.2 Ensaio 2.....	81
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>85</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>90</b>

## **AGRADECIMENTOS**

À Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF, através de seus dirigentes Dr. Airson Bezerra Lócio (Presidente), Dr. Manoel Geraldo Dayrell (Chefe de Gabinete da Presidência), Dr. Ciriaco Serpa de Menezes (Superintendente da 1ª SR), por concederem-me a liberação para curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior - CAPES, pela bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, pelo financiamento desta pesquisa.

À Universidade Federal de Lavras - UFLA, Departamento de Zootecnia, pela oportunidade.

Ao Prof. Antônio Gilberto Bertechini, pela segura orientação e sólida amizade.

Aos membros da Banca Examinadora, Prof<sup>ª</sup>. Dr.<sup>ª</sup>. Priscila Vieira Rosa Logato, Dr.<sup>ª</sup>. Norma Dulce de Campos Barbosa, Dr. Osmar Ângelo Cantelmo e Prof. Dr. Luis Edivaldo Pezzato, pelas valiosas contribuições.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais - CEPTA, pelo irrestrito apoio logístico à realização deste trabalho.

Ao Dr. Osmar Ângelo Cantelmo, pela fundamental orientação e consideração.

Aos amigos Ricardo Torres, Vera Elen, Maria Angélica, Donizette Aparecido, José Sávio, José Augusto, Suzete Maria, Gediene Araújo, Elenice Beck, Antônio Carlos e demais funcionários, vigilantes e estagiários do CEPTA, que tornaram possível a fase experimental deste trabalho.

A todos os funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, juntamente com Édison José Fassani e Cláudio Henrique O. Carvalho, pela condução das análises laboratoriais.

Aos colegas do Curso de Doutorado, Carla, Ingrid, Vera, Luis, Kleber e Robson, pelo companheirismo e evolução intelectual.

Ao doutorando Édison José Fassani, pelo apoio na condução das análises estatísticas.

Ao colega Edson Vieira Sampaio, pela digitação e diagramação eletrônica da tese.

A todos que, das mais variadas formas, contribuíram para a concretização deste trabalho.



## **BIOGRAFIA**

**WILLIBALDO BRÁS SALLUM**, filho de José Mansor Sallum e Parisina Brás Sallum, nasceu em Campo Belo, Minas Gerais, em 1954.

Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, em julho de 1979. Nesse mesmo ano, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na área de Nutrição de Monogástricos pela Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em agosto de 1981.

É funcionário da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco - CODEVASF, desde 1984, estando lotado na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias, em Três Marias, no estado de Minas Gerais.

Iniciou o Curso de Doutorado em Nutrição Animal pela Universidade Federal de Lavras, em março de 1995.

## RESUMO

SALLUM, W.B. Óxido de crômio III como indicador externo em ensaios metabólicos para o matrinhã (*Brycon cephalus*, Günther 1869) (Teleostei, Characidae). Lavras: UFLA, 2000. 116 p. (Tese de Doutorado em Nutrição Animal - Monogástricos)\*

Foram realizados dois experimentos com alevinos de matrinhã (*Brycon cephalus*) no Laboratório Úmido do Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais - CEPTA do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis - IBAMA. No experimento 1, objetivou-se determinar o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo dos ingredientes: milho, farelos de algodão, trigo e soja e da farinha de peixe, com resultados de coeficientes de digestibilidade aparente significativamente maiores ( $P < 0,05$ ) para a matéria seca do milho (52,3%), farelo de trigo (54,0%) e farinha de peixe (54,5%), para a proteína bruta dos farelos de trigo (83,8%) e soja (90,5%) e da farinha de peixe (88,7%) e para o extrato etéreo da farinha de peixe (67,7%). No experimento 2, subdividido em dois ensaios, os objetivos foram determinar a influência do nível de inclusão de 0,1%; 0,6%; 1,1%; 1,6% e 2,1% de  $Cr_2O_3$  e do dia da coleta fecal sobre a variabilidade dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta das dietas experimentais. Os resultados mostraram maior consistência dos coeficientes de digestibilidade aparente quando foram utilizados os níveis de inclusão de 0,6%; 1,1%; 1,6% e 2,1% de  $Cr_2O_3$ , com coleta fecal a partir do terceiro dia de alimentação.

---

\* Comitê Orientador: Antônio Gilberto Bertechini (Orientador), Norma Dulce de Campos Barbosa, Luis Edivaldo Pezzato, Osmar Ângelo Cantelmo e Priscila Vieira Rosa Logato.

## ABSTRACT

SALLUM, W.B. Methodological study of the use of the indicator external chromium oxide III for the matrinchã (*Brycon cephalus*, Günther 1869) (Teleostei, Characidae). Lavras: UFLA, 2000. 116 p. (Doctor's Thesis in Mogastric Animal Nutrition)\*

Two experiments were carried with matrinchã fingerlings (*Brycon cephalus*), in the Laboratório Úmido of the Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais - CEPTA of the Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis - IBAMA. Experiment 1 was aimed at determining the coefficient of apparent digestibility of the dry matter, crude protein and ethereo extract of the ingredients: corn, cottonseed meal, wheat meal and soybean meal and of fish meal, with results of digestibility coefficients significantly higher as for the dry matter of corn, wheat meal and fish meal and for the crude protein of wheat meal and soybean meal and of fish meal. In experiment 2, subdivided into two assay, the objectives were to determine the influence of the level of inclusion of 0,1%; 0,6%; 1,1%; 1,6% and 2,1% of  $Cr_2O_3$  and that of the day of fecal collection, on the variability of coefficients of apparent digestibility of the dry matter and of the crude protein of the experimental diets. The results showed larger consistence of the coefficients of apparent digestibility when were used the levels of inclusion of 0,6%; 1,1%; 1,6% and 2,1% of  $Cr_2O_3$

---

\* Guidance Committee: Antônio Gilberto Bertechini (Adviser), Norma Dulce de Campos Barbosa, Luis Edivaldo Pezzato, Osmar Ângelo Cantelmo e Priscila Vieira Rosa Logato.

# CAPÍTULO 1

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção total da aquicultura na América Latina e Caribe representam, em volume, somente 1,8% da produção mundial, sendo a contribuição brasileira de apenas 6,1% desse total; muito embora nessa região a taxa média de crescimento tenha sido superior à mundial no período 1990-1995 (Martinez e Pedini, 1998). Entretanto, os aspectos sócio-cultural e econômico conferem ao Brasil o baixo consumo per capita de 6,4 kg/ano de pescado, em contraste com os 55 kg/ano verificados na região amazônica, que é próximo ao de Portugal com 60,2 kg/ano, o segundo maior consumo per capita do mundo (Borghetti, 1996).

Embora o Brasil possua uma riquíssima ictiofauna, além de excelentes condições climáticas e de estoque de águas interiores, a piscicultura nacional caracteriza-se pela presença de espécies exóticas bem adaptadas, em detrimento da escassez de conhecimentos sobre a maioria das espécies nativas com potencial para exploração piscícola. Dentre essas, a espécie *Brycon cephalus* apresenta hábito alimentar onívoro, com prensão do alimento ainda na superfície d'água, característica relevante em relação à utilização de rações artificiais e à menores perdas destas durante o arraçoamento, componente importante na composição final do custo do pescado.

O valor nutritivo de um ingrediente é dependente de vários fatores, inclusive digestão e absorção dos nutrientes pelo organismo animal. A determinação da digestibilidade de um alimento é importante, não somente por possibilitar a formulação de rações que potencializam o crescimento da espécie

disponíveis , mas também para limitar as perdas produzidas pelo peixe (Gaylord e Gatlin III, 1996), resultando numa atividade zootécnica competitiva, pois otimiza a relação custo/benefício, tornando-a também ecologicamente correta. Para tanto, os nutricionistas vêm utilizando recomendações baseadas em investigações realizadas em condições e espécies muito diferentes das brasileiras. Entretanto, o meio aquático representa um desafio em relação à determinação do coeficiente de digestibilidade dos ingredientes e rações, principalmente no tocante à lixiviação de nutrientes das rações e das fezes. Dentre os vários métodos propostos para tal finalidade, foi utilizado nesta pesquisa o proposto por Cho, Cowey e Watanabe (1985) e Cho (1987), pelo sistema de Guelf modificado, através do indicador externo óxido de crômio III.

Destarte, é de suma importância a realização de pesquisas básicas nessa área extremamente deficiente no Brasil, para dar o necessário embasamento científico ao crescente desenvolvimento da piscicultura nacional.

Considerando-se o exposto, objetivou-se determinar os coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes comumente usados em ração e ajustar a metodologia para utilização do indicador externo óxido de crômio III, em estudos nutricionais para o matrinchã (*Brycon cephalus*, Günther,1869) (Teleostei, Characidae).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Digestibilidade

A análise química e os testes alimentares são os pontos de partida para se determinar o valor nutritivo dos ingredientes, mas a sua efetiva assimilação ao serem ingeridos depende do uso que o organismo esteja capacitado a fazer deles (Maynard e Loosly, 1966). Para Hiquera (1987), o valor nutritivo de um alimento depende não somente de seu conteúdo em nutrientes mas também da capacidade do animal para digeri-los e absorvê-los da dieta, capacidade que varia em função da espécie, condições ambientais, quantidade e qualidade do nutriente, proporção relativa entre os nutrientes, processos tecnológicos, entre outros. Assim, a digestibilidade descreve a fração do nutriente ou da energia do alimento ingerido que não é excretada nas fezes (NRC, 1993).

Segundo Hopher (1988), a determinação da digestibilidade em peixes é feita desde o final do século passado (Homburger, 1877, citado por Knauth, 1898). Para esse mesmo autor, a digestão do alimento depende de três principais fatores: a) a ingestão do alimento e sua extensão, pelos quais se torna susceptível aos efeitos das enzimas digestivas; b) a atividade das enzimas digestivas; c) o tempo de exposição do alimento à ação das enzimas digestivas, sendo que estes são afetados por inúmeros fatores, com conseqüente alteração na digestibilidade dos ingredientes e/ou rações.

Sullivan e Reigh (1995) salientaram que, independente do método utilizado, os coeficientes obtidos não são valores singulares, uma vez que, na prática, a digestibilidade de uma dieta ou um ingrediente pode ser afetada por

fatores não relacionados a eles, tais como condições ambientais, saúde dos peixes, práticas alimentares, composição e processamento da dieta.

## **2.2 Fatores que influenciam a digestibilidade**

### **2.2.1 Peso e tamanho corporal**

Inaba et al. (1962) estudaram o efeito de estágios de crescimento em trutas arco-íris (*Salmo gairdneri*) e detectaram variação na digestibilidade da proteína dietética entre grupos de pesos corporais (PC) de 10 e 100 g. Em 1964, Kitamikado, Morishita e Tachino, com essa mesma espécie, verificaram a existência de diferenças estatísticas na digestibilidade da proteína dietética entre grupos com 10 e 100 g de peso corporal, com maiores valores de digestibilidade em relação ao grupo de 6g de PC. Ferraris et al. (1986), observaram que os coeficientes de digestibilidade tenderam a aumentar com o maior peso corporal do “milk fish” (*Chanos chanos*).

Law (1984) determinou os coeficientes de digestibilidade de vários ingredientes em “jelawat” (*Leptobotbus hoevenii*) de diferentes tamanhos (5-8 cm; 12-16 cm e 20-26 cm) encontrando coeficientes significativamente maiores para os peixes de 20-26 cm.

As pesquisas demonstram, portanto, que tais parâmetros influenciam os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes evidenciando alta correlação entre eles e tamanho e/ou peso dos peixes.

### 2.2.2 Nível de arraçoamento e estado físico do ingrediente

Windell, Foltz e Sarokon (1978), trabalhando com truta arco-íris, encontraram diferenças estatísticas com menores coeficientes de digestibilidade para a matéria seca, carboidrato e energia bruta, para o nível de arraçoamento de 1,6% do PC/dia. Porém, para a proteína bruta e lipídio, não houve diferença entre os níveis de 0,4% e 0,8% do PC/dia.

Bergot e Breque (1983), constataram a existência de efeitos positivos na digestibilidade do amido para trutas arco-íris, através do estado físico e nível de arraçoamento. Houve elevação significativa na digestibilidade do amido cru, de 38% para 55%, com os respectivos níveis, alto (aproximadamente 1% do PC/dia) e restrito (0,5% do PC/dia) de arraçoamento. Quando gelatinizado, esta variação foi de 87% para o alto nível de arraçoamento e de 90% para o nível restrito. Wilson e Poe (1985), em determinações da digestibilidade aparente da proteína e energia de vários ingredientes, com dietas prensadas e extrusadas para o “channel catfish” (*Ictalurus punctatus*), encontraram somente pequenas diferenças nos valores de energia digestível de ambas as dietas.

Com o bagre africano (*Clarias gariepinus*), Henken, Kleingeld e Tijssen (1985) verificaram correlação negativa entre a digestibilidade aparente e os altos níveis de arraçoamento, utilizando os níveis de 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0% e 2,5% do PC/dia.

Verifica-se, pelos resultados encontrados na literatura, a influência do nível de arraçoamento e do processamento dos ingredientes e/ou rações sobre a digestibilidade destes.



### 2.2.3 Nível de ingrediente da dieta

➤△ A digestibilidade da proteína bruta e do amido em dietas em que estejam presentes contendo diferentes níveis, foi determinada por Inaba et al. (1963), trabalhando com a truta arco-íris. A digestibilidade da proteína foi alta quando a dieta continha altos níveis dela. Entretanto, a digestibilidade do  $\alpha$ -amido mostrou altos valores quando a dieta apresentava baixos valores protéicos.

Com esta mesma espécie, Kitamikado, Morishita e Tachino (1964) verificaram que a digestibilidade da proteína decresceu com o aumento do amido dietético, porém, a mudança do conteúdo do óleo mostrou pequena influência. Com a finalidade de esclarecer as diferenças das digestibilidades dietéticas entre a carpa (*Cyprinus carpio*) e “yellowtail” (*Seriola quinqueradiata*), Shimeno et al. (1977) concluíram que para “yellowtail” a digestibilidade aparente do amido e da proteína dietéticos tomaram-se menores com o aumento do amido, enquanto que para a carpa, estes foram sempre constantes.

Falge, Schpanhof e Jurss (1978), também estudaram os efeitos do aumento do conteúdo de amido e proteína sobre a digestibilidade de alimentos para trutas arco-íris e concluíram que a diminuição na atividade da amilase e protease, observada com o aumento no nível de amido, pode ser considerada como resultado do decréscimo na secreção, causado pela redução do estímulo das glândulas digestivas. Com essa espécie de trutas, Rychly e Spannhof (1979) verificaram o decréscimo dos coeficientes de digestibilidade das dietas protéicas, com o aumento do nível de carboidrato e o decréscimo do nível protéico delas.

Carneiro (1983) estimou a digestibilidade da fração protéica de quatro dietas isocalóricas em pacu (*Piaractus mesopotamicus*), obtendo um menor

coeficiente de digestibilidade da dieta com menor nível protéico e maior nível de carboidrato. A digestibilidade da matéria seca mostrou um significativo decréscimo quando o conteúdo de proteína dietética de 9,6% foi alterado para 30,4%, em larvas de tilápias do Nilo (De Silva e Perera, 1984). Com truta arco-íris, Beamish e Tomas (1984) constataram a relação direta da digestibilidade da dieta com o aumento da concentração dietética de proteína e lipídeo e inversa com o amido. Em 1987, Hanley encontrou similaridade nos coeficientes de digestibilidade em ingredientes de origem animal e vegetal e uma relação positiva entre o teor de proteína bruta e sua digestibilidade em tilápias (*Oreochromis niloticus*).

Para a truta arco-íris, Ufodike e Matty (1989) verificaram que houve elevação da digestibilidade do carboidrato dietético de 15,5% a 54% pela incorporação do milho e batata em relação a 6% do controle e também que a digestibilidade da proteína foi melhor quando 20% da dieta era composta por esses ingredientes. De Silva, Shim e Ong (1990) encontraram, em tilápias do Nilo, decréscimo da digestibilidade da matéria seca com aumento da proteína dietética e Appleford e Anderson (1997), trabalhando com a carpa comum (*Cyprinus carpio*), encontraram significativo decréscimo na digestibilidade do óleo de atum nos níveis de inclusão de 10% para 15%.

De maneira geral, verifica-se que o nível protéico da dieta tem efeitos sobre a sua digestibilidade, independente da espécie utilizada.

#### **2.2.4 Temperatura da água**

A temperatura ambiente é de fundamental importância sobre as taxas dos principais processos fisiológicos. Em especial os pecilotérmicos são bastante

dependentes da temperatura do meio em relação às suas taxas metabólica e de atividade. A influência da temperatura sobre a secreção gástrica em “brown bullhead” (*Ictalurus nebulosus*) é verdadeira, tendo como secreção máxima a 25°C (SMIT, 1967).

Coefficientes de digestibilidade de nutrientes foram comparados por Windell, Foltz e Sarokon (1978) em trutas arco-íris sob condições de diferentes pesos corporais (18 g; 207 g e 586 g), taxas de arraçoamento (0,4%, 0,8% e 1,6% do PC), nas temperaturas de 7 °C, 11 °C e 15 °C; tendo verificado a existência do efeito da temperatura com significativos menores coeficientes de digestibilidade dos nutrientes a 7 °C, nas trutas mais leves. Para “catfish” (*Ictalurus punctatus*), Andrews, Murray, e Davis (1978) verificaram substancial redução na digestibilidade da energia da gordura animal a 15°C em comparação com 28 °C. Com trutas arco-íris, Austreng, Skrede e Eldegard (1980) não encontraram diferenças nos coeficientes de digestibilidade de lipídeos sob as temperaturas de 3 °C e 11 °C, e Fauconneau et al. (1983), com trutas arco-íris, verificaram mudanças no tempo médio de trânsito relacionado à mudança de temperatura de 10°C para 18°C

Para espécies tropicais, a temperatura da água exerce grande influência no nível de consumo, porém, não existem informações sobre seu efeito na digestibilidade dos nutrientes.

### 2.2.5 Salinidade

Embora Hepher (1988) saliente o pouco conhecimento sobre o efeito da salinidade sobre a digestibilidade, cita que Macleod (1977) verificou em trutas arco-íris que as digestibilidades da matéria seca, energia e proteína decresceram

linearmente com o aumento da salinidade. Porém, De Silva e Perera (1984) não encontraram efeito da salinidade em larvas de tilápias do Nilo sobre as digestibilidades da matéria seca, proteína e energia dietética. Contudo, Ferraris et al (1986) observaram, em “milk fish” (*Chanos chanos*), uma tendência no decréscimo da digestibilidade com o aumento da salinidade.

### 2.2.6 Aglutinante

Em pesquisa com alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Cantelmo (1998) avaliou a digestibilidade aparente de rações com diferentes aglutinantes (carboximetilcelulose, polimetilcarbamida, amido de mandioca, alginato de sódio, polivinilpirrolidona e goma guar) sob processamento com e sem vapor, sobre a digestibilidade aparente da proteína e matéria seca. Os resultados mostraram significativas diferenças na melhoria dos coeficientes de digestibilidade protéica pela utilização da goma guar e alginato de sódio em rações processadas sem vapor. No entanto, a goma guar foi considerada o pior dentre os aglutinantes testados, para a obtenção de grânulos com melhor característica agregante.

### 2.3 Indicadores

Segundo Kotb e Lukey (1972), os indicadores fecais se subdividem em internos e externos, sendo os externos adicionados à ração ou administrados por outra via ao animal enquanto os internos ocorrem naturalmente nos alimentos, constituindo parte integrante deles. Os indicadores fecais apresentam várias aplicações em estudos nutricionais como: estimar a quantidade de alimento ou

nutriente consumido, medir o tempo e a taxa de passagem da digesta total ou em qualquer parte do trato digestório, estimar a digestibilidade total ou parcial dos alimentos em estudos de balanço e também estimar o consumo e a digestibilidade de forragens em condições de pastejo.

### **2.3.1 Indicador externo - óxido de crômio III**

O óxido crômico apresenta coloração verde-clara a escura e é praticamente insolúvel em água, álcool ou acetona, mas ligeiramente solúvel em ácidos e álcalis (The Merk Index, 1996).

Em ampla revisão sobre indicadores utilizados em estudos de nutrição, Kotb e Luckey (1972) afirmaram que Edin, em 1918, inicialmente propôs o uso do óxido de crômio III ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) como marcador fecal e que, de acordo com Schroeder et al. (1962), o ser humano adulto tem crômio no pulmão, mas nem sempre em outros tecidos, e os animais domésticos e selvagens possuem mais crômio nos tecidos que os humanos. Concluíram os autores que esse óxido não é tóxico, sendo recuperado quantitativamente nas fezes de humanos e de animais e pode, portanto, ser usado como indicador em estudos de digestibilidade.

Em geral, os indicadores fecais apresentam as vantagens de substituir a coleta total de fezes por amostras fecais representativas e, nesse sentido, Kane, Jacobson e Damewood (1959) concluíram que a utilização de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  economiza tempo, custo e trabalho na condução de experimentos de digestão com bovinos. Desde então, vários pesquisadores compararam a utilização do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  sob os mais variados tratamentos para esta espécie animal (Kane et al., 1953; Kane, Jacobson e Damewood, 1957; Davis, Byers e Luber, 1958; Kane, Jacobson e Damewood, 1959; Miller et al., 1967 e Utley et al., 1970).

Segundo Maynard e Loosly (1966), Coelho da Silva, Campos e Conrad (1968), Kotb e Luckey (1972) e Coelho da Silva e Leão (1979), as características ideais para uma substância ser considerada como indicador são:

- ser completamente indigerível e não absorvível;
- não ter ação farmacológica no aparelho digestório;
- passar uniformemente através do aparelho digestório;
- ter determinação química fácil e rápida; e
- preferivelmente, ser constituinte natural do alimento teste.

Para esses pesquisadores, as principais limitações do óxido crômico para bovinos estão na recuperação incompleta nas fezes e na grande variação diurna na sua excreção, pois parece que com densidade específica maior que a do alimento, passa com maior lentidão pelo trato digestório.

Knapka et al. (1967); Bowen (1978) e Leavitt (1985), abordaram esta limitação do óxido de cromo III respectivamente para asininos, peixes e também para lagosta em relação à sua densidade específica. Entretanto, com trutas arco-íris, De la Noüe et al. (1980) tiveram como propósito investigar as condições necessárias para obtenção de coeficientes de digestibilidade acurados com a utilização de coletor automático de fezes e verificaram que, a partir do terceiro dia da administração da dieta experimental, os coeficientes de digestibilidade alcançaram valores definitivos. De Silva, Shim e Ong (1990) verificaram a inexistência de diferenças estatísticas nas estimativas de digestibilidade, baseados no material fecal coletado nos períodos diurno e noturno com tilápias (*Oreochromis aureus*).

Entretanto, Ringo (1993 a,b) verificou que a composição da flora de bactérias aeróbicas do trato digestório de "Artic charr" (*Salvelinus alpinus*) foi afetada pela inclusão de 1% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  na dieta, sugerindo que o acúmulo dessa

substância no trato alimentar afeta a microflora ou diretamente o epitélio intestinal. O autor demonstrou os efeitos da exposição prolongada ao  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  sobre a passagem de lipídios dietéticos através do trato digestório e sobre a microflora intestinal.

Buddington (1980), em comparações entre indicadores para truta arco-íris e três espécies de tilápia (*O. aureus*, *O. mossambica* e *O. nilotica*), concluiu que Matéria Orgânica Resistente à Hidrólise (HROM) é mais eficiente e precisa que  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  e cinza. Para Lied, Julshamm e Braekkan (1982), o óxido de cromo III e o óxido de titânio IV foram equivalentes como indicadores externos em “Atlantic cod” (*Gadus morhua*). Tacon e Rodrigues (1984) e Rodrigues (1985) compararam indicadores externos e internos para truta arco-íris e verificaram que o óxido de cromo III e fibra bruta apresentaram as melhores repetibilidades dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes em relação ao polietileno e “Cinza Insolúvel em Ácido”.

Em 1990, De Silva, Shim e Ong não encontraram diferença significativa para os coeficientes de digestibilidade, quando compararam os indicadores óxido de cromo III e fibra bruta em *Oreochromis aureus*. Também Shahat (1993) comparou o uso de indicadores externo (óxido de cromo III) e interno (fibra bruta e cinza) para determinações da digestibilidade aparente da proteína e energia em “catfish” (*Clarias lazera*). Embora os dados tenham mostrado maiores valores de coeficientes de digestibilidade obtidos pelo uso do óxido de cromo III, seguido por cinza, concluiu o autor que o  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  pode ser considerado o mais adequado indicador. Entretanto, salientou que a cinza mostrou ser bastante adequada sob condições práticas.

Apesar de suas limitações, diversos autores citam o óxido de cromo III como o indicador mais amplamente usado nas diversas classes de animais (Inaba

et al., 1962; Furukawa e Tsukahara, 1966; Coelho da Silva, Campos e Conrad, 1968; Kotb e Luckey, 1972; Smith e Lovell, 1973; Austreng, 1978; Coelho da Silva e Leão, 1979; NRC, 1983; Tytler e Calow, 1985; Hephher, 1988; De Silva, 1989; De Silva e Anderson, 1995).

## 2.4 Métodos para a determinação da digestibilidade

Existem várias metodologias e aparelhos para coleta de fezes em estudos de nutrição com peixes, cujo desenvolvimento visa principalmente contornar situações tais como estresse dos animais pelo manuseio na coleta de fezes por pressão abdominal ou sucção anal, pela contenção em câmara metabólica ou alimentação forçada, sacrifício do animal através do método de dissecação intestinal e lixiviação de nutrientes e energia, principalmente das fezes. Assim, Inaba et al. (1962) verificaram que os coeficientes de digestibilidade da proteína dietética foram maiores nas fezes excretadas que os estimados sob pressão abdominal, em trutas arco-íris.

Para evitar o estresse da ingestão forçada com possível alteração do processo fisiológico da digestão do “channel catfish” (*Ictalurus punctatus*), Smith e Lovell (1973) anestesiaram os peixes antes da alimentação forçada e da coleta de fezes no reto. Em trutas arco-íris, Austreng (1978) coletou fezes pelo método de pressão abdominal e por dissecação em cinco regiões do tubo digestório, concluindo que o primeiro método é mais conveniente e acurado. Na comparação dos métodos de coleta: a) fezes por sedimentação; b) dieta com  $Cr_2O_3$  com coleta de fezes por sedimentação e c) dieta com  $Cr_2O_3$  com coleta de fezes por dissecação do terço final do intestino do bagre africano (*Clarias gariepinus*), Henken, Kleingeld e Tijssen (1985) concluíram que os valores de digestibilidade



obtidos pelo último método foram os mais seguros. Shahat (1993) comparou os métodos de coleta de amostras no estômago, reto e filtragem diária da água para determinações da digestibilidade aparente da proteína e energia com *Clarias lazera*, entretanto, os dados não mostraram diferenças significativas nos coeficientes de digestibilidade entre os métodos, exceto para amostras de farelo de algodão coletadas no reto.

Em 1982, Choubert, De la Noüe e Luquet apresentaram um aparelho automático para coleta de fezes, capaz de recuperá-las em até 6 a 15 segundos após eliminadas, apresentando recuperação em torno de 99% do óxido de cromo III. Cho, Cowey e Watanabe (1985) e Cho (1987) propuseram o sistema Guelf para determinação da digestibilidade, que consiste basicamente em aquários interligados com fluxo contínuo de água e fundo inclinado para facilitar o escoamento das fezes, que são coletadas por sedimentação numa coluna externa ao conjunto de aquários.

Em 1986, De la Noüe e Choubert compararam os métodos direto, indireto ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  como indicador) e o sistema supracitado proposto por Choubert, De la Noüe e Luquet (1982) para determinações da digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta em truta arco-íris, sem nítida vantagem relativa de algum tratamento. Fuente e Delgado (1993) trabalharam com o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e concluíram que o emprego do sistema Guelf demonstrou ser prático, manejável e confiável. Neste sentido, Hajen et al. (1993a) não encontraram diferenças significativas nos valores de digestibilidade da matéria orgânica de diversos ingredientes e das dietas em amostras fecais coletadas através do sistema Guelf ou por dissecação intestinal do “chinook salmon” (*Oncorhynchus tshawytscha*).

Sousa (1983) utilizou o sistema de aquários para alimentação e aquário

especial em forma de funil para coleta de fezes de curimatá (*Prochilodus scrofa*), para a determinação da digestibilidade aparente da fração protéica de dietas isoenergéticas (3200 kcal EM/kg). Cyrino (1984) e Cyrino, Castagnoli e Pereira-Filho (1986) determinaram a digestibilidade das proteínas de origem animal e vegetal de rações isoenergéticas (3000 kcal EM/kg) e isoprotéicas (35% PB) pelo matrinhã (*Brycon cephalus*) em recipientes de alvenaria para alimentação, com a coleta de fezes por sifonagem. Em 1989, Souza efetuou estudos sobre digestibilidade aparente da proteína em dietas isocalóricas (2700 kcal EM/kg) e isoprotéicas (25% PB) em híbridos *Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum* em recipientes idênticos aos autores anteriores e Pereira Filho (1989) usou recipientes coletores de fezes em forma de funil em estudo de digestibilidade com carpas (*Cyprinus carpio*).

Cho, Cowey e Watanabe (1985) e Cho (1987) propuseram a metodologia para determinação da digestibilidade de ingredientes, sendo a dieta experimental composta de 70% com dieta referência e 30% com o ingrediente a ser testado, assumindo a inexistência de interação entre os distintos componentes da dieta, durante a digestão. Em relação à proporção dieta referência/ingrediente teste, para De Silva, Shim e Ong (1990) e De Silva e Anderson (1995) a relação ideal é de 80-85% da dieta referência e 15-20% do ingrediente teste. Porém, Hajen et al. (1993b) verificaram maior variabilidade dos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes testes nos níveis de inclusão de 15% em relação ao de 30%. Contudo, o estudo realizado para a determinação da digestibilidade de nutrientes e energia em trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) pelos métodos de substituição integral da dieta e substituição do ingrediente, não revelou maiores diferenças para valores e variabilidade das digestibilidades entre os métodos (Aksnes, Hjertnes e Opstvedt, 1996). Em estudos recentes com peixes, os pesquisadores tem utilizado

a metodologia proposta por Cho, Cowey e Watanabe (1985) e Cho (1987), na composição das dietas experimentais, porém com a coleta fecal feita por pressão manual do abdômem ou por dissecação intestinal (Hajen et al. 1993b; Sullivan e Reigh, 1995; McGoogan e Reigh 1996, Gaylord e Gatlin III, 1996).

## 2.5 Matrinhã - *Brycon cephalus*

Segundo Howes (1982), a classificação taxonômica do matrinhã (*Brycon cephalus*, Günther, 1869) é a seguinte:

CLASSE:	Teleostei
SUB-ORDEM:	Characoidei
FAMÍLIA:	Characidae
GÊNERO:	<i>Brycon</i>
ESPÉCIE:	<i>Brycon cephalus</i>

O gênero *Brycon* amplamente distribuído nas Américas do Sul e Central, possui cerca de 60 espécies nominais, das quais 40 parecem ser válidas. Entretanto, até o final da década de 1980, a taxonomia *Brycon* era ainda pouco conhecida, especialmente em relação às espécies amazônicas (Howes, 1982; Borges, 1986; Correa, 1987; Britski, Sato e Rosa., 1984; Zaniboni Filho, 1985).

O gênero *Brycon* e seus representantes desde há algum tempo vêm sendo apontados como possuidores de potencial para a exploração piscícola (Werner e Saint-Paul, 1979, 1980; Saint-Paul, Werner e Teixeira, 1981; Woynarovich e Horváth, 1983; Saint-Paul, 1986; Cyrino, Castagnolli e Pereira-Filho, 1986; Sallum, 1988; Soares, 1989; Honczaryk, 1994; Pereira Filho et al. 1994 e 1995).

A espécie *Brycon cephalus* (Figura 1), encontrada na bacia amazônica (Gil, 1949 e Howes, 1982), é de reconhecida importância comercial naquela região, sendo incluída na categoria de “primeira” e ocupando as principais espécies que suportam o maior esforço de pesca, inclusive durante a entressafra (Petrere Jr., 1978; Gouding, 1979; Jesus e Castelo, 1991).

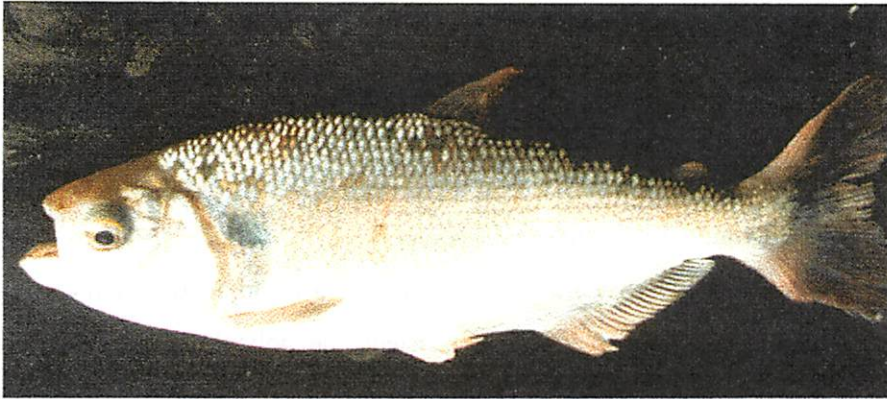


Figura 1 - Matrinchã (*Brycon cephalus*)

O fator de condição relativo (Kn) está relacionado com o estado fisiológico dos peixes, de maneira que fatores como maturidade sexual, ambiente, suprimento de alimento e grau de parasitismo podem afetá-lo. Zaniboni Filho (1985) determinou o Kn de matrinchãs capturados nos rios Negro e Solimões, observando que os menores valores foram registrados durante o processo de maturação gonadal, o que explica os gastos energéticos necessários para o desenvolvimento das gônadas ou pela baixa disponibilidade alimentar até a época inicial de enchentes.

Em estudo de sazonalidade alimentar realizado ao longo do rio Negro, Borges (1986) verificou, pelo conteúdo estomacal desta espécie, a predominância de frutas e sementes no período das cheias e de artrópodos na época seca, sendo

considerada por Gouding (1979) como espécie de hábito alimentar onívoro.

Em relação as características inerentes a uma espécie apta à piscicultura, salientadas por Huet (1983), a *Brycon cephalus* satisfatoriamente as possui e Zaniboni Filho (1985) afirma ser resistente ao manuseio cuidadoso. Chabalin e Mendonça (1994) analisaram o mercado consumidor de *Brycon cephalus* em Pirassununga-SP, onde registraram ótima aceitabilidade por parte dos consumidores, indicando os resultados que, havendo oferta regular e constante com produto de boa qualidade e preço compatível, o matrinhã tem grande chance de conquistar o mercado. Pezzato et al. (1994) não registraram mortalidade significativa, mesmo durante o período de inverno, demonstrando facilidade de aclimação às condições de clima subtropical.

A espécie também demonstrou aceitar bem a ração artificial em cativeiro e mostrou potencial para a criação em sistema de policultura com o jaraqui (*Semaprochilodus insignis*) em pequenas represas (Graef et al., 1986). Romagosa et al. (1996), utilizando duas densidades de criação (1 peixe/2,5 m<sup>2</sup> e 1 peixe/0,75 m<sup>2</sup>), verificaram excelente desempenho e crescimento bastante homogêneo dos peixes. No sistema de criação intensivo em tanque-rede, Carvalho (1996) não encontrou diferença no seu desempenho, nas densidades de 50, 100 e 150 peixes/m<sup>3</sup>.

A sua rusticidade, em termos de exigências nutricionais, foi melhor observada em estudos conduzidos por Cyrino (1984), o qual determinou a digestibilidade da fração protéica de origem animal e vegetal em dietas isocalóricas e isoprotéicas, concluindo que o matrinhã digere igualmente bem as diferentes fontes protéicas. Em termos de qualidade e quantidade de proteína dietética Mendonça, Cantelmo e Ribeiro (1993) demonstraram significativo maior ganho de peso com a utilização de farelo de soja tostado em relação à farinha de

peixe, em dietas isoprotéicas com 25% de PB. Mendonça, Cantelmo e Ribeiro (1994) não encontraram diferenças em ganho de peso testando esses ingredientes. Antunes et al. (1994) analisaram quimicamente os filés e proporções do matrinchã, verificando que as fontes protéicas das dietas, farelo de soja e farinha de peixe não influenciaram a composição química dos filés, sendo classificados na categoria A de Stanby (1962) para consumo humano apresentando: baixo lipídeo e alta proteína, evidenciando a possibilidade de substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja tostado, sem acarretar prejuízos à excelência da qualidade desta espécie.

Pereira-Filho et al. (1994 e 1995) testaram dietas com níveis de 19%, 25% e 31% de proteína bruta (PB) e 2%, 10% e 20% de fibra bruta (FB) em que os melhores pesos finais foram obtidos com as dietas intermediárias destes nutrientes, concluindo que alimentos fibrosos são bem utilizados pelo matrinchã.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKSNES, A.; HJERTNES, T.; OPSTVEDT, J. Comparison of two methods for determination of nutrient and energy digestibility in fish. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 140, p. 343-359, 1996.
- ANDREWS, J.W.; MURRAY, M. W.; DAVIS, J.M. The influence of dietary fat levels and environmental temperature on digestible energy and absorbability of animal fat in catfish diets. *Journal Nutrition*, Bethesda, v. 108, p. 749-752, 1978.
- ANTUNES, S.A.; MENDONÇA, J.O.J.; CANTELMO, O.A.; CECCARELLI, P.S., RIBEIRO, M.A.R. Composição química dos filés e proporções do matrinchã, *Brycon cephalus* Günther, 1869 (Teleostei, Characidae), alimentado com proteína de origem vegetal e animal, Pirassumunga, SP, Brasil. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8, ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGIA E ORGANISMOS AQUÁTICOS, 3. 1994, Piracicaba/SP. Resumos... p. 136.
- APPLEFORD, P.; ANDERSON, T. A. Apparent digestibility of tuna oil for common carp, *Cyprinus carpio* - effect of inclusion level and adaptation time. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 148, p. 143-151, 1997.
- AUSTRENG, E. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 13, p. 265-272, 1978.
- AUSTRENG, E.; SKREDE, A.; ELDEGARD, A. Digestibility of fat and fatty acids in rainbow trout and mink. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 19, p. 93-95, 1980.
- BEAMISH, F. W. H.; THOMAS, E. Effects of dietary protein and lipid on nitrogen losses in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 41, p. 359-371, 1984.
- BERGOT, F.; BREQUE, J. Digestibility of starch by rainbow trout: effects of the physical state of starch and of the intake level. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 34, p. 203-212, 1983.
- BORGES, Q.A. Ecologia de três espécies do gênero *Brycon* Müller & Troschel, 1844 (Pisces - Characidae), no rio Negro-Solimões, com ênfase na caracterização taxonômica e alimentação. Manaus: Fundação Universidade do Amazonas - INPA, 1986. 150p. (Dissertação-Mestrado em Ciências Biológicas).

- BORGHETTI, J.R. Estimativas da produção pesqueira brasileira. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 35, p. 25-27, maio/junho 1996.
- BOWEN, S. H. Chromic acid in assimilation studies - a caution. **Transactions of the American Fisheries Society**, Bethesda, v. 107, n. 5, p. 755-756, 1978.
- BRITSKI, H.A.; SATO, Y.; ROSA, A.B.S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes do São Francisco**. Brasília: Câmara dos Deputados - CODEVASF, 1984. 143 p.
- BUDDINGTON, R.K. Hydrolysis-resistant organic matter as a reference for measurement of fish digestive efficiency. **Transactions of the American Fisheries Society**, Bethesda, v. 109, p. 653-656, 1980.
- CANTELMO, O.A. **Características físicas e avaliação biológica de rações para peixes confeccionadas com diferentes aglutinantes e técnicas de processamento**. Botucatu: UNESP, 1998. 65p. (Tese-Doutorado em Zootecnia).
- CARNEIRO, D. J. Níveis de proteína e energia na alimentação do pacu *Colossoma mitrei* (BERG, 1895). Jaboticabal: UNESP, 1983. 56p. (Dissertação-Mestrado em Ciências Agrárias).
- CARVALHO, R.A.P.L.F. **Desempenho e manejo alimentar do matrinhã, *Brycon cephalus* Günther, 1869 criado em tanques-rede em diferentes densidades de estocagem**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1996, 47p. (Monografia-graduação).
- CHABALIN, E.; MENDONÇA, J.O.J. Comercialização experimental do matrinhã *Brycon cf. cephalus* (Pisces, Characoidae) no mercado de Pirassumunga, SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8, ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGIA E ORGANISMOS AQUÁTICOS, 3, 1994, Piracicaba/SP. **Resumos...** p. 127
- CHO, C.Y. La energía en la nutrición de los peces. In: MONTEROS, J.E. de los; LABARTA, U. (eds.). **Nutrición en acuicultura II**. Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, 1987, p. 197-243.
- CHO, C.Y.; COWEY, C.B.; WATANABE, T. **Finfish nutrition in Asia: methodological approaches to research and development**. Ottawa: IDRC, 1985. 154 p.
- CHOUBERT, G.; De la NOÛE, J.; LUQUET, P. Digestibility in fish: improved device for the automatic collection of feces. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 29, p. 185-189, 1982.



- COELHO DA SILVA, J. F. C.; CAMPOS, J.; CONRAD, J.H. Uso do óxido crômico na determinação da digestibilidade. *Experientiae*, Viçosa, v. 8, n. 1, p. 1-23, 1968.
- COELHO DA SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 384 p.
- CORREA, M.A.V. Crescimento do matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Teleostei, Characiade) no baixo rio Negro, seus afluentes e no baixo rio Solimões. Manaus: Fundação Universidade do Amazonas - INPA, 1987, 124 p. (Dissertação-Mestrado em Ciências Biológicas).
- CYRINO, J.E.P. Digestibilidade da proteína de origem animal e vegetal pelo matrinxã *Brycon cephalus* GÜNTHER, 1869 (Euteleostei, Characoidei, Characidae). Manaus: Fundação Universidade do Amazonas - INPA, 1984, 39 p. (Dissertação-Mestrado em Ciências Biológicas).
- CYRINO, J.E.P.; CASTAGNOLLI, N.; PEREIRA-FILHO, M. Digestibilidade da proteína de origem animal e vegetal pelo matrinxã (*Brycon cephalus* GÜNTHER, 1869) (Euteleostei, Characiformes, Characidae). SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 4, 1986, Cuiabá - MT. Anais...Cuiabá: UFMT, Associação Brasileira de Aquicultura. p. 49-62
- DAVIS, C. L.; BYERS, J. H.; LUBER, L. E. An evaluation of the chromic oxide method for determining digestibility. *Journal of Dairy Science*, Champain, v. 41, n. 1, p. 152-159, jan. 1958.
- De La NOÛE, J.; CHOUBERT, G. Digestibility in rainbow trout: Comparison of the direct and indirect methods of measurement. *The Progressive Fish-Culturist*, Bethesda, v. 48, p.190-195, 1986.
- De La NOÛE, J.; CHOUBERT, G.; PAGNIEZ, B.; BLANC, J.M.; LUQUET, P. Digestibilité chez la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri*) lors de l'adaptation à un nouveau régime alimentaire. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Ottawa, v. 37, p. 2218-2224, 1980.
- De SILVA, S.S. Fish nutrition research in Asia. In: **ASIAN FISH NUTRITION NETWORK MEETING**, 3, 1989 **Proceedings...** Manila: Asian Fisheries Society. 1989. 166 p. (Asian Fisheries Society Special Publication, 4)
- De SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. **Fish nutrition in aquaculture**. London: Chapman & Hall, 1995. 319 p.

- De SILVA, S. S.; PERERA, M. K. Digestibility in *Sarotherodon niloticus* fry: effect of dietary protein level and salinity with further observations on variability in daily digestibility. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 38, p. 293-306, 1984.
- De SILVA, S.S.; SHIM, K.F.; ONG, A.K. An evaluation of the method used in digestibility estimations of a dietary ingredient and comparisons on external and internal markers, and time of faeces collection in digestibility studies in the fish *Oreochromis aureus* (Steindachner). *Reproduction, Nutrition, Development*, Paris, v. 30, p. 215-226, 1990.
- FALGE, R.; SCHPANHOF, L.; JURSS, K. Amylase, estearase and protease activity in the gut contents of the rainbow trout, *Salmo gairdneri*, feeding on diets containing different amounts of starch and protein. *Journal of Ichthyology*, New York, v. 18, p. 283-287, 1978.
- FAUCONNEAU, B.; CHOUBERT, G.; BLANC, D.; BREQUE, J.; LUQUET, P. Influence of environmental temperature on flow rate of foodstuffs through the gastrointestinal tract of rainbow trout. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 34, p. 27-39, 1983.
- FERRARIS, R.P.; CATA CUTAN, M.R.; MABELIN, R.L.; JAZUL, A.P. Digestibility in milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal): Effects of protein source, fish size and salinity. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 59, p. 93-105, 1986.
- FUENTE, L.V.; DELGADO, F.R. Evaluación del coeficiente de digestibilidad aparente de la fracción proteica y energética de seis productos y subproductos agroindustriales en *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). Santafé de Bogotá, D.C.: Universidad de la Salle, 1993, 83p. (Monografía-Graduação em Zootecnia).
- FURUKAWA, A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed. *Bulletin of the Japanese Society of the Scientific Fisheries*, Hakodate, v. 32, n. 6, p. 503-506, 1966.
- GAYLORD, T.G.; GATLIN III, D.M. Determination of digestibility coefficients of various feedstuffs for red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 139, p. 303-314, 1996.
- GIL, A.L.T. Una contribución al estudio del pirapitá (*Brycon orbignyus*). *Revista del Museo de La Plata*, La Plata, n. 35, tomo V, p. 351-440, 1949.
- GOUDING, M. W. *Ecologia da pesca no Rio Madeira*. Manaus: INPA, 1979. 172p.

- GRAEF, E.W.; RESENDE, E.K. de; PETRY P.; STORTI-FILHO, A. Crescimento de matrinxã (*Brycon cephalus*) e jaraqui (*Semaprochilodus insignis*) em pequenas represas. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 4, 1986, Cuiabá - MT, Resumos... Cuiabá - MT: INPA, 1986.
- HAJEN, W.E.; BEAMES, R.M.; HIGGS, D.A.; DOSANJH, B.S. Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile chinook salmon (*Onchorhynchus tshawytscha*) in sea water. 1. Validation of technique. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 112, p. 321-332, 1993a.
- HAJEN, W.E.; HIGGS, D.A.; BEAMES, R.M.; DOSANJH, B.S. Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile chinook salmon (*Onchorhynchus tshawytscha*) in sea water. 2. Measurement of digestibility. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 112, p. 333-348, 1993b.
- HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs and the effects of feeding selectivity on digestibility determinations in Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 66, p. 163-179, 1987.
- HENKEN, A.M.; KLEINGELD, D.W.; TIJSEN, P.A.T. The effect of feeding level on apparent digestibility of dietary dry matter, crude protein and gross energy in the african catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 51, p. 1-11, 1985.
- HEPHER, B. *Nutrition of pond fishes*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. 388 p.
- HIQUERA, M. de la. Diseños y métodos experimentales de evaluación de dietas. In: MONTEROS, J.E. de los, LABARTA, M. (eds.). *Nutricion en Acuicultura II*. Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y Tecnica, 1987. p. 291-318.
- HONCZARYK, A. Efeito da densidade de estocagem, sobre a performance do matrinxã, *Brycon* sp. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8, ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, 3, 1994, Piracicaba - SP, 1994. Resumos... Piracicaba. p. 15.
- HOWES, G. Review of the genus *Brycon* (Teleostei: Characidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, London, v. 43, n. 1, 47 p., 1982.
- HUET, M. *Tratado de piscicultura*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1983. Versión española de F.J. Benito Martinez. 728p.

- INABA, D.; OGINO, C.; TAKAMATSU, C.; SUGANO, S.; HATA, H. Digestibility of dietary components in fishes. I - Digestibility of dietary proteins and starch in rainbow trout. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, Hakodate, v. 28, n. 3, p. 367-371, 1962.
- INABA, D.; OGINO, C.; TAKAMATSU, C.; UEDA, T.; KUROKAWA, K. Digestibility of dietary components in fishes. II - Digestibility of dietary protein and starch in rainbow trout. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, Hakodate, v. 29, n. 3, p. 242-244, 1963.
- JESUS, R. S.; CASTELO, F.P. Produção, comercialização e abastecimento de pescado no Estado do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 6, 1989, Teresina - PI. **Anais...** Teresina: Associação de Engenharia de Pesca, 1991. p. 221-238.
- KANE, E. A.; ELY, R. E.; JACOBSON, W. C.; MOORE, L. A. A comparison of various digestion trial techniques with dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 36, n. 4, p. 325-333, Apr. 1953.
- KANE, E. A.; JACOBSON, W.C.; DAMEWOOD, P. M. Jr. The measurement of a radioactive isotope. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 40, 1957, p. 612, (Abst.)
- KANE, E. A.; JACOBSON, W. C.; DAMEWOOD, P. M. Jr. Use of radioactive chromium oxide in digestibility determinations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 42, n. 8, p. 1359-1366, Aug. 1959.
- KITAMIKADO, M.; MORISHITA, T.; TACHINO, S. Digestibility of dietary protein in rainbow trout. II. Effect of starch and oil contents in diets, and size of fish. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, Hakodate, v. 30, n. 1, p. 50-54, 1964.
- KNAPKA, J. J.; BARTH, K. M.; BROWN, D. G.; CRAGLE, R. G. Evaluation of polyethylene, chromic oxide, and cesium-144 as digestibility indicators in burros. **Journal Nutrition**, Bethesda, v. 92, n. 1, p. 79-85, Jan. 1967.
- KOTB, A. R.; LUCKEY, T. D. Markers in nutrition. **Nutrition Abstracts & Reviews**, Series B. Livestock Feed and Feeding, Aberdeen, v. 43, n. 3, p. 813-845, Mar. 1972.
- LAW, A. T. Nutritional study of jelewat, *Leptobarbus hoevenii* (Bleeker), fed on pelleted feed. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 41, p. 227-233, 1984.

- LEAVITT, D.F. An evaluation of gravimetric and inert marker techniques to measure digestibility in the american lobster. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 47, p. 131-142, 1985.
- LIED, E.; JULSHAMN, K.; BRAEKKAN, O.R. Determination fo protein digestibility in Atlantic cod (*Gadus morhua*) with internal and external indicators. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Ottawa, v. 39, p 854-861, 1982.
- MARTINEZ, M.; PEDINI, M. Status of aquaculture in Latin America and the Caribbean. *FAO Aquaculture Newsletter*, Rome, n. 18, p. 20-24. April 1998.
- MAYNARD, L. A.; LOOSLY, J. K. *Nutrição animal*. Rio de Janeiro: MacGraw Hill, 1966. 550 p.
- McGOOGAN, B.B.; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Scienops ocellatus*) diets. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 141, p. 233-244, 1996.
- MENDONÇA, J. O. J.; SENHORINI, J. A.; FONTES, N. A.; CANTELMO, O. A. Influência da fonte protéica no crescimento do matrinhã, *Brycon cephalus*, GÜNTHER, 1869 (TELEOSTEI, CHARACIDAE), em viveiros. *Boletim Técnico do CEPTA*, Pirassununga, v. 6, n. 1, p. 51-57, 1993.
- MENDONÇA, J.O.J.; CANTELMO, O.A.; RIBEIRO, M.A.R. Influência da densidade de estocagem e da fonte protéica no crescimento do matrinhã *Brycon cephalus* GÜNTHER, 1869 (TELEOSTEI, CHARACIDAE) em viveiros. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8, ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, 3, Piracicaba - SP, 1994. *Resumos...* p. 20.
- MILLER, J. K.; PERRY, S. C.; CHANDLER, P. T.; CRAGLE, R. S. Evaluation of radiocerium as a nonabsorbed reference material for determining gastrointestinal sites of nutrient absorption and excretion in cattle. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 50, p. 355-361, Mar. 1967.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requeriments of fish*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1983. 102 p.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requeriments of fish*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1993. 115 p.

- PEREIRA FILHO, M. Efeito de diferentes níveis de proteína e de fibra no desempenho, digestibilidade protéica e características da carcaça de carpa (*Cyprinus carpio* L. 1758). Jaboticabal: UNESP, 1989. 95 p. (Tese-Doutorado em Zootecnia).
- PEREIRA-FILHO, M.; CASTAGNOLLI, N.; GRAEF, E.W.; STORTI FILHO, A.; PEREIRA, M.I.O. Protein and crude fiber levels in diets for young matrinxã (*Brycon cephalus*), an Amazonian fish. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 124, p. 66, 1994. (Abst.)
- PEREIRA-FILHO, M.; CASTAGNOLLI, N.; STORTI-FILHO, A.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Efeito de diferentes níveis de proteína e de fibra bruta na alimentação de juvenis de matrinxã, *Brycon cephalus*. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 25, n. 1/2, p. 137-144, Mar./Jun. 1995.
- PETREIRE, Jr, M. Pesca e esforço de pesca no Estado do Amazonas. II - locais, aparelhos de captura e estatísticas de desembarque. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 8, n. 3, p. 1-54, Set. 1978.
- PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; DEL CARRATORE, C.R.; SALARO, A.L.; OLIVEIRA, M.C.B. Avaliação do matrinxã (*Brycon cephalus*) mantidos sob condições de clima subtropical. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, 3, Piracicaba - SP, 1994. Resumos... p. 62.
- RINGO, E. The effect of chromic oxide ( $Cr_2O_3$ ) on faecal lipid and intestinal microflora of sea water-reared Artic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Aquaculture and Fisheries Management*, Oxford, v. 24, p. 341-344, 1993a.
- RINGO, E. The effect of chromic oxide ( $Cr_2O_3$ ) on aerobic bacterial populations associated with the intestinal epithelial mucosa of Artic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Canadian Journal Microbiology*, Ottawa, v. 39, p. 1169-1173, 1993b.
- RODRIGUES, A.M.P. Uso de óxido crômico, fibras, polietileno e "cinzas insolúveis em ácido" como marcadores na avaliação dos coeficientes de digestibilidade aparente em truta arco-íris (*Salmo gairdneri* R.). In: JORNADAS SOBRE NUTRIÇÃO EM AQUACULTURA, 1985, Lisboa. Publicações anexas... Lisboa: Instituto Nacional de Investigações das Pescas., 1985, p. 63-72.
- ROMAGOSA, E.; SANCHES, E. G.; AYROZA, L. M. S; NARAHARA, M. Y.; FENERICH-VERANI, E. Avaliação do crescimento do matrinxã, *Brycon cephalus*, na região do vale do Ribeira, SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 9., 1996, Resumos... p. 128.

- RYCHLY, J.; SPANNHOF, L. Nitrogen balance in trout I. Digestibility of diets containing varying levels of protein and carbohydrate. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 16, p. 39-46, 1979.
- SAINT-PAUL, U. Potential for aquaculture of South American freshwater fishes: a review. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 54, p. 205-240, 1986.
- SAINT-PAUL, U.; WERNER, U.; TEIXEIRA, A.S. Use of waterhyacinth in feeding trials with matrinhã (*Brycon* sp.). *Journal of Aquatic Plant Management*, Chermont, v. 19, p. 18-22, 1981.
- SALLUM, W.B. Cultivo do matrinhã (*Brycon lundii* REINHARDT, 1874) em gaiolas na represa de Três Marias. In: ENCONTRO ANUAL DE AQUICULTURA. 6., 1988, Belo Horizonte. Resumos... Belo Horizonte: Associação Mineira de Aquicultura, 1988. p. 13.
- SHAHAT, T.M. Digestibility determination in Nile catfish fingerlings using internal and external markers. *Veterinary Medical Journal Giza*, Cairo, v. 41, n. 3, p. 83-91, 1993.
- SHIMENO, S.; HOSOKAWA, H.; HIRATA, H.; TAKEDA, M. Comparative studies on carbohydrate metabolism of yellowtail and carp. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, Hakodate, v. 43, p. 213-217, 1977.
- SMIT, H. Influence of temperature on the rate of gastric juice secretion in the brown bullhead, *Ictalurus nebulosus*. *Comparative Biochemistry Physiology*, Oxford, v. 21, p. 125-132, 1967.
- SMITH, B.W.; LOVELL, R.T., Determination of apparent protein digestibility in feeds for channel catfish. *Transactions of the American Fisheries Society*, Bethesda, v. 102, n. 4, p. 831-835, 1973.
- SOARES, M.C.F. Estudos preliminares do cultivo do matrinhã (*Brycon cephalus* - Günther, 1869) (TELEOSTEI: CHARACIDAE). Aclimação, crescimento e reprodução. Salvador: UFBA, 1989, 91 p. (Dissertação-Mestrado).
- SOUSA, J.A. Digestibilidade da fração protéica em dietas isocalóricas pelo Curimatá, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, 1881 (Pisces, Prochilodontidae). Jaboticabal: UNESP, 1983. 42 p. (Dissertação-Mestrado em Ciências Biológicas).
- SOUZA, R.R.P. Digestibilidade aparente da matéria de dietas para o híbrido de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*). Piracicaba: ESALQ-USP, 1989, 79 p. (Dissertação-Mestrado em Agronomia).

- 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 fibre, polyethylene and acid-insoluble ash as dietary markers for the estimation of apparent digestibility coefficients in rainbow trout. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 43, p. 391-399, 1984.
- THE MERCK INDEX - An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. 12.ed. Whitehouse Station, NJ: Merk, 1996. 1741 p.
- TYTLER, P.; CALOW, P. *Fish energetics new perspectives*. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press, 1985. 349 p.
- UFODIKE, E. B. C.; MATTY, A. J. Effect of potato and corn meal on protein and carbohydrate digestibility by rainbow trout. *The Progressive Fish-Culturist*, Bethesda, v. 51, p. 113-114, 1989.
- UTLEY, P. R.; BOLING, J. A.; BRADLEY, N. W.; TUCKER, R. E. Recovery of radioactive chromic oxide from the bovine gastrointestinal tract. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 100, n. 10, p. 1227-1232, 1970.
- WERNER, U.; SAINT-PAUL, U. Experiências de alimentação com tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Mylossoma* sp.), jaraqui (*Semaprochilodus theraponura*) e matrinhã (*Brycon melanopterus*). *Acta Amazônica*, Manaus, v. 9, n. 3, p. 617-619, Set. 1979.
- WERNER, U.; SAINT-PAUL, U. Crescimento e produção de matrinhã (*Brycon* sp.) em viveiros e pequenas represas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 2., 1980, Jaboticabal, SP, Resumos... Jaboticabal: UNESP, 1980, p. 16.
- WILSON, R. P.; POE, W. E. Apparent digestible protein and energy coefficients of common feed ingredients for channel catfish. *Progressive Fisheries Culturist*, Bethesda, v. 47, n. 3, p. 154-158, 1985.
- 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*, Bethesda, v. 107, n. 4, p. 613-616, 1978.
- WOYNAROVICH, E.; HORVÁTH, L. *A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão*. Brasília: FAO/CODEVASF/ CNPq, 1983. 220 p.



**ZANIBONI FILHO, E. *Biologia da Reprodução do Matrinã, *Brycon cephalus* (GÜNTHER, 1869) (TELEOSTEI: CHARACIDAE)*. Manaus: Fundação Universidade do Amazonas - INPA, 1985, 134 p. (Dissertação-Mestrado em Ciências Biológicas).**

**CAPÍTULO 2: Determinação do 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)**

**1 RESUMO**

**SALLUM, W. B. Determinação do 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). Lavras: UFLA, 2000. 116 p. (Tese - Doutorado em Nutrição Animal - Monogástricos)\***

Foi realizado um ensaio no Laboratório Úmido do Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais - CEPTA, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis - IBAMA, objetivando avaliar o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína bruta e do extrato etéreo de ingredientes utilizados em ração, para o matrinhã (*Brycon cephalus*). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, 420 exemplares com peso médio inicial de 25,6 g e comprimentos padrão médio de  $11,4 \pm 1,2$  cm e total médio de  $13,1 \pm 1,4$  cm nos blocos 1 e 2; e 570 exemplares com peso médio de 64,3 g e comprimentos padrão médio de  $14,3 \pm 1,3$  cm e total médio de  $16,4 \pm 1,5$  cm nos blocos 3 e 4. Foram avaliadas a digestibilidade aparente dos ingredientes, milho, farelo de trigo, farelo de algodão, farelo de soja e farinha de peixe. Os resultados mostraram maiores coeficientes de digestibilidade aparente ( $P < 0,05$ ) da matéria seca para os ingredientes milho (52,3%), farelo de trigo (54,0%) e farinha de peixe (54,5%). Os CDAs da proteína bruta foram maiores para os ingredientes farelos de trigo (83,8%), de soja (90,5%) e para a farinha de peixe (88,7%). Em relação ao extrato etéreo, a farinha de peixe apresentou o maior CDA (67,7%).

---

\*Comitê Orientador: Antônio Gilberto Bertechini (Orientador), Norma Dulce de Campos Barbosa, Luis Edivaldo Pezzato, Osmar Ângelo Cantelmo e Priscila Vieira Rosa Logato.

## 2 ABSTRACT

**SALLUM, W. B. Determination of the coefficient of apparent digestibility of ration ingredients by the matrinhã (*Brycon cephalus*, Günther 1869) (Teleostei, Characidae). Lavras: UFLA, 2000. 116 p. (Doctor's Thesis of in Monogastric Animal Nutrition)\***

An assay was carried in the Laboratório Úmido do Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais - CEPTA, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis - IBAMA, in order to to evaluate the apparent digestibility of ingredients used in ration, for the matrinhã (*Brycon cephalus*) (Teleostei, Characidae). A randomized blocks design was used, 420 samples with average weight of 64,3 g, and an average length pattern of 14,3 ± 1,3 cm and a total average of 16,4 ± 1,5 cm in blocks 1 and 2; and 570 fingerlings with medium weight of 25,6 g and average length pattern of 11,4 ± 1,2 cm and total medium of 13,1 ± 1,4 cm in blocks 3 and 4. Apparent digestibility of ingredients as corn, wheat meal, cottonseed meal, soybeen meal and fish meal were evaluated. The results showed larger coefficients of apparent digestibility (CDA) of the dry matter corn, wheat meal and fish meal ingredients. CDAs of the crude protein were larger wheat meal, soybeen meal and for the fish meal ingredients. In relation to the ethereo extract, the fish meal presented largest CDA (67,7 %).

---

\* Guidance Commitee: Antônio Gilberto Bertechini (Adviser), Norma Dulce de Campos Barbosa, Luis Edivaldo Pezzato, Osmar Ângelo Cantelmo e Priscila Vieira Rosa Logato.

### 3 INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma das atividades zootécnicas com ampla potencialidade no Brasil. Apesar das ótimas condições relativas à riqueza ictiofaunística, das condições climáticas, do estoque de águas interiores e do espetacular crescimento apresentado nos últimos anos, essa atividade caracteriza-se pela baixa competitividade de mercado, com importação de produtos piscícolas, aliado ao baixo consumo per capita de 6,4 kg/ano.

A determinação da digestibilidade dos nutrientes presentes em alimentos comumente utilizados em rações é de suma importância para os estudos relativos à evolução da nutrição animal. Em peixes, esses estudos são relativamente recentes tendo adquirido maior volume a partir da década de 1960. Embora exista bastante conhecimento na área nutricional para algumas espécies exóticas, no Brasil são escassas as pesquisas com as espécies nativas que apresentam potencial para a piscicultura. Como consequência, inexistem tabelas para confecção de rações para peixes, semelhante a outras classes de animais com exploração zootécnica, como aves, suínos e bovinos.

Na piscicultura, as rações representam um alto percentual no custo final do pescado e as pesquisas para a determinação da digestibilidade dos ingredientes vêm, em última análise, auxiliar de forma a tornar a atividade piscícola mais competitiva, diminuindo custos e aumentando a eficiência das rações, além de torná-la ecologicamente aceitável.

Os indicadores científicos relacionados com a espécie *Brycon cephalus* mostram-se favoráveis, havendo, portanto, a necessidade de estudos básicos que dêem sentido de dar suporte aos trabalhos posteriores, visando a adequação

qualitativa do arraçoamento artificial para estimular a produção desta importante espécie tropical.

Assim, objetivou-se determinar a digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo de diversos ingredientes utilizados em ração para o matrinhã (*Brycon cephalus*, Günther 1869) (Teleostei, Characidae).

#### 4 REFERENCIAL TEÓRICO

Em estudos de nutrição, a análise química nos testes alimentares é o ponto inicial para a determinação do valor nutritivo dos alimentos. Porém, a sua efetiva assimilação pelo organismo animal depende de vários fatores. Para Hiquera (1987), o valor nutritivo de um alimento depende não somente de seu conteúdo em nutrientes mas também da capacidade do animal para digerir e absorver esses nutrientes, que varia em função da espécie, condições ambientais, quantidade e qualidade do nutriente, proporção relativa a outros nutrientes, processos tecnológicos, entre outros. Assim, a digestibilidade descreve a fração do nutriente ou da energia do alimento ingerido, que não é excretado nas fezes (NRC, 1993).

Segundo Hopher (1988), a digestão do alimento depende de três principais fatores: a) sua ingestão extensão pelo qual é suscetível aos efeitos das enzimas digestivas; b) a atividade das enzimas digestivas; c) o tempo de exposição do alimento à ação das enzimas digestivas, os quais são afetados por inúmeros fatores, com conseqüente alteração na digestibilidade dos ingredientes/rações.

A determinação da digestibilidade sempre atraiu o interesse dos pesquisadores, e os fatores que a afetam vêm sendo estudados exaustivamente em

diversas espécies, sendo os principais:

- peso e tamanho corporal (Inaba et al., 1962; Kitamikado, Morishita e Tachino, 1964; Law, 1984; Ferraris et al., 1986);
- nível de arraçoamento e estado físico do ingrediente (Windell, Foltz e Sarokon, 1978; Bergot e Breque, 1983; Wilson e Poe, 1985; Henken, Kleingeld e Tijssen, 1985);
- nível e ingrediente na dieta (Inaba et al., 1963; Kitamikado, Morishita e Tachino, 1964; Shimeno et al., 1977; Falge, Schpanhof e Jurss, 1978; Rychly e Spannhof, 1979; De Silva e Perera, 1984; Beamish e Thomas, 1984; Ufodike e Matty, 1989; De Silva, Shim e Ong, 1990; Appleford e Anderson, 1997);
- temperatura e salinidade da água (Smit, 1967; Windell, Foltz e Sarokon, 1978; Andrews, Murray e Davis, 1978; Austreng, Skrede e Eldegard, 1980; Fauconneau et al., 1983; De Silva e Perera, 1984; Ferraris et al., 1986).

Para as espécies brasileiras, algumas pesquisas sobre digestibilidade foram desenvolvidas. Assim, Carneiro (1980) utilizou o tambaqui (*Colossoma macropomum*) em estudos de digestibilidade aparente da fração protéica em dietas isocalóricas (3200 kcal EM/kg) com 14%, 18%, 22% e 26% PB, encontrando, respectivamente, os valores de 67,7%, 86,0%, 81,7% e 74,9% para digestibilidade aparente. O autor conclui que a redução da digestibilidade aparente na dieta com 26% pode ser devida ao nível protéico acima da exigência da espécie, bem como o nível energético utilizado.

Sousa (1983) determinou a digestibilidade aparente da fração protéica de dietas com 17%, 22%, 25% e 28% PB com as respectivas digestibilidades de 73,3%, 76,3%, 85,9% e 78,5% em *Prochilodus scrofa*. Cyrino (1984) determinou a digestibilidade da proteína de origem animal (farinha de peixe) e vegetal (farelos de cevada, soja, trigo e milho) de dietas isoenergéticas (3000 kcal

EM/kg) e isoprotéicas (35% PB), com variação de 0 a 80% do teor protéico da dieta fornecido pela farinha de peixe, encontrando coeficientes de digestibilidade acima de 94% para os tratamentos, concluindo que o matrinchã (*Brycon cephalus*) digere igualmente bem as proteínas de origem animal e vegetal.

Souza (1989) realizou, em híbridos de pacu (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*), estudos sobre a digestibilidade aparente da proteína de dietas isoenergéticas (2700 kcal ED/kg) e isoprotéicas (25% PB) contendo levedura de fermentação alcoólica (*Saccharomyces cerevisiae*) ou farinha de carne e ossos, obtendo coeficientes de digestibilidade aparente significativamente superiores de 82,8% e 81,4% para levedura e de 75,6% e 79,5% para os respectivos níveis de inclusão de 25% e 50% da PB da dieta.

Entretanto, Fuente e Delgado (1993) avaliaram o coeficiente de digestibilidade aparente da fração protéica e da energia de ingredientes de fração protéica e da energia de ingredientes de ração para *Piaractus mesopotamicus*, obtendo, respectivamente, para a fração protéica e energia os valores de 89,7% e 109,5% para o milho; 76,8% e 52,4% para o “afrecho” de trigo; 60,1% e 30,2% para o farelo de algodão; 100% e 103,8% para o farelo de soja e 81,5% e 69,8% para a farinha de peixe.

Em 1985 e 1987, respectivamente, Cho, Cowey e Watanabe; e Cho, propuseram o sistema Guelf para a determinação da digestibilidade com peixes, que consiste basicamente em um conjunto de aquários com fundo inclinado interligados, abastecidos com fluxo contínuo de água para o carreamento e decantação das fezes em coluna externa ao conjunto. Esse método foi avaliado por Hajen et al. (1993a) com o salmão “chinook” (*Oncorhynchus tshawytscha*) e por Fuente e Delgado (1993) com pacu (*Piaractus mesopotamicus*), que concluíram ser um método seguro e confiável para a determinação da

digestibilidade de ingredientes.

## **5 MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1 Local**

O presente ensaio foi conduzido no Laboratório Úmido do Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais-CEPTA, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis-IBAMA, em Pirassununga-SP, situada a 654 metros de altitude, entre os paralelos latitude 20°02'S e longitude 47°30' W.

### **5.2 Ensaio**

Foi realizado um ensaio para a determinação do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo dos seguintes ingredientes: milho, farelo de trigo, farelo de algodão, farelo de soja e farinha de peixe.

#### **5.2.1 Tratamentos**

A metodologia aplicada para a determinação do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta dos ingredientes da ração foi a descrita por Cho, Cowey e Watanabe (1985) e Cho (1987). A composição da dieta referência, está presente na Tabela 1.



TABELA 1 - Composição percentual da dieta referência

<b>Ingrediente</b>	<b>(%)</b>
Milho	42,8
Farelo de trigo	6,0
Farelo de soja	16,0
Farelo de algodão - 35% PB	13,0
Farinha de peixe	19,8
Óleo de milho	1,0
Suplemento min/vit. <sup>1</sup>	0,4
Óxido de cromo III	1,0
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>
<b>PB (%)</b>	<b>27,9</b>
<b>ED (kcal/kg)</b>	<b>2731</b>
<b>FB (%)</b>	<b>4,7</b>

<sup>1</sup> - Quantidade recomendada pelo fabricante. Níveis de garantia por kg de produto - ácido fólico 250 mg, ácido pantotênico 5.000 mg, antioxidante 0,25g, cobalto 24,999mg, cobre 1.999,9mg, ferro 11.249,7mg, iodo 106,2 mg, manganês 3.749,9 mg, niacina 3.750 mg, selênio 75,5 mg, vitamina A 1.000.000 ui, vitamina B1 250mg, vitamina B12 2.500mcg, vitamina B2 1.750 mg, vitamina B6 875mg, vitamina C 12.500 mg, vitamina D3 600.000 ui, vitamina E 12.500 ui, vitamina K 315 mg, zinco 17.499,6 mg, veículo q.s.p.

As dietas experimentais ficaram assim representadas pelos ingredientes:

- Milho - Dieta referência (70%) + Milho (30%)
- Farelo de trigo - Dieta referência (70%) + Farelo de trigo (30%)
- Farelo de algodão - Dieta referência (70%) + Farelo de algodão (30%)
- Farelo de soja - Dieta referência (70%) + Farelo de soja (30%)
- Farinha de peixe - Dieta referência (70%) + Farinha de peixe (30%)

### 5.2.2 Animais utilizados, manejo e período experimental

Os alevinos de matrinhã (*Brycon cephalus*) utilizados neste experimento originaram-se de reprodução artificial efetuada em dezembro de 1996, no CEPTA. O ensaio foi realizado nos meses de abril (blocos 1 e 2), outubro e novembro (blocos 3 e 4) de 1997. Nos blocos 1 e 2, foram utilizados 420 exemplares de matrinhãs com peso médio inicial de 25,6 g e comprimentos padrão médio de  $11,4 \pm 1,2$  cm e total médio de  $13,1 \pm 1,4$  cm distribuídos aleatoriamente em 6 tanques de digestibilidade (Figura 1A, Anexo A; Figuras 1C e 2C, Anexo C). Nos blocos 3 e 4 foram distribuídos 570 peixes com peso médio inicial de 64,3 g e comprimentos padrão médio de  $14,3 \pm 1,3$  cm e total médio de  $16,4 \pm 1,5$  cm. Logo após o transporte dos peixes do viveiro ao Laboratório Úmido e da biometria, utilizando a solução tranqüilizante 0,5 ml de quinaldina/20litros de água, foi realizado o tratamento preventivo com solução verde de malaquita (4g) e formol (1000ml), na dosagem de 1ml por 20 litros de água. Quando os peixes de todos os tanques de digestibilidade passavam a se alimentar com a ração padrão produzida no CEPTA, os tratamentos foram sorteados para o início da fase pré-experimental, quando os peixes receberam as dietas experimentais durante os três primeiro dias, iniciando-se o período

experimental com a coleta de fezes por sete dias consecutivos. Após o período de coleta de fezes de cada bloco, houve um intervalo de 96 horas para a completa passagem do alimento pelo trato digestório, período em que os peixes foram alimentados com ração padrão; efetuando-se então efetuava-se novo sorteio dos tratamentos para o início do período de coleta fecal do bloco seguinte. Nesse ensaio, as refeições foram oferecidas logo após a coleta de fezes, às 8:00 horas da manhã e às 12:00 e 17:00 horas, até próximo à saciedade.

### **5.2.3 Preparo das dietas experimentais**

A dieta referência foi manufaturada iniciando-se pela moagem dos ingredientes, separadamente, em moinho a martelo com peneira fina (2 mm de diâmetro). O indicador óxido de cromo III (Vetec Química Fina) foi passado em peneira de abertura 0,59 mm de diâmetro (ABNT-30, TYLER-28) para ser incorporado à mistura na homogeneização no misturador (Hobart), por 20 minutos. Ainda no misturador, foi efetuada a substituição de 30% da dieta referência pelo ingrediente teste finamente moído. Na prensagem sem vapor das dietas referência e experimentais, utilizou-se uma mini-peletizadora (California Pellet Mill), com anel de 4 mm de diâmetro e com posterior secagem ao sol.

### **5.2.4 Coleta e preparo das amostras, medições e análises laboratoriais**

O sistema utilizado para a determinação da digestibilidade foi o de Cho, Cowey e Watanabe (1985) e Cho (1987), modificado por Cantelmo (1998) constituído de tanques em fibra de vidro com formato interno cilíndrico-cônico e capacidade aproximada de 310 litros d'água, com vazão aproximada 0,07

litro/segundo, interligados individualmente ao coletor de fezes com o mesmo formato interno e capacidade de 20 litros d'água (Figura 1B, Anexo B).

Na rotina diária de funcionamento do Laboratório Úmido (Anexo D), 45 minutos após a última refeição (às 17:00 horas), fazia-se a limpeza do sistema, visando eliminar os restos de dietas, fezes e resíduos (escamas e pedaços de nadadeiras) pela retirada de 60-70% do volume d'água do tanque dos peixes, pela mangueira acoplada ao fundo dele e que o interliga ao coletor de fezes. Toda a água era então drenada para a limpeza interna, ficando o sistema preparado para a coleta de fezes na manhã do dia seguinte.

As fezes livres caracterizam-se por pequenos grânulos, porém, quando decantadas no coletor de fezes apresentaram-se amorfas, sendo coletadas diariamente e centrifugadas a 4200 rpm/8 minutos a 20-22°C (centrífuga IEC - Centra - 8R). Após a sua pré-secagem em estufa a 65°C, durante aproximadamente 28 horas, eram trituradas em gral e peneiradas para a retirada de impurezas (principalmente escamas e pedaços de nadadeiras). As amostras fecais compostas por tratamento foram acondicionadas, identificadas e armazenadas em freezer para posteriores análises laboratoriais efetuadas no Laboratório de Pesquisa Animal-UFLA. Para determinação do  $Cr_2O_3$  nas dietas e fezes utilizou-se a metodologia conforme Silva (1998), com leituras da concentração de cromo em espectrofotômetro de absorção atômica (Spectra AA-100 Varian).

As amostras d'água para as determinações das análises químicas realizadas uma vez por semana e as medições diárias de temperatura e oxigênio dissolvido foram obtidas nos coletores de fezes de cada tratamento, sendo também coletada uma amostra d'água de abastecimento, na entrada do tanque de digestibilidade. As análises de Ph (PHmetro FISCHER-119), dureza,

alcalinidade, amônia (Spectrophotometer DR/3000-HACH) e condutividade (condutivímetro YSI-modelo 33), foram realizadas no Laboratório de Limnologia do CEPTA, sendo as medições de temperatura e oxigênio dissolvido feitas diariamente às 7:30 e 16:30 horas, através de oxigenômetro (YSI-modelo 57). A água de abastecimento do sistema era filtrada (filtros marca Jacuzzi) diariamente após as medições da temperatura da água e do oxigênio dissolvido, e a iluminação artificial no Laboratório Úmido obedecia o horário de 6 às 18 horas, controlada por cronômetro elétrico. As composições nutricionais dos ingredientes e das dietas experimentais encontram-se respectivamente nas Tabelas 2 e 3.

### **5.2.5 Cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e extrato etéreo dos ingredientes**

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA %) da matéria seca e dos nutrientes foram determinados através das seguintes fórmulas apresentadas por Cho, Cowey e Watanabe (1985) e Cho (1987):

**Coefficientes de Digestibilidade Aparente das Dietas Referência e Experimental**  
 CDA dieta ref./exp. =

$$100 - \left( \frac{\% \text{nutriente fezes}}{\% \text{nutriente dieta}} \times \frac{\% \text{indicador dieta}}{\% \text{indicador fezes}} \right) \times 100 \text{ e}$$

**Coefficientes de Digestibilidade Aparente do Ingrediente Teste**

$$\text{CDA ingr. teste} = \left( \frac{\text{CDA dieta experimental} - 0,7 \text{ CDA dieta referencia}}{0,3} \right)$$

sendo:

CDA ingr.teste = coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente teste.

CDA dieta exp. = coeficiente de digestibilidade aparente da dieta experimental.

CDA dieta ref. = coeficiente de digestibilidade aparente da dieta referência.

TABELA 2 - Composição nutricional dos ingredientes das dietas experimentais<sup>1</sup>

<b>Ingrediente</b>	<b>MS (%)</b>	<b>PB (%)</b>	<b>FB (%)</b>	<b>EE (%)</b>	<b>MM (%)</b>
Milho	88,94	8,55	2,22	2,16	1,27
Farelo de trigo	89,38	14,86	7,31	1,63	4,94
Farelo de algodão	90,21	35,20	18,76	1,56	5,52
Farelo de soja	89,92	45,56	5,42	0,96	6,49
Farinha de peixe	93,35	57,12	0,44	8,08	20,70

<sup>1</sup> - Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal - UFLA

TABELA 3 - Composição nutricional das dietas experimentais<sup>1</sup>

<b>Rações</b>	<b>MS (%)</b>	<b>PB (%)</b>	<b>FB (%)</b>	<b>EE (%)</b>	<b>MM (%)</b>
Referência	90,41	27,30	4,66	3,99	7,24
Ref. + milho	89,97	20,75	3,86	3,46	5,46
Ref. + farelo de trigo	90,10	24,15	5,40	3,29	6,28
Ref. + farelo algodão	90,35	27,93	8,82	3,09	6,32
Ref. + farelo de soja	90,26	30,18	4,68	3,35	6,48
Ref. + farinha peixe	91,29	32,26	,47	5,25	10,95

<sup>1</sup> - Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal - UFLA

### 5.2.6 Delineamento experimental

Os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo foram comparados através do delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos (milho, farelo de trigo, farelo de algodão, farelo de soja e farinha de peixe) e quatro repetições. O modelo estatístico utilizado foi:

$$y_{ij} = \mu + t_i + b_j + E_{(ij)}$$

Sendo:  $i$  = milho, farelo de trigo, farelo de algodão, farelo de soja e farinha de peixe,

$j$  = períodos 1, 2, 3 e 4

onde,  $y_{ij}$  = coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente referente ao tratamento  $i$  no período  $j$

$\mu$  = média geral

$t_i$  = efeito do tratamento  $i$

$b_j$  = efeito do período  $j$

$E_{(ij)}$  = erro aleatório associado a cada observação, que por hipótese, tem distribuição normal, média zero e variância  $\sigma$ .

Os resultados foram analisados pelo pacote computacional SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética) desenvolvido por Euclides (1997). Foi utilizado o teste de média SNK para comparar os resultados obtidos.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físicas e químicas da água do Laboratório Úmido do CEPTA utilizadas neste experimento encontram-se na Tabela 4.

TABELA 4. Média e desvio padrão dos resultados das análises físicas e químicas das águas dos tratamentos e de abastecimento do Laboratório Úmido\*

Tratamento	Temperatura (°C)		Oxigênio dissolvido (mg/l)		pH	Dureza (mg/l)	Alcalinidade (mg/l)	Amônia (mg/l)	Condutividade (µS/cm)
	manhã	tarde	manhã	tarde					
Dieta referência	24,9 ± 1,2	25,7 ± 1,2	3,7 ± 0,7	2,5 ± 0,7	5,9 ± 0,3	6,2 ± 1,9	12,5 ± 2,9	0,14 ± 0,02	18,2 ± 1,9
Milho	24,9 ± 1,2	25,7 ± 1,2	4,3 ± 0,6	3,2 ± 0,6	6,0 ± 0,3	6,5 ± 2,3	11,2 ± 4,4	0,15 ± 0,02	17,8 ± 2,3
Farelo de trigo	24,9 ± 1,2	25,7 ± 1,2	4,0 ± 0,7	2,9 ± 0,7	6,0 ± 0,2	5,2 ± 1,0	11,0 ± 3,8	0,13 ± 0,01	18,0 ± 1,7
Farelo de algodão	24,9 ± 1,2	25,7 ± 1,2	4,2 ± 0,6	3,0 ± 0,7	6,1 ± 0,2	6,0 ± 1,5	10,8 ± 3,1	0,15 ± 0,03	17,8 ± 1,9
Farelo de soja	24,9 ± 1,2	25,7 ± 1,2	4,5 ± 0,5	3,4 ± 0,7	6,0 ± 0,2	5,2 ± 0,8	11,0 ± 2,3	0,14 ± 0,03	17,5 ± 2,1
Farelo de peixe	24,8 ± 1,3	25,7 ± 1,2	4,2 ± 0,7	2,9 ± 0,7	6,2 ± 0,3	6,0 ± 2,3	12,2 ± 2,7	0,16 ± 0,04	18,8 ± 1,5
Entrada*	-	-	-	-	6,3 ± 0,4	6,3 ± 2,6	11,7 ± 1,4	0,12 ± 0,02	15,5 ± 5,7

\* Água de abastecimento do sistema de tanques de digestibilidade

Os resultados das análises físicas e químicas da água revelaram-se dentro dos padrões normais para sua utilização na atividade piscícola. Em relação ao oxigênio dissolvido, não foi constatado crescimento labial dos peixes como resposta morfológica à sua baixa concentração, característica do gênero *Brycon* em ambientes naturais, com oscilação de valores de oxigênio dissolvido entre 3,5 a 0,6 mg/l, conforme salientado por Braum e Junk (1982). As variáveis químicas mostraram resultados esperados, tendo em vista a grande semelhança entre as dietas experimentais.

A despeito das observações de Inaba et al. (1962), Kitamikado, Morishita e Tachino (1964) e Ferraris et al. (1986), que trabalharam, respectivamente, com grupos de peixes com 10 e 100 g; 6, 10 e 100 g; 60 e 175 g, relativos à influência do peso corporal sobre a digestibilidade, não houve diferença significativa entre os blocos (Tabelas 1F, 2F, 3F e 4F, Anexo F), uma vez que os matrinchês



utilizados neste experimento, sofreram grande variação entre pesos médios iniciais, de 25,6 g para os blocos 1 e 2, e de 64,3 g para os blocos 3 e 4.

## 6.1 Matéria seca

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA,%) da matéria seca estão na Tabela 5.

TABELA 5 - Coeficiente de digestibilidade aparente (%) da matéria seca dos ingredientes, para o matrinhã (*Brycon cephalus*)

Ingrediente	Período				Média <sup>1</sup>	EPM <sup>2</sup>
	1	2	3	4		
Milho	48,37	45,98	60,92	57,22	52,27 a	3,55
Farelo de trigo	49,08	55,01	54,51	57,25	53,96 a	1,73
Farelo de algodão	21,86	26,98	44,23	59,31	38,09 b	8,54
Farelo de soja	44,58	42,95	42,12	47,60	44,31 b	1,21
Farinha de peixe	56,18	51,31	52,97	57,51	54,49 a	1,42

<sup>1</sup>- Médias seguidas por letras diferentes, diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

<sup>2</sup>- Erro Padrão da Média

Conforme pode se observar na tabela 5, houve diferença estatística (P<0,05) entre as médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, sendo maiores para os ingredientes milho, farelo de trigo e farinha de peixe, em relação aos farelos de algodão e soja.

Pelo método direto para a determinação do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, utilizando uma mistura de 50% do ingrediente teste e 50% de farinha de carne para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) pesando 40 g, Pezzato et al. (1988) obtiveram para fontes protéicas, os seguintes

CDA da matéria seca: farelo de trigo - 87,86%; farelo de algodão - 84,88%; farelo de soja - 87,00% e farinha de peixe - 90,48%. Para a fonte energética milho, Barros et al. (1988) obtiveram em condições experimentais idênticas, o valor de 86,85%. Sullivan e Reigh (1995) determinaram os coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes por meio de amostras retiradas por pressão abdominal, utilizando alevinos híbridos de “striped bass” (*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*) com 50 g de peso corporal médio. A dieta teste continha 70% da dieta referência e 30% do ingrediente teste, obtendo-se os seguintes valores para CDA da matéria seca: milho -  $27,48 \pm 20,94\%$ ; farelo de trigo -  $49,68 \pm 2,98\%$ ; farelo de algodão -  $60,90 \pm 4,94\%$ ; farelo de soja -  $44,49 \pm 12,94\%$ ; farinha de peixe (“menhaden”) -  $83,74 \pm 4,21\%$ . Esses autores sugerem a limitada habilidade desta espécie carnívora para digerir produtos vegetais ricos em carboidratos.

McGoogan e Reigh (1996) pelo mesmo método de coleta fecal, determinaram o CDA da matéria seca em juvenis de “red drum”(*Sciaenops ocellatus*) obtendo-se os valores:  $58,10 \pm 7,79\%$  - milho;  $35,57 \pm 3,69\%$  - trigo moído;  $39,42 \pm 2,23\%$  - farelo de algodão;  $41,41 \pm 2,75\%$  - farelo de soja e  $76,79 \pm 6,79\%$  - farinha de peixe (“menhaden”). Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca dos ingredientes, presentes na Tabela 6, mostram compatibilidade com os da literatura consultada, principalmente se consideradas as espécies tropicais, independente da metodologia de coleta fecal. O baixo coeficiente de digestibilidade aparente obtido para o ingrediente farelo de algodão pode ser creditado ao seu alto teor de fibra bruta na dieta experimental.

TABELA 6 - Síntese dos resultados sobre coeficiente de digestibilidade aparente (%) da matéria seca dos ingredientes considerando a espécie e metodologia de coleta fecal.

Espécie	Ingrediente					Fonte
	Milho	Farelo trigo	Farelo algodão	Farelo soja	Farinha peixe	
<i>B. cephalus</i> <sup>1</sup>	52,27 ± 7,10	53,96 ± 3,46	38,09 ± 17,08	44,31 ± 2,42	54,49 ± 2,85	Este estudo
<i>M. saxatilis</i> <sup>2</sup>						
x	27,48 ± 20,94	46,68 ± 2,98	60,90 ± 4,94	44,49 ± 12,94	83,74 ± 4,21	Sullivan e Reigh (1995)
<i>M. chysops</i>						
<i>O. niloticus</i> <sup>3</sup>	-	87,86	84,88	87,00	90,48	Pezzato <i>et al.</i> (1988)
<i>O. niloticus</i> <sup>3</sup>	86,85	-	-	-	-	Barros <i>et al.</i> (1988)
<i>S. ocellatus</i> <sup>2</sup>	58,10 ± 7,79	35,57 ± 3,69	39,42 ± 2,23	41,41 ± 2,75	76,79 ± 6,79	McGoogan e Reigh (1996)

<sup>1</sup> - Decantação; <sup>2</sup> - Pressão abdominal; <sup>3</sup> - Sifonagem

## 6.2 Proteína Bruta

A Tabela 7 apresenta os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta dos ingredientes de ração.

Os CDAs da proteína bruta foram superiores estatisticamente ( $P < 0,05$ ) para os ingredientes farelo de trigo, farelo de soja e farinha de peixe, em relação ao milho e farelo de algodão.

TABELA 7 - Coeficiente de digestibilidade aparente (%) da proteína bruta dos ingredientes, para o matrinhã (*Brycon cephalus*)\*

Ingrediente	Período				Média <sup>1</sup>	EPM <sup>2</sup>
	1	2	3	4		
Milho	70,77	71,53	73,32	67,68	70,82 b	1,18
Farelo de trigo	85,86	72,83	91,67	85,03	83,85 a	3,96
Farelo de algodão	68,37	74,72	78,93	67,31	72,33 b	2,74
Farelo de soja	92,65	86,82	90,20	92,43	90,53 a	1,35
Farinha de peixe	92,02	85,43	89,47	88,09	88,75 a	1,37

\*Na base da matéria seca

<sup>1</sup>- Médias seguidas por letras diferentes, diferem pelo teste SNK ( $P < 0,05$ )

<sup>2</sup>- Erro Padrão da Média

A fração protéica é um nutriente bastante estudado, especialmente a sua digestibilidade nos ingredientes. Os CDAs da fração protéica apresentados por Inaba et al. (1962) em truta arco-íris com peso médio de 100 g, através da coleta de fezes por pressão abdominal foram de 74,5% para farelo de algodão (35,9% PB); de 80,9% para farelo de soja (50,2% PB) e de 88,9% para a farinha de peixe (65,5% PB). Em 1984, Law determinou os CDAs da proteína bruta do milho, farelo de soja e farinha de peixe, sendo, respectivamente, 41,85%, 69,50%

e 103,90%, obtidos para “jelawat” (*Leptobarbus hoevenii*) com 12-26 cm de comprimento total. Wilson e Poe (1985), por meio da dissecação retal, obtiveram os CDAs da fração protéica do milho -  $97 \pm 5\%$ , trigo (grão) -  $92 \pm 1\%$ , farelo de algodão -  $83 \pm 1\%$ , farelo de soja -  $97 \pm 3\%$  e farinha de peixe (“menhaden”) -  $85 \pm 3\%$ , utilizando bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) com peso corporal entre 500 - 1000 g. Pezzato et al. (1988), utilizando o método direto de coleta fecal e uma mistura de 50% do ingrediente teste e 50% de farinha de carne, para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso corporal médio de 40 g; determinaram o CDA da proteína bruta para farelo de trigo - 96,25%, farelo de algodão - 93,21%, farelo de soja - 95,25% e farinha de peixe - 96,17%. Nesse mesmo ano, Barros et al. com alevinos da mesma espécie e mesmo peso corporal, determinaram o valor de 95,19% para o milho. Hossain e Jaunley (1989), em trabalho realizado com alevinos de carpa comum (*Cyprinus carpio*) de peso corporal entre 6,6 a 6,9g, determinaram o CDA da proteína bruta de 88,9% para farinha de peixe (76,4% PB na matéria seca).

Em 1993, Shahat comparou o uso de indicadores internos e externos em alevinos de “catfish” (*Clarias lazera*) com peso médio corporal de  $36,4 \pm 5,7$  g, obtendo com utilização do óxido de cromo III, os CDAs da fração proteica para os ingredientes: milho - 71,18%, farelo de trigo - 87,70%, farelo de algodão - 94,00%, farelo de soja - 86,65% e para farinha de peixe - 91,21%. Nesse mesmo ano, o NRC publicou os CDAs desta mesma fração para de trigo moído - 76%, farelo de algodão - 76%, farelo de soja (48% PB) - 83% e farinha de peixe (arenque) - 87%, obtidos para truta arco-íris em gaiola de metabolismo. Para a tilápia azul (*Oreochromis aureus*): farelo de soja (48% PB) e farinha de peixe (“menhaden”), obtendo, respectivamente, 94% e 85%. Hajen et al. (1993b), pelo método de coleta fecal decantada, determinaram para grupos de “chinook salmon”

(*Oncorhynchus tshawytscha*) com pesos médios de  $13,3 \pm 0,11$ g;  $26,7 \pm 0,18$ g e  $45,1 \pm 0,32$  g, os CDAs da proteína bruta do: trigo moído -  $85,7 \pm 1,37\%$ , farelo de soja -  $77,0 \pm 4,25\%$  e farinhas de peixe: arenque -  $90,5 \pm 0,51\%$ , anchova -  $91,7 \pm 1,50\%$ ; “menhaden”-  $83,1 \pm 1,45\%$ . Fuente e Delgado (1993), em trabalho com o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) de peso médio 97 g, encontraram os seguintes valores de CDA da fração protéica dos ingredientes: milho -  $89,73\%$ , farelo de trigo -  $76,86\%$ , farelo de algodão -  $60,06\%$ , farelo de soja -  $100,00\%$  e farinha de peixe -  $81,54\%$ . Sullivan e Reigh (1995) determinaram, para o híbrido de “striped bass”(*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*), os CDAs dessa fração dos ingredientes: milho -  $86,74 \pm 9,83\%$ , farelo de trigo -  $92,68 \pm 4,09\%$ , farelo de algodão -  $83,76 \pm 3,43\%$ , farelo de soja -  $79,95 \pm 7,25\%$  e farinha de peixe (“menhaden”) -  $88,23 \pm 5,32\%$ .

Em 1996, Gaylord e Gatlin III, por meio da pressão abdominal, obtiveram para “red drum” (*Sciaenops ocellatus*) com peso médio de 150 g, os CDAs da proteína bruta do: trigo (18,1% PB) -  $96,8 \pm 2,7\%$ , farelo de algodão -  $84,5 \pm 4,1\%$ , farelo de soja (53,2% PB) -  $86,1 \pm 4,7\%$  e farinha de peixe (67,0% PB) -  $76,9 \pm 9,0\%$ . Nesse mesmo ano, McGoogan e Reigh, em condições experimentais idênticas, determinaram os valores de CDA da proteína bruta:  $81,56 \pm 1,98\%$  - milho,  $87,39 \pm 1,91\%$  - trigo moído,  $76,35 \pm 4,09\%$  - farelo de algodão,  $80,24 \pm 2,15\%$  - farelo de soja e  $95,87 \pm 2,96\%$  - farinha de peixe (“menhaden”).

Watanabe et al. (1996) obtiveram os coeficientes de digestibilidade de vários ingredientes, sob diferentes temperaturas da água e com vários pesos corporais, para as espécies *Oncorhynchus mykiss* (truta arco-íris), *Cyprinus carpio* (carpa), *Oreochromis niloticus* (tilápia) e *Plecoglossus altivelis* (“ayu”). Utilizando a dieta experimental na proporção de 80% de dieta referência/20% do

ingrediente teste, foram determinados, para a truta arco-íris a 15°C, os maiores valores de CDAs da proteína bruta, sendo: farelo de trigo - 80,4%, farelo de soja desengordurado - 90,1%, farinha branca de peixe - 94,5%, farinha de peixe local - 93,1%. Para a carpa a 25°C, os respectivos valores foram: 80,4%, 94,9%, 91,9% e 92,6%. Nessa mesma temperatura da água, para a tilápia, os respectivos valores foram: 93,7%, 90,9%, 92,2% e 92,6% e ,finalmente, para “ayu”, a 20°C, foram: farinha de trigo - 50,0%, farinha de soja desengordurada - 89,0%, farinha branca de peixe - 96,0% e para farinha de peixe local - 93,5%.

Tendo como referência principalmente as espécies tropicais ou cosmopolitas encontradas na literatura consultada (Tabela 8), verifica-se que os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta dos ingredientes para o matrinhã (*Brycon cephalus*) não diferem dos encontrados nesta pesquisa. Independente da metodologia de coleta fecal, para os ingredientes de origem vegetal houve uma variação dos CDAs de  $70,82 \pm 2,35\%$  a  $90,53 \pm 2,71\%$  com *Brycon cephalus*, de 80,4% a 94,9% para *Cyprinus carpio*, de 90,9% a 96,25% para *Oreochromis niloticus* e de 60,06% a 100,00% com *Piaractus mesopotamicus*. Considerando-se o ingrediente de origem animal farinha de peixe, os respectivos CDAs para essas espécies foram:  $88,75 \pm 2,75\%$ , de 88,9% a 92,6%, de 92,6% a 96,17% e 81,54%. Os altos valores dos CDAs para essas espécies explicam o rápido crescimento observado nas criações. Em relação à espécie *Brycon cephalus*, os resultados desta pesquisa corroboram com a conclusão de Cyrino (1984) de que ela digere igualmente bem a fração protéica dos ingredientes de origem animal e vegetal, justificando o seu rápido crescimento na sua fase inicial, característica do gênero *Brycon*.

TABELA 8 - Síntese dos resultados sobre coeficiente de digestibilidade aparente (%) da proteína bruta dos ingredientes considerando a espécie e metodologia de coleta fecal.

Espécie	Ingrediente					Fonte
	Milho	Farelo trigo	Farelo algodão	Farelo soja	Farinha peixe	
<i>B. cephalus</i> <sup>1</sup>	70,82 ± 2,35	83,85 ± 7,92	72,33 ± 5,48	90,53 ± 2,71	88,75 ± 2,75	Este estudo
<i>C. carpio</i> <sup>1</sup>	-	-	-	-	88,9	Hossain e Jaunley (1989)
<i>C. carpio</i> <sup>1</sup>	-	80,4	-	94,9	92,6	Watanabe <i>et al.</i> (1996)
<i>C. lazera</i> <sup>1</sup>	71,18	87,70	94,00	86,65	91,21	Shahat (1993)
<i>I. punctatus</i> <sup>4</sup>	97 ± 5	92 ± 1	83 ± 1	97 ± 3	85 ± 3	Wilson e Poe (1985)
<i>L. loeventi</i> <sup>1</sup>	41,85	-	-	69,50	103,90	Law (1984)
<i>M. saxatilis</i> <sup>2</sup>						
x	86,74 ± 1,98	92,68 ± 4,09	83,76 ± 3,43	79,95 ± 7,25	88,23 ± 5,32 <sup>o</sup>	Sullivan e Reigh (1995)
<i>M. chysops</i>						
<i>O. aureus</i> <sup>5</sup>	-	-	-	94	85 <sup>o</sup>	NRC (1993)
<i>O. mykiss</i> <sup>1</sup>	-	80,4	-	90,1	93,1	Watanabe <i>et al.</i> (1996)

“...continua...”



“TABELA 8, Cont.”

<i>O. niloticus</i> <sup>1</sup>	-	93,7	-	90,9	92,6	Watanabe <i>et al.</i> (1996)
<i>O. niloticus</i> <sup>3</sup>	-	96,25	93,21	95,25	96,17	Pezzato <i>et al.</i> (1988)
<i>O. niloticus</i> <sup>3</sup>	95,19	-	-	-	-	Barros <i>et al.</i> (1988)
<i>O. tshawytscha</i> <sup>1</sup>	-	85,7 ± 1,37	-	77,0 ± 4,25	90,5 ± 0,51 <sup>a</sup>	Hajen <i>et al.</i> (1993b)
					91,7 ± 1,50 <sup>b</sup>	
					83,1 ± 1,45 <sup>c</sup>	
<i>P. altivelis</i> <sup>1</sup>	-	50,0	-	89,0	93,5	Watanabe <i>et al.</i> (1996)
<i>Piaractus mesopotamicus</i> <sup>1</sup>	89,73	76,86	60,06	100,00	81,54	Fuente e Delgado (1993)
<i>S. gairdneri</i> <sup>2</sup>	-	-	74,5	80,9	88,9	Inaba <i>et al.</i> (1962)
<i>S. gairdneri</i> <sup>5</sup>	-	76	76	83	87 <sup>a</sup>	NRC (1993)
<i>S. ocellatus</i> <sup>2</sup>	-	96,8 ± 2,7	84,5 ± 4,1	86,1 ± 4,7	76,9 ± 9,0	Gaylord e Gatlin III (1996)
<i>S. ocellatus</i> <sup>2</sup>	81,56 ± 1,98	87,39 ± 1,91	76,35 ± 4,09	80,24 ± 2,15	95,87 ± 2,96	Mcgoogan e Reigh (1996)

<sup>a</sup> - arenque; <sup>b</sup> - anchova; <sup>c</sup> - “menhaden”

<sup>1</sup> - Decantação; <sup>2</sup> - Pressão abdominal; <sup>3</sup> - Sifonagem; <sup>4</sup> - Dissecação retal; <sup>5</sup> - Gaiola de metabolismo

### 6.3 Extrato etéreo

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo mostram que o CDA foi superior para a farinha de peixe ( $P < 0,05$ ), seguido dos ingredientes farelos de trigo, algodão e soja em relação ao milho, conforme a Tabela 9.

TABELA 9 - Coeficiente de digestibilidade aparente (%) do extrato etéreo dos ingredientes, para o matrinhã (*Brycon cephalus*)\*

Ingrediente	Período				Média	EPM <sup>1</sup>
	1	2	3	4		
Milho	35,79	38,01	38,28	34,45	36,63 c	0,92
Farelo de trigo	48,19	42,33	48,26	51,52	47,58 b	1,91
Farelo de algodão	45,32	48,76	50,48	61,53	51,52 b	3,50
Farelo de soja	47,08	48,72	42,38	50,15	47,08 b	1,69
Farinha de peixe	68,44	65,91	71,52	65,05	67,73 a	1,45

\*- Na base da matéria seca

<sup>1</sup>- Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste SNK ( $P < 0,05$ )

<sup>2</sup>- Erro Padrão da Média

Pelo método direto, Pezzato et al. (1988) determinaram em alevinos de *Oreochromis niloticus*, os coeficientes de digestibilidade aparente para diversos ingredientes, encontrando os seguintes valores para farelo de trigo - 94,58%, farelo de algodão - 93,28%, farelo de soja - 94,59% e farinha de peixe - 96,39%. Em alevinos desta mesma espécie, Barros et al. (1988) determinaram o valor de 93,38% para o CDA do extrato etéreo do ingrediente milho. Através da metodologia de utilização de dieta referência e ingrediente teste, porém, com coleta fecal por pressão abdominal em juvenis de "red drum" (*Sciaenops*

*ocellatus*), Gaylord e Gatlin III (1996) determinaram o CDA do extrato etéreo de ingredientes e encontraram os valores de  $87,9 \pm 0,9\%$  para o trigo,  $75,4 \pm 4,1\%$  para o farelo de algodão,  $62,7 \pm 8,3\%$  para o farelo de soja e de  $67,6 \pm 7,5\%$  para a farinha de peixe (“menhaden”). Os baixos valores dos coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo encontrados nesta pesquisa (Tabela 10), podem ser explicados pelo baixo teor presente nas dietas experimentais e/ou ao manejo da coleta fecal utilizado, com possibilidade da ocorrência de lixiviação desta importante fração nutricional.

#### **6.4 Digestibilidade**

A perda de nutrientes da fezes no meio aquático, fenômeno conhecido como lixiviação, é admitida em uma série de pesquisas (Inaba et al., 1962; Windell, Foltz e Sarokon, 1978; Choubert, De la Noüe e Luquet, 1982; Cho, Cowey e Watanabe, 1985; De La Noüe e Choubert, 1986; Cho, 1987) e, segundo Possompes (1973), citado por De La Noüe e Choubert (1986), a lixiviação máxima das fezes ocorre dentro de dez minutos. Diante disso, é possível que tenha ocorrido lixiviação de nutrientes durante a realização desta pesquisa, detalhe este defendido por pesquisadores (Choubert, De la Noüe e Luquet, 1982) difusores da coleta automática das fezes.

Cho, Cowey e Watanabe (1985) e Cho (1987), porém, salientam que esta perda não constitui uma fonte importante de erro e que a lixiviação do material solúvel pela ruptura das partículas fecais, pelo manuseio, deve ser evitada ao máximo. Hajen et al. (1993a) testaram e aprovaram a utilização do sistema Guelf para a determinação da digestibilidade, mas condicionaram seu uso a medidas preventivas para minorar a lixiviação. Entretanto, na presente pesquisa, o sistema

Guelf modificado mostrou-se viável pelos resultados consonantes com os presentes na literatura, no que se refere à matéria seca e proteína bruta.

Vários fatores, tais como peso e/ou tamanho, nível de arraçoamento e estado físico do ingrediente ou da dieta, temperatura da água, salinidade e aglutinante, salientados neste trabalho, afetam a digestibilidade dos ingredientes. Portanto, torna-se complexa a comparação entre os resultados obtidos e os presentes na literatura, em virtude das diferentes condições experimentais. Esta complexidade pode ser melhor visualizada através das Tabelas 6, 8, 10 e 4E (Anexo E), que apresentam uma síntese dos resultados da determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente presentes na literatura consultada, respectivamente, para a matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo dos ingredientes e da dieta, considerando: espécie, metodologia de coleta fecal, peso e/ou tamanho corporal, nível de inclusão do indicador, aglutinante, nível e origem protéica.

TABELA 10 - Síntese dos resultados sobre coeficiente de digestibilidade aparente (%) do extrato etéreo dos ingredientes considerando a espécie e metodologia de coleta fecal.

Espécie	Ingrediente					Fonte
	Milho	Farelo trigo	Farelo algodão	Farelo soja	Farinha peixe	
<i>B. cephalus</i> <sup>1</sup>	36,63 ± 1,83	47,58 ± 3,83	51,52 ± 7,01	47,08 ± 3,38	67,73 ± 2,91	Este estudo
<i>O. niloticus</i> <sup>2</sup>	-	94,58	93,28	94,59	96,39	Pezzato <i>et al.</i> (1988)
<i>O. niloticus</i> <sup>2</sup>	93,38	-	-	-	-	Barros <i>et al.</i> (1988)
<i>S. ocellatus</i> <sup>3</sup>	-	87,9 ± 0,9	75,4 ± 4,1	62,7 ± 8,3	67,6 ± 7,5	Gaylord e Gatlin III (1996)

<sup>1</sup> - Decantação; <sup>2</sup> - Sifonagem; <sup>3</sup> - Pressão abdominal

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Toda atividade produtiva necessita estar alicerçada em pesquisas básicas, como é a piscícola. A piscicultura brasileira apresentou grande crescimento nos últimos anos e, dessa forma, a exemplo do que foi realizado, principalmente nas décadas de 1970 e 1980, para aves e suínos, os nutricionistas deverão envidar esforços coordenados para o desenvolvimento de pesquisas com a participação da indústria de transformação de atividades afins, para a obtenção de um referencial nacional que resulte em uma tabela de composição de rações para as espécies nativas com potencial para a exploração produtiva. Esse passo inicial é fundamental para o desencadeamento de pesquisas conjuntas em outras áreas como genética e melhoramento, obtendo-se uma piscicultura ecologicamente correta e competitiva nos mercados interno e externo.

## **8 CONCLUSÃO**

O alevino de matrinhã (*Brycon cephalus*) apresenta bom aproveitamento de ingredientes de origem animal e vegetal, tendo a farinha de peixe mostrado ser o ingrediente mais digestível, seguido do farelo de trigo.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREWS, J.W.; MURRAY, M. W.; DAVIS, J.M. The influence of dietary fat levels and environmental temperature on digestible energy and absorbability of animal fat in catfish diets. *Journal Nutrition*, Bethesda, v. 108, p. 749-752, 1978.
- APPLEFORD, P.; ANDERSON, T. A. Apparent digestibility of tuna oil for common carp, *Cyprinus carpio* - effect of inclusion level and adaptation time. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 148, p. 143-151, 1997.
- AUSTRENG, E.; SKREDE, A.; ELDEGARD, A. Digestibility of fat and fatty acids in rainbow trout and mink. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 19, p. 93-95, 1980.
- BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E; SILVEIRA, A.C.; PEZZATO, A.C. Digestibilidade aparente de fontes energéticas pela tilápia do Nilo - *Oreochromis niloticus*. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO, VI. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5. 1988, Florianópolis. *Resumos...* Florianópolis: ALA/ABRAQ, 1988, p. 433 - 437.
- BEAMISH, F. W. H.; THOMAS, E. Effects of dietary protein and lipid on nitrogen losses in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 41, p. 359-371, 1984.
- BERGOT, F.; BREQUE, J. Digestibility of starch by rainbow trout: effects of the physical state of starch and of the intake level. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 34, p. 203-212, 1983.
- BRAUM, E.; JUNK, W. J. Morphological adaptation of two amazonian characoids (Pisces) for surviving in oxygen deficient waters. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie*, Berlin, v.67, n.6, p.869-886, 1982.
- CANTELMO, O.A. Características físicas e avaliação biológica de rações para peixes confeccionadas com diferentes aglutinantes e técnicas de processamento. Botucatu: UNESP, 1998. 65p. (Tese-Doutorado em Zootecnia).
- CARNEIRO, D.J. Digestibilidade protéica em dietas isocalóricas para o tambaqui, *Colossoma macropomum* (Curvier, Pisces). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE AQUICULTURA, 2; ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTORES, 2, Jaboticabal, SP, *Anais...*, 1980. p. 78-80.
- CHO, C.Y. La energía en la nutrición de los peces. In: MONTEROS, J.E. de los; LABARTA, U. (eds.). *Nutrición en acuicultura II*. Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, 1987, p. 197-243.

- CHO, C.Y.; COWEY, C.B.; WATANABE, T. **Finfish nutrition in Asia: methodological approaches to research and development.** Ottawa: IDRC, 1985. 154 p.
- CHOUBERT, G.; De la NOÛE, J.; LUQUET, P. Digestibility in fish: improved device for the automatic collection of feces. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 29, p. 185-189, 1982.
- CYRINO, J.E.P. **Digestibilidade da proteína de origem animal e vegetal pelo matrinxã *Brycon cephalus* GÜNTHER, 1869 (Euteleostei, Characoidei, Characidae).** Manaus: Fundação Universidade do Amazonas - INPA, 1984, 39 p. (Dissertação-Mestrado em Ciências Biológicas).
- De La NOÛE, J.; CHOUBERT, G. Digestibility in rainbow trout: Comparison of the direct and indirect methods of measurement. **The Progressive Fish-Culturist**, Bethesda, v. 48, p.190-195, 1986.
- De SILVA, S. S.; PERERA, M. K. Digestibility in *Sarotherodon niloticus* fry: effect of dietary protein level and salinity with further observations on variability in daily digestibility. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 38, p. 293-306, 1984.
- De SILVA, S.S.; SHIM, K.F.; ONG, A.K. An evaluation of the method used in digestibility estimations of a dietary ingredient and comparisons on external and internal markers, and time of faeces collection in digestibility studies in the fish *Oreochromis aureus* (Steindachner). **Reproduction, Nutrition, Development**, Paris, v. 30, p. 215-226, 1990.
- EUCLYDES, R.F. **Manual de utilização do Programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas).** Viçosa: UFV, 1997. 150p. (versão 7.0)
- FALGE, R.; SCHPANHOF, L.; JURSS, K. Amylase, esterase and protease activity in the gut contents of the rainbow trout, *Salmo gairdneri*, feeding on diets containing different amounts of starch and protein. **Journal of Ichthyology**, New York, v. 18, p. 283-287, 1978.
- FAUCONNEAU, B.; CHOUBERT, G.; BLANC, D.; BREQUE, J.; LUQUET, P. Influence of environmental temperature on flow rate of foodstuffs through the gastrointestinal tract of rainbow trout. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 34, p. 27-39, 1983.
- FERRARIS, R.P.; CATA CUTAN, M.R.; MABELIN, R.L.; JAZUL, A.P. Digestibility in milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal): Effects of protein source, fish size and salinity. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 59, p. 93-105, 1986.



- FUENTE, L.V.; DELGADO, F.R. Evaluation del coeficiente de digestibilidad aparente de la fracion proteica y energética de seis productos y subproductos agroindustriales en *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). Santafé de Bogotá, D.C.: Universidad de la Salle, 1993, 83p. (Monografia-Graduação em Zootecnia).
- GAYLORD, T.G.; GATLIN III, D.M. Determination of digestibility coefficients of various feedstuffs for red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 139, p. 303-314, 1996.
- HAJEN, W.E.; BEAMES, R.M.; HIGGS, D.A.; DOSANJH, B.S. Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile chinook salmon (*Onchorhynchus tshawytscha*) in sea water. 1. Validation of technique. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 112, p. 321-332, 1993a.
- HAJEN, W.E.; HIGGS, D.A.; BEAMES, R.M.; DOSANJH, B.S. Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile chinook salmon (*Onchorhynchus tshawytscha*) in sea water. 2. Measurement of digestibility. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 112, p. 333-348, 1993b.
- HENKEN, A.M.; KLEINGELD, D.W.; TIJSSSEN, P.A.T. The effect of feeding level on apparente digestibility of dietary dry matter, crude protein and gross energy in the african catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 51, p. 1-11, 1985.
- HEPHER, B. *Nutrition of pond fishes*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. 388 p.
- HIQUERA, M. de la. Diseños y métodos experimentales de evaluación de dietas. In: MONTEROS, J.E. de los, LABARTA, M. (eds.). *Nutricion en Acuicultura II*. Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y Tecnica, 1987. p. 291-318.
- HOSSAIN, M.A.; JAUNLEY, K. Studies on the protein, energy and amino acid digestibility of fish meal, mustard oilcake, linseed and sesame meal for common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 83, p. 59-72, 1989.
- INABA, D.; OGINO, C.; TAKAMATSU, C.; SUGANO, S.; HATA, H. Digestibility of dietary components in fishes. I - Digestibility of dietary proteins and starch in rainbow trout. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, Hakodate, v. 28, n. 3, p. 367-371, 1962.

- INABA, D.; OGINO, C.; TAKAMATSU, C.; UEDA, T.; KUROKAWA, K. Digestibility of dietary components in fishes. II - Digestibility of dietary protein and starch in rainbow trout. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, Hakodate, v. 29, n. 3, p. 242-244, 1963.
- KITAMIKADO, M.; MORISHITA, T.; TACHINO, S. Digestibility of dietary protein in rainbow trout. II. Effect of starch and oil contents in diets, and size of fish. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, Hakodate, v. 30, n. 1, p. 50-54, 1964.
- LAW, A. T. Nutritional study of jelewat, *Leptobarbus hoevenii* (Bleeker), fed on pelleted feed. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 41, p. 227-233, 1984.
- McGOOGAN, B.B.; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Scienops ocellatus*) diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 141, p. 233-244, 1996.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of fish**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1993. 115 p.
- PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C.; SILVEIRA, A.C.; BARROS, M.M. Digestibilidade aparente de fontes protéicas pela tilápia do Nilo - *Oreochromis niloticus*. In SIMPÓSIO LATINOAMERICADNO, VI. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5. 1988, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: ALA/ABRAQ, 1988. p. 373 - 378.
- RYCHLY, J.; SPANNHOF, L. Nitrogen balance in trout I. Digestibility of diets containing varying levels of protein and carbohydrate. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 16, p. 39-46, 1979.
- SHAHAT, T.M. Digestibility determination in Nile catfish fingerlings using internal and external markers. **Veterinary Medical Journal Giza**, Cairo, v. 41, n. 3, p. 83-91, 1993.
- SHIMENO, S.; HOSOKAWA, H.; HIRATA, H.; TAKEDA, M. Comparative studies on carbohydrate metabolism of yellowtail and carp. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, Hakodate, v. 43, p. 213-217, 1977.
- SILVA, D.J. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1998. 116 p.
- SMIT, H. Influence of temperature on the rate of gastric juice secretion in the brown bullhead, *Ictalurus nebulosus*. **Comparative Biochemistry Physiology**, Oxford, v. 21, p. 125-132, 1967.

- SOUSA, J.A. Digestibilidade da fração protéica em dietas isocalóricas pelo Curimatá, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, 1881 (Pisces, Prochilodontidae). Jaboticabal: UNESP, 1983. 42 p. (Dissertação-Mestrado em Ciências Biológicas).
- SOUZA, R.R.P. Digestibilidade aparente da matéria de dietas para o híbrido de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*). Piracicaba: ESALQ-USP, 1989, 79 p. (Dissertação-Mestrado em Agronomia).
- 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.
- UFODIKE, E. B. C.; MATTY, A. J. Effect of potato and corn meal on protein and carbohydrate digestibility by rainbow trout. *The Progressive Fish-Culturist*, Bethesda, v. 51, p. 113-114, 1989.
- UTLEY, P. R.; BOLING, J. A.; BRADLEY, N. W.; TUCKER, R. E. Recovery of radioactive chromic oxide from the bovine gastrointestinal tract. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 100, n. 10, p. 1227-1232, 1970.
- WATANABE, T.; TAKEUCHI, T.; SATOH, S; KIRON, V. Digestible crude protein contents in various feedstuffs determined with four freshwater fish species. *Fisheries Science*, Kunsan, v. 62, n. 2, p. 278-282, 1996.
- WILSON, R. P.; POE, W. E. Apparent digestible protein and energy coefficients of common feed ingredients for channel catfish. *Progressive Fisheries Culturist*, Bethesda, v. 47, n. 3, p. 154-158, 1985.
- 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*, Bethesda, v. 107, n. 4, p. 613-616, 1978.

**CAPÍTULO 3: Utilização do método de espectro de absorção atômica no ajuste do indicador externo óxido de cromo III, em estudos de digestibilidade com o matrinhã (*Brycon cephalus*, Günther 1869) (Teleostei, Characidae)**

**1 RESUMO**

**SALLUM, W. B. Utilização do método de espectro de absorção atômica no ajuste do indicador externo óxido de cromo III, em estudos de digestibilidade com o matrinhã (*Brycon cephalus*, Günther 1869) (Teleostei, Characidae) Lavras: UFLA, 2000. 116 p. (Tese Doutorado em Nutrição Animal - Monogástricos)\***

Foram realizados dois ensaios no Laboratório Úmido do Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais - CEPTA, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis- IBAMA, objetivando ajustar a metodologia de utilização do óxido de cromo III como indicador para estudos nutricionais com o matrinhã (*Brycon cephalus*).

No primeiro ensaio foram comparados os diferentes níveis de inclusão 0,1%; 0,6%, 1,1%, 1,6% e 2,1% de óxido de cromo III à dieta isoproteica (28% PB) e isoenergética (2700 Kcal ED/kg). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com 475 exemplares com peso inicial médio de 42,5 g e comprimentos padrão médio de  $13,5 \pm 1,7$  cm e total de  $15,2 \pm 1,9$  cm. No segundo ensaio, foram comparadas as variabilidades dos coeficientes de digestibilidades aparente dos nutrientes em função do dia de coleta, utilizando-se as dietas experimentais do ensaio anterior. Foram usados 500 exemplares com peso médio de 26,9 g e comprimentos padrão médio de  $11,2 \pm 1,2$  cm e total médio de  $12,7 \pm 1,3$  cm num delineamento em blocos casualizados em estrutura fatorial. Os resultados mostraram maior consistência quando da utilização dos níveis de inclusão de 0,6%; 1,1%; 1,6% e 2,1% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , com coleta fecal a partir do 3º dia de alimentação.

---

\* Comitê Orientador: Antônio Gilberto Bertechini (Orientador), Norma Dulce de Campos Barbosa, Luis Edivaldo Pezzato, Osmar Ângelo Cantelmo e Priscila Vieira Rosa Logato.

## 2 ABSTRACT

SALLUM, W. B. Utilization of the external indicator chromium oxide III, for the matrinchã (*Brycon cephalus*, Günther 1869) (Teleostei, Characidae). Lavras: UFLA, 2000. 116 p. (Doctor's Thesis Monogastric Animal Nutrition)

Two assays were carried in the Laboratório Úmido do Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais - CEPTA, of the Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis- IBAMA, in order to adjust the methodology of the use of the oxide of chrome as indicator for nutritional studies is with matrinchã (*Brycon cephalus*).

In the first assay the different levels of inclusion 0,1% were compared; 0,6%, 1,1%, 1,6% and 2,1% of oxide of chrome to the isoprotein (28% CP) and isoenergetical (2700 Kcal DE/kg) diets. The randomized blocks design was used in casual blocks with 475 samples with an average initial weight of 42,5 g and average lengths pattern of  $13,5 \pm 1,7$  cm and total of  $15,2 \pm 1,9$  cm. In the second assay, the variabilities of the coefficients of apparent digestibility of the nutrients were compared in function of the day of collection, the experimental diets of the previous assay being used 500 samples were used with average weight of 26,9 g and average lengths pattern of  $11,2 \pm 1,2$  cm and total average of  $12,7 \pm 1,3$  cm in a randomized blocks design in factorial structure. The results showed larger consistence with the use of the levels of inclusion of 0,6%; 1,1%; 1,6% and 2,1% of  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

---

\* Guidance Commitee: Antônio Gilberto Bertechini (Adviser), Norma Dulce de Campos Barbosa, Luis Edivaldo Pezzato, Osmar Ângelo Cantelmo e Priscila Vieira Rosa Logato.

### 3 INTRODUÇÃO

Em qualquer avaliação da digestibilidade de um alimento e/ou nutriente é necessário um registro quantitativo do material ingerido pelo animal e do que foi eliminado nas fezes, as quais é indispensável que sejam representativas do material ingerido. Com os animais terrestres, os métodos direto e indireto para a determinação da digestibilidade são bastante utilizados, respeitando as peculiaridades de cada classe. Pesquisas têm constatado uma estreita consonância entre os resultados obtidos por esses métodos, concluindo sobre os resultados satisfatórios dessas técnicas com pequenas vantagens de umas sobre as outras.

Entretanto, o meio aquático representa grande empecilho aos estudos sibrea a exata quantificação do material ingerido e eliminado nas fezes. Assim, o método indireto, com utilização de substâncias indigeríveis, facilita sobremaneira esses estudo, principalmente em organismos aquáticos, uma vez que o percentual de digestibilidade do alimento e/ou nutriente pode ser avaliado sem a necessidade de determinar os totais do material ingerido e eliminado. A literatura aponta o óxido de crômio III como o indicador mais utilizado nas determinações de digestibilidade, entretanto, para organismos aquáticos, o seu nível de inclusão às dietas experimentais ainda não está padronizado, diferentemente do que ocorre com os animais terrestres.

No presente estudo, objetivou-se padronizar o nível de inclusão do indicador externo óxido de crômio III às dietas experimentais para as pesquisas nutricionais com o matrinhã (*Brycon cephalus*, Günther 1869) (Teleostei, Characidae) utilizando-se o método de análise da espectrofotometria de absorção atômica. Um segundo objetivo foi verificar a influência do dia da coleta fecal sobre a variabilidade dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes

para esta espécie.

#### 4 REFERENCIAL TEÓRICO

Desde 1918, quando Edin propôs o emprego do óxido de crômio III como marcador, essa substância vem sendo exaustivamente utilizada como indicador fecal em estudos nutricionais (Kotb e Luckey, 1972). Como nos demais indicadores internos e externos, o emprego do óxido de crômio III, entretanto, apresenta algumas limitações.

Para organismos aquáticos, mais recentemente tem-se intensificado o interesse pelos indicadores dietéticos em função das dificuldades impostas pelo meio à coleta dos produtos excretados. Com a utilização do indicador, torna-se desnecessária a difícil quantificação da dieta total ingerida e da coleta total das fezes.

Para peixes, Bowen (1978) questionou a sua utilização, em função da maior densidade específica que a do alimento, com conseqüente trânsito mais lento pelo trato digestório. Entretanto, De la Noüe et al. (1980) investigaram as condições necessárias para obtenção de coeficientes de digestibilidade acurados e verificaram que, a partir do terceiro dia experimental, os coeficientes de digestibilidade alcançaram valores definitivos.

A maioria dos trabalhos consultados apresentaram níveis de inclusão de 0,5% e 1% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  nas dietas experimentais. Em outros, foram utilizados os níveis de 0,8% (Vens-Cappell, 1984), 1,3% (Ferraris et al., 1986), 1,5% (De la Noüe e Choubert, 1986), 2% (Fauconneau et al., 1983; Tacon e Rodrigues, 1984; Rodrigues, 1985; Shiau e Chen, 1993; Shiau e Liang, 1995) e 3% (De Silva e Perera, 1984). No entanto, Tacon e Rodrigues (1984) e Rodrigues (1985)

encontraram em trutas arco-íris (*Salmo gairdneri*) coeficientes de digestibilidade aparente de nutrientes significativamente maiores com o nível de 2% de óxido de crômio III, em relação a 0,5 e 1%.

Ringo (1993 a,b) verificou que a composição da flora de bactérias aeróbicas no trato digestório de “Artic charr” (*Salvelinus alpinus*) foi afetada pela inclusão de 1% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  na dieta, sugerindo que o aumento do acúmulo de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  no trato alimentar afeta a microflora ou diretamente o epitélio intestinal. O autor também demonstrou os efeitos da exposição prolongada ao  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  sobre a passagem de lipídios dietéticos através do trato digestório e sobre microflora intestinal, nesta espécie.

Em estudos comparativos entre indicadores, Buddington (1980), em truta arco-íris e três espécies de tilápia (*Oreochromis aureus*, *O. mossambica* e *O. nilotica*), concluiu que Matéria Orgânica Resistente à Hidrólise (HROM) é mais eficiente e acurada que  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  e cinza. Para Lied, Julshamm e Braekkan (1982), o óxido de crômio III e o óxido de titânio IV foram equivalentes em “Atlantic cod” (*Gadus morhua*). Tacon e Rodrigues (1984) e Rodrigues (1985) compararam indicadores externos e internos para truta arco-íris e verificaram que o óxido de crômio III e fibra bruta apresentaram as melhores repetibilidades dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes em relação ao polietileno e “cinza insolúvel em ácido”. Em 1990, De Silva, Shim e Ong não encontraram diferença significativa para os coeficientes de digestibilidade quando foram comparados os indicadores óxido de crômio III e fibra bruta em *Oreochromis aureus*. Também Shahat (1993) comparou o uso de indicadores externo (óxido de crômio III) e internos (fibra bruta e cinza) para determinações da digestibilidade aparente da proteína e energia em “catfish” (*Clarias lazera*). Embora os dados tenham mostrado maiores valores de coeficientes de digestibilidade obtidos pelo uso do óxido de



crômio III, seguido por cinza, concluiu aquele autor que o  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  pode ser considerado o mais adequado indicador. Entretanto a cinza mostrou ser bastante adequada sob condições práticas.

Apesar de suas limitações, o óxido de crômio III é o indicador mais amplamente utilizado em peixes (Inaba et al., 1962; Smith e Lovell, 1973; Austreng, 1978; NRC, 1983; De Silva e Perera, 1984; Tytler e Calow, 1985; Hepher, 1988; Smith, 1988; De Silva, 1989; De Silva e Anderson, 1995).

## **5 MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1 Local**

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório Úmido do Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais - CEPTA, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis - IBAMA, em Pirassununga-SP, situada a 654 metros de altitude, entre os paralelos latitude  $20^{\circ}02'S$  e longitude  $47^{\circ}30' W$ .

### **5.2 Ensaio**

Foram realizados dois ensaios com o objetivo de comparar as variabilidades dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta, utilizando-se o método da espectrofotometria de absorção atômica, em relação ao nível de inclusão do óxido de crômio III nas dietas experimentais e da influência do dia da coleta fecal.

### 5.2.1 Tratamentos

No primeiro ensaio, os tratamentos foram constituídos dos níveis de inclusão de 0,1%, 0,6%, 1,1%, 1,6% e 2,1% de óxido de cromo III às dietas experimentais para determinar a variabilidade dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta. Com finalidade semelhante em relação à matéria seca, o segundo ensaio foi executado utilizando-se a estrutura fatorial mista, em que os níveis foram a inclusão do indicador  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (0,1%, 0,6%, 1,1%, 1,6% e 2,1%), e cada dia de coleta fecal (1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º e 7º dia consecutivo a partir do primeiro dia de oferecimento da dieta experimental). As dietas experimentais de ambos os ensaios estão apresentadas na Tabela 1.

### 5.2.2 Animais utilizados, manejo e período experimental

Os alevinos de matrinhã (*Brycon cephalus*) utilizados neste experimento foram obtidos de reprodução artificial efetuada em dezembro de 1996, no CEPTA. O primeiro ensaio foi conduzido nos meses de fevereiro e março de 1997. No qual foram utilizados 475 exemplares de matrinhã com peso médio inicial de 26,9 g e comprimento padrão médio de  $11,2 \pm 1,2$  cm e total médio de  $12,7 \pm 1,3$  cm. No segundo ensaio, executado nos meses de setembro e outubro daquele mesmo ano, foram utilizados 500 exemplares, com peso médio inicial de 42,5 g e comprimento padrão médio de  $13,5 \pm 1,7$  cm e total médio de  $15,2 \pm 1,9$  cm, que foram distribuídos aleatoriamente em cinco tanques de digestibilidade (Figura 1A, Anexo A; Figuras 1C e 2C, Anexo C). Logo após o transporte dos peixes do viveiro ao Laboratório Úmido e da biometria, utilizando a solução tranqüilizante 0,5 ml de quinaldina/20litros de

**TABELA 1 - Composição percentual das dietas experimentais**

Ingrediente	Tratamentos - Níveis de óxido de cromo III				
	0,1%	0,6%	1,1%	1,6%	2,1%
Milho	40,5	40,5	42,3	41,3	41,3
Farelo de trigo	4,0	3,0	1,2	1,0	1,0
Farelo de soja	16,0	16,0	16,0	16,0	15,5
Farelo de algodão-35%PB	16,5	16,5	15,5	15,5	15,2
Farinha de peixe	18,0	18,5	19,0	19,7	20,0
Óleo de soja	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Suplemento min/vit. <sup>1</sup>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Goma guar <sup>2</sup>	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Óxido de cromo III	0,1	0,6	1,1	1,6	2,1
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
<b>PB (%)</b>	<b>27,8</b>	<b>27,9</b>	<b>27,7</b>	<b>27,9</b>	<b>27,8</b>
<b>ED (kcal/kg)</b>	<b>2726</b>	<b>2716</b>	<b>2713</b>	<b>2700</b>	<b>2690</b>

<sup>1</sup>- Quantidade recomendada pelo fabricante. Níveis de garantia por kg de produto - ácido fólico 250 mg, ácido pantotênico 5.000 mg, antioxidante 0,25g, cobalto 24,999mg, cobre 1.999,9mg, ferro 11.249,7mg, iodo 106,2 mg, manganês 3.749,9 mg, niacina 3.750 mg, selênio 75,5 mg, vitamina A 1.000.000 ui, vitamina B1 250mg, vitamina B12 2.500mcg, vitamina B2 1.750 mg, vitamina B6 875mg, vitamina C 12.500 mg, vitamina D3 600.000 ui, vitamina e 12.500 ui, vitamina K 315 mg, zinco 17.499,6 mg, veículo q.s.p

<sup>2</sup>- Utilizada como aglutinante

água, era feito o tratamento preventivo com solução verde de malaquita (4g) e formol (1000ml). Quando os peixes de todos os tanques de digestibilidade

passavam a se alimentar com a ração padrão produzida no CEPTA, os tratamentos eram sorteados para o início da fase pré-experimental de três dias, seguido por quatro dias de coleta de fezes. Após o período de coleta fecal de cada bloco, os peixes receberam a ração padrão por 96 horas, tempo suficiente para a completa passagem da digesta pelo trato digestório, quando era efetuado novo sorteio dos tratamentos para o início do período de coleta fecal do bloco seguinte. Nesses dois ensaios, os animais eram arraçoados até próximo à saciedade, logo após à coleta de fezes às 8:00 horas de manhã e também às 11:00; 14:00 e 17:00 horas.

### **5.2.3 Preparo das dietas experimentais**

As dietas experimentais (Figura 1G, Anexo G) isoenergéticas (2700 kcal ED/kg) e isoprotéicas (28% PB) foram manufaturadas, iniciando-se pela moagem dos ingredientes, separadamente, pelo moinho a martelo em peneira fina (2 mm de diâmetro). O indicador óxido de cromo III (Vetec Química Fina), foi peneirado em peneira de abertura 0,59 mm de diâmetro (ABNT-30, TYLER-28) para ser incorporado à mistura, durante a homogeneização de 20 minutos no misturador (Hobart). Na prensagem sem vapor das dietas experimentais, utilizou-se uma mini-peletizadora (California Pellet Mill) com anel de 4 mm de diâmetro, com posterior secagem ao sol. A composição nutricional das dietas experimentais dos ensaios 2 e 3 encontra-se na Tabela 1H- Anexo H.

### **5.2.4 Coleta e preparo das amostras, medições e análises laboratoriais**

O sistema utilizado para a determinação da digestibilidade neste

experimento foi o de Cho, Cowey e Watanabe (1985) e Cho (1987), modificado por Cantelmo (1998) e que consta basicamente de tanques em fibra de vidro, com formato interno cilíndrico-cônico e capacidade aproximada de 310 litros d'água, com vazão aproximada 0,07 litro/segundo, interligado individualmente ao coletor de fezes com o mesmo formato interno e capacidade de 20 litros d'água (Figura 1B, Anexo B).

Na rotina diária de funcionamento do Laboratório Úmido (Anexo D), após 45 minutos da última refeição ( às 17 horas), era efetuada a limpeza do sistema, visando eliminar os restos de dietas, fezes e resíduos (escamas e pedaços de nadadeiras), pela retirada de 60-70% do volume d'água do tanque de digestibilidade, pela mangueira acoplada ao fundo e que o interliga ao coletor de fezes. Toda a água era então drenada para a limpeza interna, ficando o sistema preparado para a coleta de fezes na manhã do dia seguinte.

As fezes livres caracterizavam-se por pequenos grânulos, porém, quando decantadas no coletor, apresentaram-se amorfas, sendo coletadas diariamente e centrifugadas a 4200 rpm/8 minutos a 20-22°C (centrífuga IEC - Centra - 8R). Após a pré-secagem em estufa a 65°C durante aproximadamente 28 horas, eram trituradas em gral e peneiradas para retirada de impurezas (principalmente escamas e pedaços de nadadeiras), formação de amostra composta por tratamento (ensaio 1) ou por dia de coleta (ensaio 2), sendo então acondicionadas, identificadas e armazenadas em freezer para posteriores análises efetuadas no Laboratório de Pesquisa Animal da UFLA. Para determinação do  $Cr_2O_3$  nas dietas e fezes, utilizou-se a metodologia proposta por Silva (1998), com leituras da concentração de crômio em espectrofotômetro de absorção atômica (Spectra AA-100 Varian).

As amostras d'água para as determinações das análises químicas

realizadas uma vez por semana e as medições diárias de temperatura e oxigênio dissolvido foram obtidas nos coletores de fezes de cada tratamento, sendo também recolhida uma amostra d'água de abastecimento na entrada do tanque de digestibilidade. As análises de pH (PHmetro FISCHER-119), dureza, alcalinidade, amônia (Spectrophotometer DR/3000-HACH) e condutividade (condutivímetro YSI-modelo 33) foram realizadas no Laboratório de Limnologia do CEPTA, sendo as medições de temperatura e oxigênio dissolvido feitas diariamente às 7:30 e 16:30 horas, por meio de oxigenômetro (YSI-modelo 57). A água de abastecimento do sistema era filtrada (filtros marca Jacuzzi) pela manhã (7 horas) e à tarde (16 horas).

A iluminação artificial no Laboratório Úmido obedeceu o horário de 6 às 18 horas, controlada por cronômetro elétrico.

### **5.2.5 Cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta**

Os Coeficientes de Digestibilidade Aparente (CDA,%) da proteína bruta das dietas experimentais foram calculados pela fórmula proposta por Maynard e Loosly (1966):

$$\text{CDA (\%)} = 100 - \left( \frac{\% \text{indicador dieta}}{\% \text{indicador fezes}} \times \frac{\% \text{nutriente fezes}}{\% \text{nutriente dieta}} \right)$$

A fórmula utilizada para a determinação do Coeficiente de Digestibilidade Aparente da matéria seca foi:  $\text{CDA (\%)} = 100 - (\% \text{ indicador dieta} / \text{ indicador fezes}) \times 100$ , conforme De Silva e Anderson (1995).

## 5.2.6 Delineamento experimental

No primeiro ensaio, os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e proteína bruta foram comparados através do delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos (níveis de inclusão 0,1%; 0,6%; 1,1%; 1,6% e 2,1% de óxido de cromo III) e quatro repetições. O modelo estatístico utilizado foi:

$$y_{ij} = \mu + t_i + b_j + E_{(ij)}$$

sendo:  $i$  = níveis de inclusão de 0,1%, 0,6%, 1,1%, 1,6% e 2,1% do indicador  $Cr_2O_3$ ,

$j$  = períodos 1, 2, 3 e 4,

$y_{ij}$  = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente da parcela que recebeu o tratamento  $i$  no período  $j$

$\mu$  = média geral

$t_i$  = efeito do tratamento  $i$

$b_j$  = efeito do período  $j$

$E_{(ij)}$  = erro aleatório associado a cada observação, que, por hipótese, tem distribuição normal, média zero e variância  $\sigma$ .

No segundo ensaio, os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes foram comparados, sendo os tratamentos dispostos numa estrutura fatorial mista, com quatro repetições em blocos. Os fatores em estudo foram os níveis de inclusão do indicador óxido cromo (0,1%, 0,6%, 1,1%, 1,6% e 2,1%) e do dia de coleta fecal (1<sup>o</sup>; 2<sup>o</sup>; 3<sup>o</sup>; 4<sup>o</sup>; 5<sup>o</sup>; 6<sup>o</sup> e 7<sup>o</sup> dia consecutivo a partir do primeiro dia de oferecimento da dieta experimental). O modelo estatístico utilizado foi:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \delta_k + E_{(ij)k}$$

sendo,  $i$  = níveis de inclusão de 0,1%, 0,6%, 1,1%, 1,6% e 2,1% do indicador  $Cr_2O_3$ ,

$j$  = 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º e 7º dia de coleta de fezes

$k$  = períodos 1, 2, 3 e 4

$y_{ijk}$  = coeficiente de digestibilidade aparente dos níveis  $i$  e  $j$  dos fatores% de inclusão do indicador e dia de coleta fecal no período  $k$

$\mu$  = média geral

$\alpha_i$  = efeito do nível  $i$  do fator% de inclusão do indicador

$\beta_j$  = efeito do nível  $j$  do fator dia de coleta fecal

$(\alpha\beta)_{ij}$  = efeito da interação dos fatores% de inclusão do indicador e dia da coleta fecal

$\delta_k$  = efeito do período  $k$

$E_{(ij)k}$  = erro aleatório associado a cada observação que, por hipótese, tem distribuição normal, média zero e variância  $\sigma$ .

Os resultados de ambos os ensaios foram analisados pelo pacote computacional SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética) desenvolvido por Euclides (1997). Foi utilizado o teste de média SNK para comparar os resultados obtidos.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Ensaio 1

Os resultados das análises físicas e químicas da água utilizada no Laboratório Úmido do CEPTA, durante este ensaio, estão presentes na Tabela 2. No tocante ao oxigênio dissolvido, medido durante os ensaios 1 e 2, não foi



observado o crescimento labial como resposta morfológica à sua baixa concentração característica do gênero *Brycon* em ambientes naturais com oscilação de oxigênio dissolvido entre 3,5 a 0,6 mg/l, conforme salientado por Braum e Junk (1982). A variável química amônia mostrou as maiores variabilidades compatíveis com o nível protéico das dietas experimentais fornecidas aos animais.

TABELA 2- Média e desvio padrão dos resultados das análises físicas e químicas da água dos tratamentos e de abastecimento do Laboratório Úmido.\*

Tratamento	Temperatura (°C)		Oxigênio dissolvido (mg/l)		pH	Dureza (mg/l)	Alcalini- dade (mg/l)	Amônia (mg/l)	Condutivi- dade (µS/cm)
	manhã	tarde	manhã	tarde					
0,1% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,7 ± 1,0	27,4 ± 1,2	3,9 ± 0,7	2,7 ± 0,5	5,4 ± 0,4	6,4 ± 1,3	12,2 ± 1,9	0,21 ± 0,06	20,5 ± 1,7
0,6% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,7 ± 1,1	27,4 ± 1,2	3,9 ± 0,8	2,7 ± 0,5	5,4 ± 0,5	5,8 ± 0,8	12,0 ± 1,9	0,21 ± 0,06	19,8 ± 0,5
1,1% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,7 ± 1,0	27,4 ± 1,2	4,0 ± 0,8	3,1 ± 0,7	5,5 ± 0,4	6,0 ± 1,6	12,4 ± 1,7	0,20 ± 0,07	20,3 ± 1,3
1,6% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,7 ± 1,0	27,4 ± 1,2	4,0 ± 0,8	3,0 ± 0,8	5,5 ± 0,5	5,2 ± 0,8	12,6 ± 0,9	0,20 ± 0,07	20,8 ± 1,5
2,1% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,7 ± 1,0	27,4 ± 1,2	4,2 ± 0,6	2,9 ± 0,7	5,5 ± 0,4	5,6 ± 1,1	12,4 ± 1,1	0,19 ± 0,04	20,3 ± 1,3
Entrada*	-	-	-	-	5,6 ± 0,4	5,4 ± 1,7	10,8 ± 1,3	0,10 ± 0,00	19,6 ± 0,5

\* Água de abastecimento do sistema de tanques de digestibilidade.

### 6.1.1 Matéria seca e proteína bruta

Na Tabela 3 estão presentes os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca da dieta experimental, onde observa-se a existência de diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os períodos, tendo o período I apresentado maior coeficiente em relação aos demais, indicando que o fator bloqueado tempo influenciou a digestibilidade para esse nutriente. Entre os tratamentos, o nível de inclusão 0,6% de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> apresentou maior coeficiente de

digestibilidade aparente da dieta ( $P < 0,05$ ). Entretanto, os erros padrões da média foram menores nos tratamentos 0,6%; 1,6% e 2,1% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

**TABELA 3** - Efeito dos níveis de inclusão de óxido crômico (%) na dieta experimental, sobre o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, para o matrinchã (*Brycon cephalus*)

Níveis de $\text{Cr}_2\text{O}_3$ (%)	Período				Média <sup>1</sup>
	1	2	3	4	
0,1	75,50 (1,13) <sup>3</sup>	61,84 (1,83)	47,98 (5,26)	44,91 (3,73)	57,59 <sup>b</sup> (4,05)
0,6	79,44 (0,29)	64,24 (3,37)	74,04 (0,53)	68,71 (2,04)	71,61 <sup>a</sup> (1,91)
1,1	71,16 (1,98)	67,41 (1,81)	60,53 (2,60)	57,55 (3,19)	64,16 <sup>b</sup> (3,46)
1,6	67,49 (1,71)	62,15 (4,37)	56,14 (3,14)	61,43 (0,47)	61,80 <sup>b</sup> (1,34)
2,1	59,87 (1,03)	64,96 (3,27)	58,23 (2,58)	63,16 (3,82)	61,55 <sup>b</sup> (0,88)
<b>Média<sup>2</sup></b>	<b>70,69</b> (1,87) <b>A</b>	<b>64,12</b> (1,29) <b>B</b>	<b>59,38</b> (2,57) <b>B</b>	<b>59,15</b> (2,34) <b>B</b>	<b>63,34</b>

<sup>1,2</sup> Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna e por maiúsculas na linha diferem pelo teste SNK ( $P < 0,05$ )

<sup>3</sup> Erro padrão da média

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta da dieta experimental encontram-se na Tabela 4, onde os períodos apresentam-se com diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), sendo que o período 1 mostra maior coeficiente de digestibilidade, seguido do período 2. Os períodos 3 e 4 foram os que apresentaram os menores coeficientes de digestibilidade aparente, mostrando de forma análoga ao nutriente matéria seca, a influência do tempo sobre a digestibilidade da fração protéica. Com relação aos tratamentos, houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os coeficientes de digestibilidade, com o nível de 0,6% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  apresentando o maior coeficiente de digestibilidade

aparente da proteína bruta da dieta em semelhança à matéria seca. Os tratamentos 1,1%, 1,6%, 2,1% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  mostraram coeficientes de digestibilidade aparente superior em relação ao nível de 0,1% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ( $P < 0,05$ ). Contudo, os menores erros padrões observados foram para os níveis de inclusão de 0,6%, 1,1%, 1,6% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Muito embora Furukawa e Tsukahara (1966) tenham sugerido os níveis de inclusão do indicador  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  variando de 1% a 6% na dieta experimental, a maioria de trabalhos com peixes presentes na literatura utiliza os níveis de 0,5% a 1% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Verifica-se também que existe o pouco interesse dos pesquisadores em relação ao estudo do nível de inclusão do indicador nas dietas para as diversas espécies.

TABELA 4 - Efeito dos níveis de inclusão de óxido crômico (%) na dieta experimental, sobre o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, para o matrinhã (*Brycon cephalus*)\*

Níveis de $\text{Cr}_2\text{O}_3$ (%)	Período				Média <sup>1</sup>
	1	2	3	4	
0,1	90,31 (0,34) <sup>3</sup>	85,84 (0,84)	61,77 (1,82)	75,30 (1,58)	78,30 <sup>c</sup> (3,66)
0,6	92,07 (0,31)	85,72 (1,07)	89,35 (0,42)	85,75 (0,40)	88,23 <sup>a</sup> (0,88)
1,1	88,55 (1,38)	82,11 (2,40)	81,91 (2,14)	78,97 (2,29)	82,88 <sup>b</sup> (1,17)
1,6	85,60 (1,09)	84,06 (1,90)	78,07 (1,77)	80,77 (3,73)	82,13 <sup>b</sup> (0,97)
2,1	66,50 (6,02)	81,86 (3,54)	81,69 (0,84)	82,52 (0,87)	82,21 <sup>b</sup> (2,24)
<b>Média<sup>2</sup></b>	<b>84,61</b> (3,35) <b>A</b>	<b>83,92</b> (0,94) <b>B</b>	<b>78,56</b> (2,52) <b>C</b>	<b>80,66</b> (1,23) <b>C</b>	<b>82,75</b>

\* Na base da matéria seca

<sup>1,2</sup> Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna e por maiúsculas na linha diferem pelo teste SNK ( $P < 0,05$ )

<sup>3</sup> Erro padrão da média

Tacon e Rodrigues (1984) e Rodrigues (1985) encontraram em trutas arco-íris (*Salmo gairdneri*) coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e da fração proteína bruta das dietas significativamente superiores pela utilização do nível de 2% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  em relação aos níveis de 0,5% e 1%. No entanto, na presente pesquisa com *Brycon cephalus*, houve confirmação neste sentido. Percebe-se também que somente o nível de inclusão de 0,1% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  apresentou menor consistência dos coeficientes de digestibilidade por meio de altos erros padrões obtidos na determinação dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e proteína bruta.

Porém, em relação à coleta fecal nos períodos diurno e noturno em alevinos de tilápia (*Oreochromis aureus*), De Silva, Shim e Ong (1990) não encontraram diferenças nos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes por meio dos indicadores  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  e fibra bruta com coleta fecal por meio de sifonagem.

## 6.2 Ensaio 2

Na Tabela 5 estão os resultados das análises físicas e químicas da água utilizada neste ensaio.

A análise de variância dos dados deste ensaio (Tabela 11, Anexo I) mostra que houve significância entre os níveis de inclusão do indicador, dias de coleta fecal e entre os períodos. A insignificância estatística observada na interação entre nível de inclusão do indicador e dia de coleta de fezes indica não haver relacionamento entre esses fatores. Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca da dieta experimental em relação ao nível de inclusão do

indicador  $Cr_2O_3$  e do dia de coleta fecal estão presentes na Tabela 6, onde observa-se a existência da tendência crescente destes a partir do primeiro dia de coleta fecal no período estudado, independente do nível de inclusão do indicador. As maiores médias dos coeficientes de digestibilidade aparente da dieta experimental ( $P < 0,05$ ) apresentam-se após o segundo dia (inclusive) de coleta fecal, entretanto, a tendência observada quanto aos menores erros padrões acontecem a partir do terceiro dia (inclusive) de coleta fecal, indicando menor variação do acaso, portanto maior precisão dos coeficientes de digestibilidade aparente. Esses resultados concordam com De la Noüe et al. (1980), os quais obtiveram valores de coeficientes de digestibilidade mais acurados e definitivos para a truta arco-íris (*Salmo gairdneri*), a partir do terceiro dia de coleta de fezes.

TABELA 5 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação dos resultados das análises físicas e químicas da água dos tratamentos e de abastecimento do Laboratório Úmido\*

Tratamento	Temperatura (°C)		Oxigênio dissolvido (mg/l)		pH	Dureza (mg/l)	Alcalini- dade (mg/l)	Amônia (mg/l)	Condutivi- dade ( $\mu$ S/cm)
	manhã	tarde	manhã	tarde					
0,1% $Cr_2O_3$	24,8 ± 1,2	25,5 ± 1,0	4,4 ± 0,7	3,2 ± 0,7	6,3 ± 0,1	9,3 ± 2,1	11,3 ± 1,0	0,13 ± 0,03	17,5 ± 3,7
0,6% $Cr_2O_3$	24,7 ± 1,2	25,5 ± 1,0	4,5 ± 0,5	3,2 ± 0,5	6,4 ± 0,1	8,3 ± 2,2	12,0 ± 2,2	0,11 ± 0,01	17,0 ± 4,7
1,1% $Cr_2O_3$	24,8 ± 1,1	25,5 ± 1,0	4,5 ± 0,7	3,2 ± 0,5	6,3 ± 0,0	7,8 ± 1,5	11,8 ± 1,7	0,12 ± 0,03	15,3 ± 3,8
1,6% $Cr_2O_3$	24,8 ± 1,2	25,5 ± 1,0	5,0 ± 0,7	3,8 ± 0,8	6,4 ± 0,1	7,0 ± 2,2	12,8 ± 1,3	0,13 ± 0,03	17,0 ± 4,7
2,1% $Cr_2O_3$	24,8 ± 1,2	25,5 ± 1,0	4,7 ± 0,5	3,4 ± 0,6	6,4 ± 0,1	8,8 ± 2,8	13,3 ± 3,3	0,11 ± 0,01	17,3 ± 3,5
Entrada*	-	-	-	-	6,7 ± 0,1	7,0 ± 3,2	11,5 ± 1,7	0,12 ± 0,02	11,0 ± 0,0

\* Água de abastecimento do sistema de tanques de digestibilidade

No período estudado, considerando-se a recomendação metodológica de Cho (1987) em relação à coleta fecal mínima de três dias e à tendência observada

na regularidade dos menores erros padrões da média, verifica-se a maior consistência destes em relação às médias dos coeficientes de digestibilidade aparente (Tabela 6, em negrito) para o nível de inclusão de 1,6% de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> no período de coleta fecal do 5<sup>o</sup> ao 7<sup>o</sup> dia (inclusive). Em seguida, a maior consistência é verificada para os níveis de inclusão de 0,6% e 1,1% do indicador, nos respectivos períodos de coleta fecal do 3<sup>o</sup> ao 7<sup>o</sup> dia (inclusive) e do 4<sup>o</sup> ao 6<sup>o</sup> dia (inclusive), e finalmente, para o nível de inclusão de 2,1%, o período de coleta fecal no 3<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup> dia de alimentação.

TABELA 6 - Coeficiente de digestibilidade aparente (%) da matéria seca da dieta experimental considerando o nível de inclusão do indicador e o dia da coleta fecal para o matrinhã (*Brycon cephalus*)

Nível de Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Dia de coleta fecal						
	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	5 <sup>o</sup>	6 <sup>o</sup>	7 <sup>o</sup>
<b>0,10</b>	45,87 (10,03) <sup>2</sup>	63,53 (18,15)	59,89 (5,00)	75,16 (7,66)	65,66 (2,09)	77,37 (9,99)	76,94 (7,70)
<b>0,60</b>	47,10 (6,12)	43,15 (3,25)	38,57 (5,59)	45,32 (6,07)	36,92 (7,95)	46,56 (7,92)	46,70 (10,40)
<b>1,10</b>	21,54 (6,46)	29,75 (10,79)	30,38 (10,77)	31,38 (5,60)	27,41 (5,82)	32,29 (7,76)	37,01 (10,37)
<b>1,60</b>	27,03 (12,81)	32,45 (14,16)	40,67 (11,36)	41,48 (7,35)	47,12 (5,44)	56,45 (4,00)	48,04 (5,20)
<b>2,10</b>	19,35 (11,00)	38,65 (13,42)	53,60 (3,10)	54,41 (3,48)	57,24 (5,95)	63,08 (1,06)	58,37 (6,45)
<b>Média<sup>1</sup></b>	<b>32,18</b> (5,40)	<b>41,51</b> (4,94)	<b>44,62</b> (4,12)	<b>49,55</b> (3,98)	<b>46,87</b> (4,26)	<b>55,14</b> (4,32)	<b>53,41</b> (4,53)
	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>AB</b>	<b>AB</b>	<b>AB</b>	<b>A</b>	<b>AB</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste SNK (P<0,05)

<sup>2</sup> Erro padrão da média

Dessa forma, a menor consistência dos coeficientes de digestibilidade aparente foi observada pela inclusão de 0,1% de óxido crômico à dieta experimental. Cabe salientar, entretanto, que essa conclusão somente é válida para a metodologia contida em Silva (1998), com leitura através do espectrofotômetro de absorção atômica, pois, em outros métodos de análise, como o da S - difenilcarbazida no qual utiliza-se níveis abaixo de 0,1% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  com precisão.

Muito embora pesquisadores (Maynard e Loosly, 1966; Coelho da Silva, Campos e Conrad, 1968; Kotb e Lukey, 1972 e Coelho da Silva e Leão, 1979) tenham apresentado como uma das condições ideais do indicador, a passagem uniforme pelo trato digestório, Coelho da Silva, Campos e Conrad (1968) verificaram a desuniformidade da passagem do óxido crômico pelo trato digestório de caprinos, principalmente nos primeiros dias do oferecimento deste indicador, corroborando com as observações de Bowen (1978) e Leavitt (1985) sobre as diferentes densidades do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  e da digesta verificada em peixe e lagosta, respectivamente.

## 7 CONCLUSÕES

Nas condições que foi desenvolvida esta pesquisa com a espécie *Brycon cephalus*, pôde-se concluir que:

- utilizando-se o método de análise da espectrofotometria de absorção atômica, pode-se utilizar níveis de inclusão de 0,6%, 1,1%, 1,6% e 2,1% do indicador externo óxido de cromo III às dietas, em estudos de digestibilidade;

- as coletas de fezes devem ser feitas a partir do terceiro dia de alimentação.



## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSTRENG, E. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 13, p. 265-272, 1978.
- BOWEN, S. H. Chromic acid in assimilation studies - a caution. *Transactions of the American Fisheries Society*, Bethesda, v. 107, n. 5, p. 755-756, 1978.
- BRAUM, E.; JUNK, W. J. Morphological adaptation of two amazonian characoids (Pisces) for surviving in oxygen deficient waters. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie*, Berlin, v.67. n.6. p.869-886, 1982.
- BUDDINGTON, R.K. Hydrolysis-resistant organic matter as a reference for measurement of fish digestive efficiency. *Transactions of the American Fisheries Society*, Bethesda, v. 109, p. 653-656, 1980.
- CANTELMO, O.A. Características físicas e avaliação biológica de rações para peixes confeccionadas com diferentes aglutinantes e técnicas de processamento. Botucatu: UNESP, 1998. 65p. (Tese-Doutorado em Zootecnia).
- CHO, C.Y. La energía en la nutrición de los peces. In: MONTEROS, J.E. de los; LABARTA, U. (eds.). *Nutrición en acuicultura II*. Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, 1987, p. 197-243.
- CHO, C.Y.; COWEY, C.B.; WATANABE, T. *Finfish nutrition in Asia: methodological approaches to research and development*. Ottawa: IDRC, 1985. 154 p.
- COELHO DA SILVA, J. F. C.; CAMPOS, J.; CONRAD, J.H. Uso do óxido crômico na determinação da digestibilidade. *Experientiae*, Viçosa, v. 8, n. 1, p. 1-23, 1968.
- COELHO DA SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. *Fundamentos de nutrição de ruminantes*. Piracicaba: Livrocetes, 1979. 384 p.
- De La NOÛE, J.; CHOUBERT, G. Digestibility in rainbow trout: Comparison of the direct and indirect methods of measurement. *The Progressive Fish-Culturist*, Bethesda, v. 48, p.190-195, 1986.
- De La NOÛE, J.; CHOUBERT, G.; PAGNIEZ, B.; BLANC, J.M.; LUQUET, P. Digestibilité chez la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri*) lors de l'adaptation à un nouveau régime alimentaire. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Ottawa, v. 37, p. 2218-2224, 1980.

- De SILVA, S.S. Fish nutrition research in Asia. In: ASIAN FISH NUTRITION NETWORK MEETING, 3, 1989 Proceedings... Manila: Asian Fisheries Society. 1989. 166 p. (Asian Fisheries Society Special Publication, 4)
- De SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. Fish nutrition in aquaculture. London: Chapman & Hall, 1995. 319 p.
- De SILVA, S. S.; PERERA, M. K. Digestibility in *Sarotherodon niloticus* fry: effect of dietary protein level and salinity with further observations on variability in daily digestibility. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 38, p. 293-306, 1984.
- De SILVA, S.S.; SHIM, K.F.; ONG, A.K. An evaluation of the method used in digestibility estimations of a dietary ingredient and comparisons on external and internal markers, and time of faeces collection in digestibility studies in the fish *Oreochromis aureus* (Steindachner). *Reproduction, Nutrition, Development*, Paris, v. 30, p. 215-226, 1990.
- EUCLYDES, R.F. Manual de utilização do Programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas) UFV. Viçosa. 1997. 150p. (versão 7.0)
- FAUCONNEAU, B.; CHOUBERT, G.; BLANC, D.; BREQUE, J.; LUQUET, P. Influence of environmental temperature on flow rate of foodstuffs through the gastrointestinal tract of rainbow trout. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 34, p. 27-39, 1983.
- FERRARIS, R.P.; CATA CUTAN, M.R.; MABELIN, R.L.; JAZUL, A.P. Digestibility in milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal): Effects of protein source, fish size and salinity. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 59, p. 93-105, 1986.
- FURUKAWA, A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed. *Bulletin of the Japanese Society of the Scientific Fisheries*, Hakodate, v. 32, n. 6, p. 503-506, 1966.
- HEPHER, B. Nutrition of pond fishes. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. 388 p.
- INABA, D.; OGINO, C.; TAKAMATSU, C.; SUGANO, S.; HATA, H. Digestibility of dietary components in fishes. I - Digestibility of dietary proteins and starch in rainbow trout. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, Hakodate, v. 28, n. 3, p. 367-371, 1962.
- KOTB, A. R.; LUCKEY, T. D. Markers in nutrition. *Nutrition Abstracts & Reviews*, Series B. Livestock Feed and Feeding, Aberdeen, v. 43, n. 3, p. 813-845, Mar. 1972.

- LEAVITT, D.F. An evaluation of gravimetric and inert marker techniques to measure digestibility in the american lobster. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 47, p. 131-142, 1985.
- LIED, E.; JULSHAMN, K.; BRAEKKAN, O.R. Determination fo protein digestibility in Atlantic cod (*Gadus morhua*) with internal and external indicators. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Ottawa, v. 39, p 854-861, 1982.
- MAYNARD, L. A.; LOOSLY, J. K. *Nutrição animal*. Rio de Janeiro: MacGraw Hill, 1966. 550 p.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requeriments of fish*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1983. 102 p.
- RINGO, E. The effect of chromic oxide (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) on faecal lipid and intestinal microflora of sea water-reared Artic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Aquaculture and Fisheries Management*, Oxford, v. 24, p. 341-344, 1993a.
- RINGO, E. The effect of chromic oxide (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) on aerobic bacterial populations associated with the intestinal epithelial mucosa of Artic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Canadian Journal Microbiology*, Ottawa, v. 39, p. 1169-1173, 1993b.
- RODRIGUES, A.M.P. Uso de óxido crômico, fibras, polietileno e “cinzas insolúveis em ácido” como marcadores na avaliação dos coeficientes de digestibilidade aparente em truta arco-íris (*Salmo gairdneri* R.). In: JORNADAS SOBRE NUTRIÇÃO EM AQUACULTURA, 1985, Lisboa. *Publicações Anexas...* Lisboa: Instituto Nacional de Investigações das Pescas,. 1985, p. 63-72.
- SHAHAT, T.M. Digestibility determination in nile catfish fingerlings using internal and external markers. *Veterinary Medical Journal Giza*, Cairo, v. 41, n. 3, p. 83-91, 1993.
- SHIAU, S. Y.; CHEN, M. J. Carbohydrate utilization by tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) as influenced by different chromium sources. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 123. p. 1747-1753, Oct. 1993.
- SHIAU, S. Y.; LIANG, H.S. Carbohydrate utilization and digestibility by tilapia *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. are affected by chromic oxide inclusion in the diet. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 125. p. 976-982, Apr. 1995.
- SILVA, D.J. *Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: UFV. Inprensa Universitária, 1998. 116 p.

- SMITH, B.W.; LOVELL, R.T., Determination of apparent protein digestibility in feeds for channel catfish. *Transactions of the American Fisheries Society*, Bethesda, v. 102, n. 4, p. 831-835, 1973.
- SMITH, R.R. Nutritional energetics. In: HALVER, J.E. (ed.). *Fish nutrition*. Washington: Academic Press, 1988. p.1-29.
- TACON, A.G.J.; RODRIGUES, A.M.P. Comparison of chromic oxide, crude fibre, polyethylene and acid-insoluble ash as dietary markers for the estimation of apparent digestibility coefficients in rainbow trout. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 43, p. 391-399, 1984.
- TYTLER, P.; CALOW, P. *Fish energetics new perspectives*. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press, 1985. 349 p.
- VENS-CAPPELL, B. The effects of extrusion and pelleting of feed for trout on the digestibility of protein, amino acids and energy and on feed conversion. *Aquacultural Engineering*, Oxford, v. 3., p 71 - 89, 1984.

## **ANEXOS**

### **ANEXO A**

**Página**

<b>FIGURA 1A - Representação diagramática do sistema experimental, para determinação da digestibilidade .....</b>	<b>99</b>
---	-----------

**FIGURA 1B - Vista do Tanque de Digestibilidade do Laboratório Úmido -  
CEPTA..... 100**

FIGURA 1C. Sistema para determinação da digestibilidade do Laboratório Úmido.....	101
FIGURA 2C. Sistema para determinação da digestibilidade do Laboratório Úmido.....	101

**ANEXO D**

**Página**

**Rotina laboratorial para determinação da digestibilidade..... 102**



<b>TABELA 1E - Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca das dietas experimentais .....</b>	<b>103</b>
<b>TABELA 2E - Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta das dietas experimentais .....</b>	<b>103</b>
<b>TABELA 3E - Coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo das dietas experimentais .....</b>	<b>103</b>
<b>TABELA 4E - Resumo dos resultados sobre coeficiente de digestibilidade aparente (%) dos nutrientes da dieta considerando espécie, peso/tamanho corporal, nível de inclusão do indicador, aglutinante e fonte/nível protéico .....</b>	<b>105</b>
<b>FIGURA 1E - Desvio padrão e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca dos ingredientes .....</b>	<b>106</b>
<b>FIGURA 2E - Desvio padrão e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta dos ingredientes .....</b>	<b>106</b>
<b>FIGURA 3E - Desvio padrão e coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo dos ingredientes .....</b>	<b>106</b>

<b>TABELA 1F</b>	<b>- Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca dos ingredientes de ração .....</b>	<b>108</b>
<b>TABELA 2F</b>	<b>- Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta dos ingredientes de ração .....</b>	<b>108</b>
<b>TABELA 3F</b>	<b>- Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo dos ingredientes de ração .....</b>	<b>109</b>
<b>TABELA 4F</b>	<b>- Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca das dietas experimentais .....</b>	<b>109</b>
<b>TABELA 5F</b>	<b>- Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta das dietas experimentais .....</b>	<b>110</b>
<b>TABELA 6F</b>	<b>-Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo das dietas experimentais .....</b>	<b>110</b>

**ANEXO G**

**Página**

**FIGURA 1 G. Dietas experimentais utilizadas nos ensaios 1 e 2 ..... 111**

<b>TABELA 1H - Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca das dietas experimentais.....</b>	<b>112</b>
<b>TABELA 2H - Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta das dietas experimentais.....</b>	<b>112</b>
<b>TABELA 3H - Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta das dietas experimentais.....</b>	<b>112</b>
<b>FIGURA 1H - Desvio padrão e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca das dietas experimentais .....</b>	<b>114</b>
<b>FIGURA 2H - Desvio padrão e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta das dietas experimentais.....</b>	<b>114</b>

<b>TABELA II - Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da dieta experimental considerando nível de inclusão do indicador e dia da coleta fecal.....</b>	<b>115</b>
<b>FIGURA II - Desvio padrão e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta das dietas experimentais.....</b>	<b>116</b>

ANEXO A

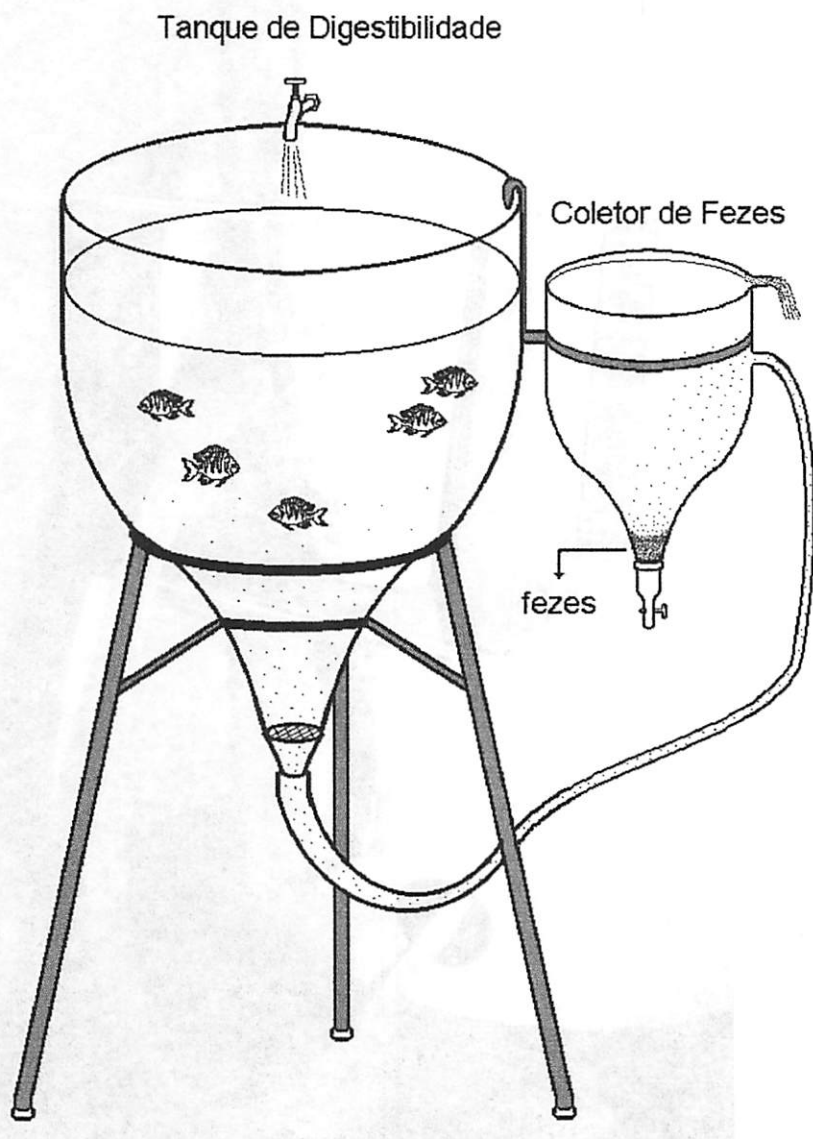
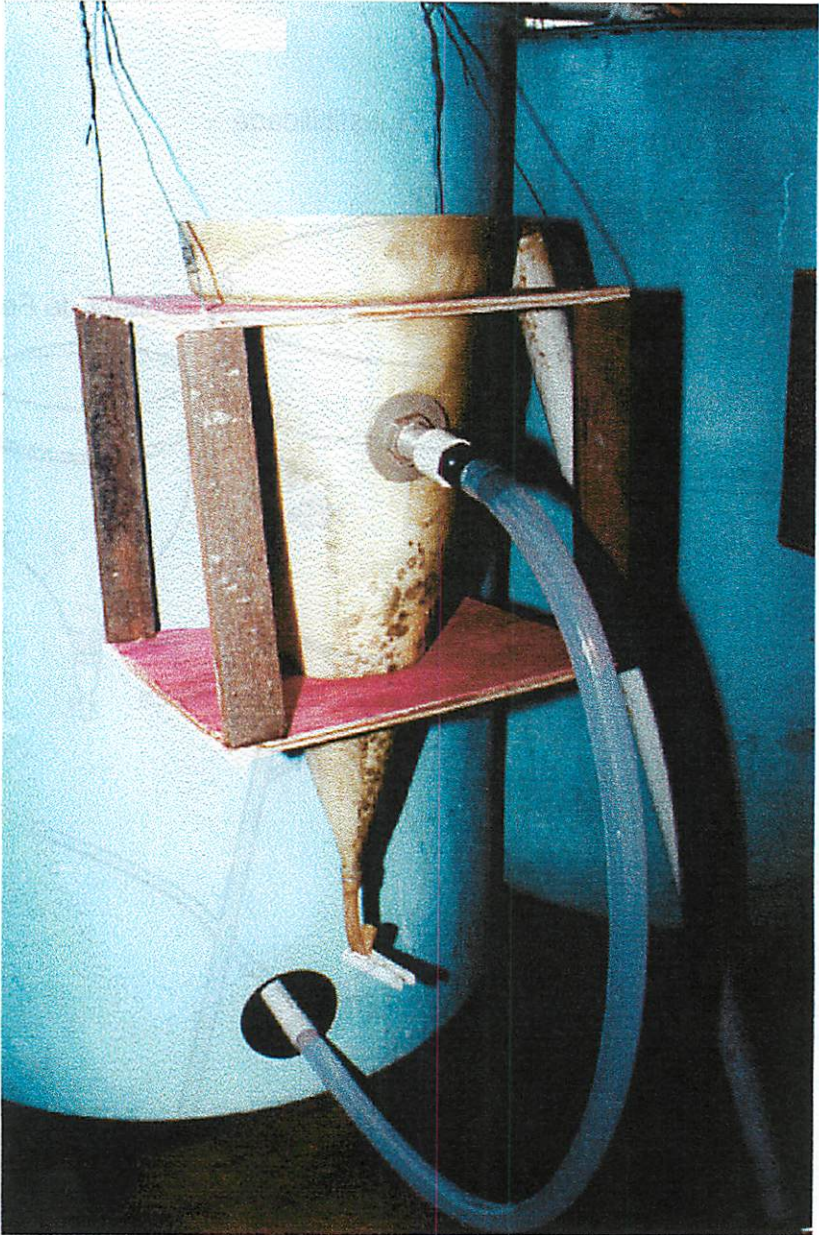


FIGURA 1A - Representação diagramática do sistema experimental para determinação da digestibilidade

**ANEXO B**



**FIGURA 1B - Vista do Tanque de Digestibilidade do Laboratório Úmido - CEPTA**



## ANEXO C

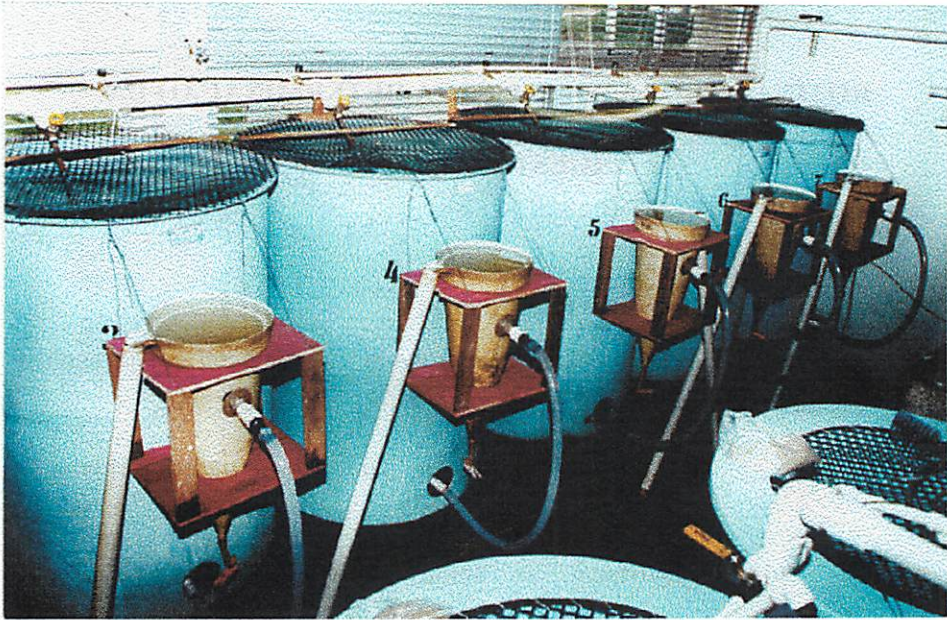


FIGURA 1C. Sistema para determinação da digestibilidade do Laboratório Úmido



FIGURA 2C. Sistema para determinação da digestibilidade do Laboratório Úmido



## **ANEXO D**

### **ROTINA LABORATORIAL PARA DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE**

- 7:00 horas - Limpar os filtros d'água
- 7:30 horas - Medir o oxigênio dissolvido e a temperatura da água nos coletores de fezes.
- 8:00 horas - Coletar as amostras de fezes para posterior arraçamento dos peixes.
  - Centrifugar as amostras de fezes, desprezar o sobrenadante, identificar, acondicionar e armazenar no freezer.
- 12:00 horas - Arraçar os peixes.
- 16:00 horas - Limpar os filtros d'água.
- 16:30 horas - Medir o oxigênio dissolvido e a temperatura da água nos coletores de fezes.
- 17:00 horas - Arraçar os peixes.
- 17:45 horas - Limpar o sistema (tanques de digestibilidade e coletores de fezes)

## ANEXO E

**TABELA 1E - Coeficiente de digestibilidade aparente (%) da matéria seca das dietas experimentais**

Ingrediente	Bloco				Média <sup>1</sup>	EPM <sup>2</sup>
	1	2	3	4		
Referência	58,25	57,44	58,18	60,39	58,57 a	0,64
Ref.+ Milho	55,51	54,79	59,27	58,16	56,68 a	1,07
Ref. + Farelo de trigo	55,72	57,50	57,35	58,17	57,19 a	0,51
Ref. + Farelo de algodão	47,56	49,09	54,26	58,79	52,43 b	2,56
Ref. + Farelo de soja	54,37	53,88	53,63	55,28	54,29 b	0,36
Ref. + Farinha de peixe	57,85	56,39	56,89	58,25	57,34 a	0,43

<sup>1</sup>- Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

<sup>2</sup>- Erro padrão da média

**TABELA 2E - Coeficiente de digestibilidade aparente (%) da proteína bruta das dietas experimentais\***

Ingrediente	Bloco				Média <sup>1</sup>	EPM <sup>2</sup>
	1	2	3	4		
Referência	76,85	77,85	75,32	76,98	76,74 b	0,56
Ref.+ Milho	74,96	75,18	75,72	74,03	74,97 b	0,35
Ref. + Farelo de trigo	79,48	75,57	81,23	79,23	78,88 a	1,19
Ref. + Farelo de algodão	74,24	76,14	77,40	73,92	75,42 b	0,82
Ref. + Farelo de soja	81,52	79,77	80,79	81,46	80,88 a	0,41
Ref. + Farinha de peixe	81,33	79,35	80,57	80,15	80,35 a	0,41

\*- Na base da matéria seca

<sup>1</sup>- Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

<sup>2</sup>- Erro padrão da média

TABELA 3E - Coeficiente de digestibilidade aparente (%) do extrato etéreo das dietas experimentais\*

Ingrediente	Bloco				Média <sup>1</sup>	EPM <sup>2</sup>
	1	2	3	4		
Referência	77,97	73,86	67,30	73,05	73,05 a	2,20
Ref.+ Milho	61,87	62,54	62,62	61,47	62,13 c	0,27
Ref. + Farelo de trigo	65,59	63,83	65,61	66,59	65,41 b	0,57
Ref. + Farelo de algodão	64,73	65,76	66,28	69,59	66,59 b	1,05
Ref. + Farelo de soja	65,26	65,75	63,85	66,18	65,26 b	0,51
Ref. + Farinha de peixe	71,67	70,91	72,59	70,65	71,45 a	0,44

\*- Na base da matéria seca

<sup>1</sup>- Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste de SNK (P<0,05)

<sup>2</sup>- Erro padrão da média

TABELA 4E - Resumo dos resultados sobre coeficiente de digestibilidade aparente (%) dos nutrientes da dieta considerando espécie, peso/tamanho corporal, nível de inclusão do indicador, aglutinante e fonte/nível protéico

Espécie	Matéria seca	Proteína bruta	Fonte
<i>B. cephalus</i> <sup>1</sup>	58,57 ± 1,27	76,74 ± 1,05	Este estudo
<i>B. cephalus</i> <sup>2</sup>		95,50 ± 1,24	Cyrino (1984)
		94,47 ± 1,47	
<i>C. carpio</i> <sup>3</sup>	-	87,76	Pereira Filho (1989)
	-	83,67	
	-	89,77	
<i>L. hoevenii</i> <sup>4</sup>	54,16 ± 1,59	-	Law (1984)
	64,28 ± 1,67	-	
	64,51 ± 1,95	-	
<i>O. aureus</i> <sup>5</sup>	78,9 ± 2,4	80,6 ± 3,1	De Silva, Shim e Ong (1990)
<i>P. mesopotamicus</i> <sup>6</sup>	86,39 ± 0,54	92,65 ± 0,60	
	77,88 ± 3,12	88,43 ± 1,74	Cantelmo (1998)
	76,52 ± 0,17	-	
<i>P. mesopotamicus</i> <sup>7</sup>		77,58	Carneiro (1983)
		70,79	
		72,59	
		86,97	
<i>P. mesopotamicus</i> <sup>8</sup>	-	82,86	Souza (1989)
x	-	81,38	
<i>C. macropomum</i>			
<i>P. scrofa</i> <sup>9</sup>		73,31	Sousa (1983)
		76,24	
		85,88	
		78,55	
<i>S. gairdneri</i> <sup>10</sup>	47,62	75,01	Rodrigues (1985)
	47,35	75,67	
	53,53	80,90	

<sup>1</sup> - Peso médio inicial de 25,6g (blocos 3 e 4) e 64,3 g (blocos 1 e 2)

<sup>2</sup> - Proteína vegetal e animal, respectivamente

<sup>3</sup> - Níveis protéicos de 20%, 24% e 28%

<sup>4</sup> - Comprimento total de 5-8 cm, 12-16 cm e 20-26 cm, respectivamente

<sup>5</sup> - Peso médio de 14,8 g

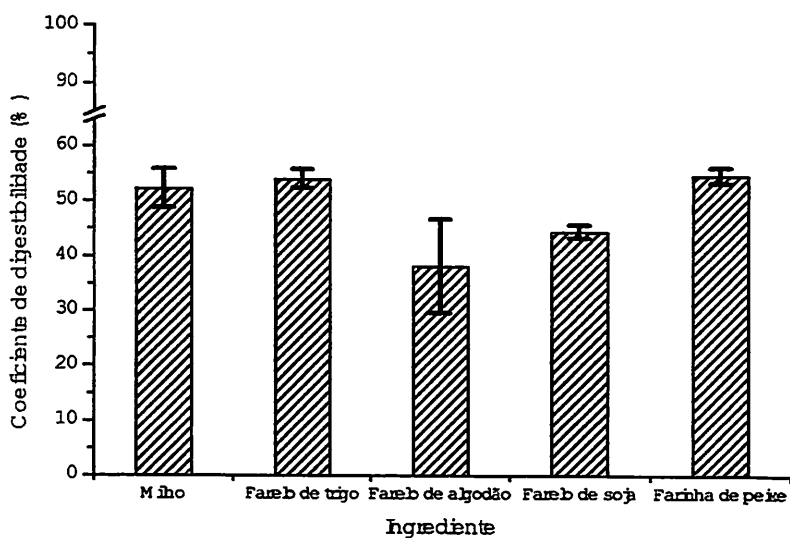
<sup>6</sup> - Aglutinantes: goma guar, alginato de sódio e amido, respectivamente

<sup>7</sup> - Níveis protéicos de 14%, 18%, 22% e 26%, respectivamente

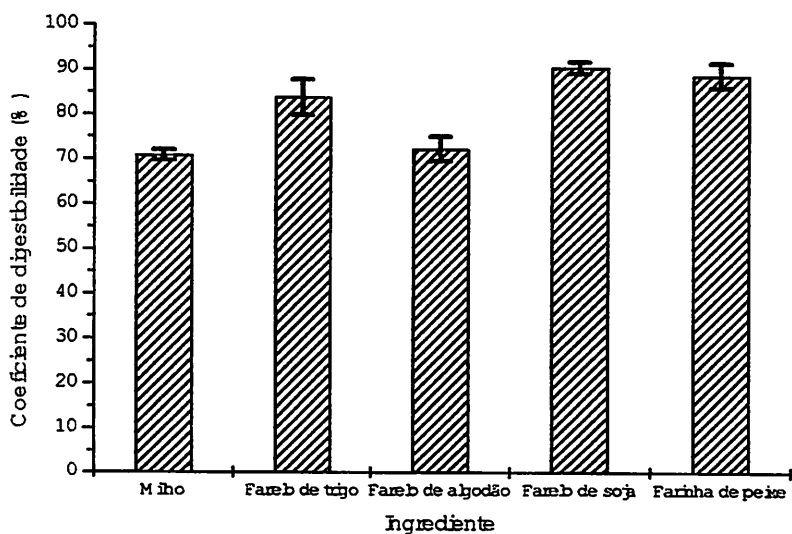
<sup>8</sup> - Níveis de 25% e 50% de levedura, respectivamente

<sup>9</sup> - Níveis protéicos de 15%, 20%, 25% e 30%, respectivamente

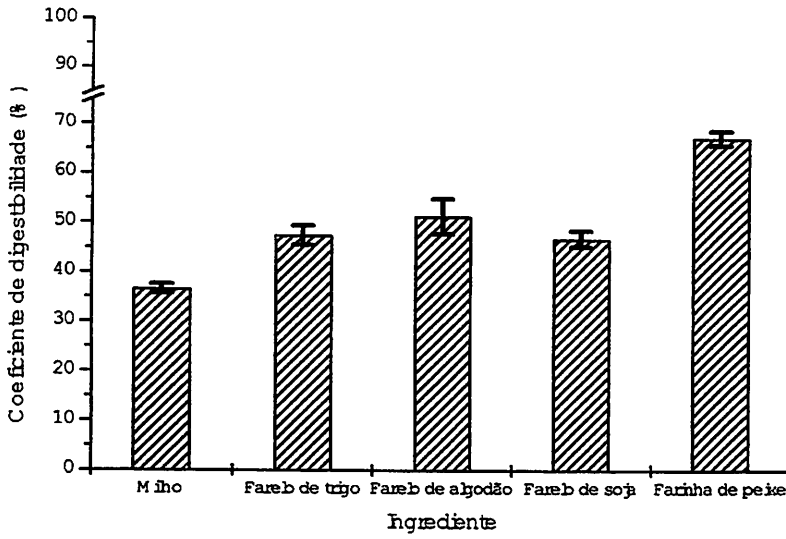
<sup>10</sup> - Níveis de inclusão de 0,5%, 1,0% e 2,0% de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, respectivamente



**FIGURA 1E - Erro padrão da média e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca dos ingredientes**



**FIGURA 2E - Erro padrão da média e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta dos ingredientes**



**FIGURA 3E - Erro padrão da média e coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo dos ingredientes**

## ANEXO F

TABELA 1F - Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca dos ingredientes de ração

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamento	4	822,4790	205,6197	3,555*
Bloco	3	365,2755	121,7585	2,105
Resíduo	12	649,1420	57,8452	
Coefficiente de variação	15,64%			

\*( P<0,05)

TABELA 2F - Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta dos ingredientes de ração

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamento	4	1349,1071	337,2768	17,927*
Bloco	3	113,5793	37,8598	2,012
Resíduo	12	225,7711	18,8143	
Coefficiente de variação	5,34%			

\*( P<0,05)

**TABELA 3F - Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo dos ingredientes de ração**

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamento	4	2038,8906	509,7226	28,379*
Bloco	3	45,4136	15,1379	0,843
Resíduo	12	215,5342	17,9612	
<b>Coeficiente de variação</b>	<b>8,46%</b>			

\*( P<0,05)

**TABELA 4F - Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca das dietas experimentais**

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamento	5	103,7019	20,7404	5,611*
Bloco	3	44,8333	14,9444	4,043
Resíduo	15	55,4484	3,6966	
<b>Coeficiente de variação</b>	<b>3,43%</b>			

\*(P<0,05)



**TABELA 5F - Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta das dietas experimentais**

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamento	5	127,5819	25,5164	13,238*
Bloco	3	4,8845	1,6282	0,845
Resíduo	15	28,9128	1,9275	
<b>Coeficiente de variação</b>	<b>1,78%</b>			

\*(P<0,05)

**TABELA 6F -Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo das dietas experimentais**

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamento	5	341,3973	68,2795	14,229*
Bloco	3	9,4737	3,1579	0,658
Resíduo	15	71,9778	4,7985	
<b>Coeficiente de variação</b>	<b>3,25%</b>			

\*(P<0,05)

## ANEXO G



FIGURA 1G. Dietas experimentais utilizadas nos ensaios 1 e 2

## ANEXO H

TABELA 1H - Composição nutricional das dietas experimentais dos ensaios\*

Dieta	MS (%)	PB (%)	FB (%)	EE (%)	MM (%)
0,1% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	91,33	30,30	4,87	6,89	7,07
0,6% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	91,65	30,57	5,22	6,81	8,64
1,1% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	92,77	29,26	5,77	7,00	8,79
1,6% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	92,03	29,48	4,58	6,69	7,42
2,1% Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	91,83	28,91	4,08	6,85	7,70

\* - Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal - UFLA.

TABELA 2H - Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca das dietas experimentais

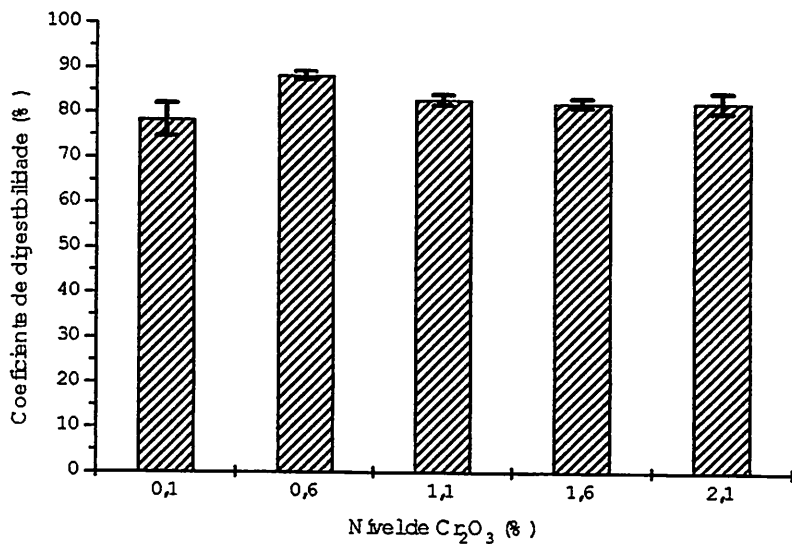
Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamento	4	1292,4723	323,1181	7,231*
Bloco	3	1315,0415	438,3472	9,810*
Resíduo	12	2323,5638	44,6839	
Coefficiente de variação	10,55%			

\*( P<0,05)

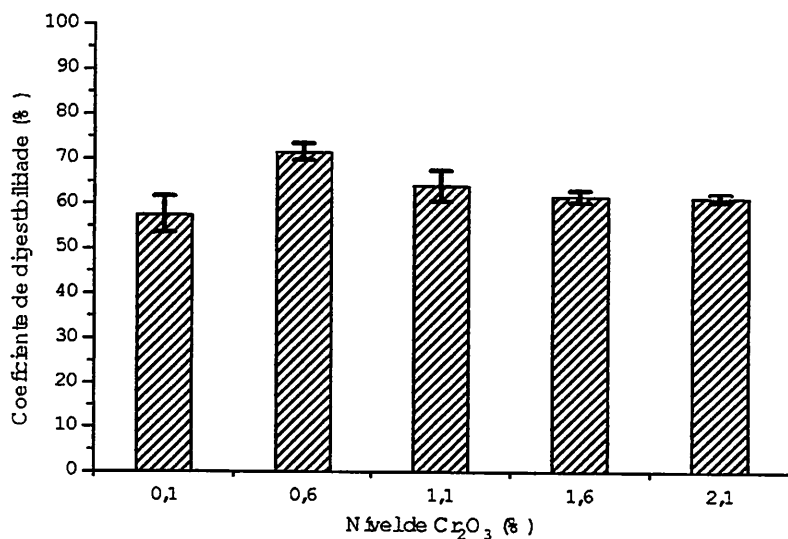
**TABELA 3H - Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta das dietas experimentais**

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamento	4	605,2738	151,3185	5,406*
Bloco	3	7451,3334	247,1111	8,828*
Resíduo	12	1455,5243	27,9908	
Coeficiente de variação	6,39%			

\*( P<0,05)



**FIGURA 1H - Erro padrão da média e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca das dietas experimentais**



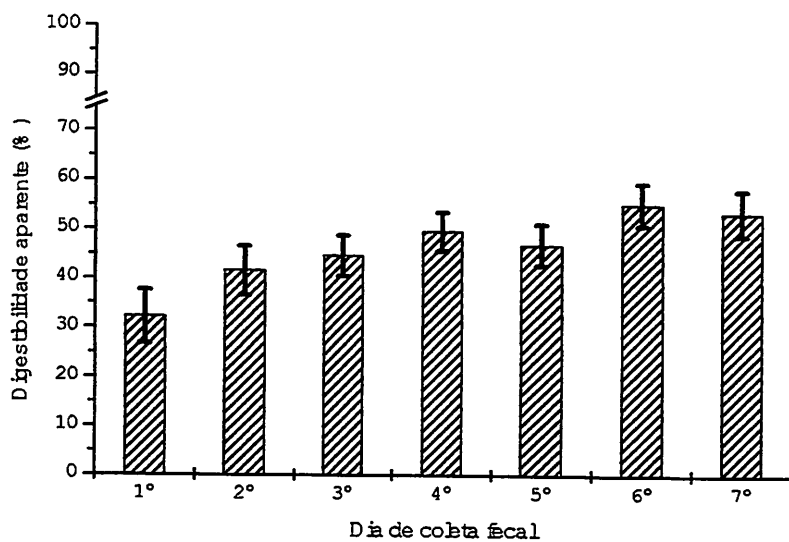
**FIGURA 2H - Erro padrão da média e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta das dietas experimentais**

## ANEXO I

TABELA II - Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da dieta experimental considerando nível de inclusão do indicador e dia da coleta fecal

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Nível	4	19719,0801	4929,7700	23,736*
Dia	6	7293,2383	1215,5397	5,853*
Nível x Dia	24	4693,2171	195,5507	0,942
Bloco	3	9019,5174	3006,5058	14,476*
Resíduo	102	21184,2557	207,6888	
Coeficiente de variação	31,21%			

\*(P<0,05)



**FIGURA II - Erro padrão da média e coeficiente de digestibilidade aparente das dietas experimentais**