

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

**FONTES PROTÉICAS DE ORIGEM VEGETAL EM  
DIETAS PARA JUVENIS DE CARPA HÚNGARA  
(*Cyprinus carpio*)**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Giovani Taffarel Bergamin**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

# **FONTES PROTÉICAS DE ORIGEM VEGETAL EM DIETAS PARA JUVENIS DE CARPA HÚNGARA (*Cyprinus carpio*)**

**por**

**Giovani Taffarel Bergamin**

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

**Orientador: Prof. João Radünz Neto**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2009**

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

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

**FONTES PROTÉICAS DE ORIGEM VEGETAL EM DIETAS PARA  
JUVENIS DE CARPA HÚNGARA (*Cyprinus carpio*)**

elaborada por  
**Giovani Taffarel Bergamin**

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

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

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

**Wilson Rogério Boscolo, Dr. (UNIOESTE)**

**Leila Picolli da Silva, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 06 de fevereiro de 2009.

*Dedico este trabalho aos meus pais,  
Bruno Jorge Bergamin e Dorací Maria Taffarel Bergamin  
e ao meu irmão,  
Guilherme Taffarel Bergamin*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a toda minha família, base firme onde pude sempre me apoiar em momentos difíceis, e que com certeza leva a maior parcela de responsabilidade por esta conquista.

À Cátia, companheira a qualquer hora, pela dedicação, responsabilidade e profissionalismo, fica aqui o meu orgulho.

Aos amigos do Laboratório de Piscicultura, pelo companheirismo e auxílio prestado, perdendo horas de sono e abrindo mão de compromissos pessoais para que o trabalho fosse realizado corretamente. Somos mais que uma equipe. Somos uma família.

Ao professor João Radünz Neto, por ter direcionado os esforços, sempre prestativo na solução de dúvidas ou problemas, não só como mestre, mas como amigo.

Agradeço também à Professora Leila Picolli da Silva, por todo o auxílio prestado durante os trabalhos, por estar sempre disposta a ajudar e pela amizade formada.

A Deus, por permitir que tudo desse certo (por meio de caminhos às vezes tortos), pelo auxílio na tomada de decisões e pelos ensinamentos adquiridos.

Agradeço à equipe do NIDAL, por toda a ajuda prestada, em especial à Professora Tatiana Emanuelli, à Jaqueline, à Vanessa e ao Alberto.

Quero também agradecer à Giovelli Cia.Ltda., pela doação dos farelos vegetais e também à Mig Plus, pela confecção da mistura vitamínica e mineral de acordo com as necessidades do trabalho.

Ao CNPq, agradeço pelo auxílio financeiro, na forma de bolsa de mestrado.

Agradeço também a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para o sucesso deste trabalho.

Muito Obrigado.

## **RESUMO**

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

### **FONTES PROTÉICAS DE ORIGEM VEGETAL EM DIETAS PARA JUVENIS DE CARPA HÚNGARA (*Cyprinus carpio*)**

AUTOR: GIOVANI TAFFAREL BERGAMIN

ORIENTADOR: JOÃO RADÜNZ NETO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 06 de fevereiro de 2009.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de diferentes fontes protéicas de origem vegetal em substituição à farinha de carne suína da dieta, sobre o crescimento, rendimento e qualidade de carcaça, parâmetros sanguíneos e avaliação sensorial dos filés de juvenis de carpa húngara. Foram realizados dois experimentos, utilizando sistema de recirculação de água com 15 unidades experimentais (280L). No experimento 1, foram avaliadas cinco dietas experimentais. Uma dieta controle (FCS) com apenas farinha de carne suína como fonte protéica e quatro contendo fontes protéicas de origem vegetal (farelo de soja - FS, farelo de canola - FC, farelo de girassol - FG e farelo de linhaça - FL) substituindo 50% da proteína proveniente da farinha de carne suína. Foram utilizados 195 juvenis de carpa húngara (peso médio inicial 43,41g), distribuídos ao acaso nas unidades experimentais, sendo alimentados duas vezes ao dia (9 e 15 horas), em três repetições por tratamento. Ao final do experimento (71 dias), os melhores resultados de crescimento foram obtidos no tratamento FCS, seguido dos tratamentos FC e FS que não diferiram entre si. Para gordura corporal, os tratamentos FCS, FG e FS apresentaram os maiores valores, enquanto as dietas FC e FL não diferiram entre si. O tratamento FL apresentou os piores resultados de desempenho e coeficiente de retenção protéica, bem como as menores deposições de proteína e gordura corporal no filé. Nos parâmetros sanguíneos, menor colesterol foi observado no tratamento FG e menor atividade de aspartato aminotransferase no tratamento FL. As demais variáveis não diferiram significativamente entre si. Em função dos resultados do experimento 1, foram formuladas as dietas do experimento 2, que constituíam níveis de substituição (0, 25, 50, 75 e 100%) da farinha de carne suína pela mistura de farelo de canola + farelo de soja. Foram utilizados 135 animais (238,05g de peso médio inicial), que receberam 3% da biomassa em ração, duas vezes ao dia (9 e 15 horas). Aos 18, 36, 54 e 72 dias, foi observado efeito linear negativo da inclusão de farelos vegetais para todos os parâmetros de crescimento, exceto fator de condição. O mesmo resultado foi obtido para as deposições de gordura corporal e de gordura e proteína no filé, bem como para o colesterol total no soro. Hemoglobina e hematócrito apresentaram comportamento quadrático. Os demais parâmetros avaliados não foram influenciados pelas dietas. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a dieta à base de farinha de carne suína proporciona maior crescimento de juvenis de carpa húngara comparada às dietas com farelos vegetais, além de levar a maior deposição de proteína no peixe inteiro e no filé; os parâmetros de carcaça (rendimentos e índices digestivos) não são afetados pelas fontes protéicas da dieta; A cor, tanto na análise sensorial como por determinação instrumental, bem como o sabor dos filés, não são afetados pelas fontes protéicas de origem vegetal. Há efeito linear negativo da substituição da farinha de carne suína pela mistura dos farelos de canola e soja, sobre o crescimento dos juvenis de carpa húngara.

Palavras-chave: farelo de canola, farinha de carne suína, farelo de girassol, farelo de linhaça, farelo de soja, recria

## **ABSTRACT**

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

### **PLANT-PROTEIN SOURCES IN DIETS FOR COMMON CARP (*Cyprinus carpio*) JUVENILES**

AUTHOR: GIOVANI TAFFAREL BERGAMIN

ADVISER: JOÃO RADÜNZ NETO

Date and Defense Place: Santa Maria, February 06th, 2009.

This work aimed to evaluate the effect of replacing dietary porcine meat meal by different plant-protein sources on the growth, carcass yield, carcass quality, blood parameters and sensory evaluation of the fillets of common carp juveniles. Two experiments were conducted using water re-use system with 15 tanks (280L). In experiment 1, five experimental diets containing plant-protein sources were evaluated (soybean meal - FS, canola meal - FC, sunflower meal - FG and linseed meal - FL) to replace porcine meat meal (FCS - control diet). Common carp juveniles (195, initial weight 43.41g), were randomly distributed in the experimental units, and fed twice daily (09:00 and 15:00) with each of experimental diets, in triplicate. At the end of the trial (71 days), the best growth results were obtained in FCS, followed by FC and FS treatments that did not differ among each other. FCS, FG and FS had the highest values of corporal fat, while FC and FL diets did not show difference. The FL diet showed the worst growth, retention of protein and protein and fat deposition in whole body and fillet. About blood parameters, lower cholesterol was observed in the FG diet and lower aspartate aminotransferase activity was observed in the FL. The other variables did not differ significantly among themselves. Based on the results of experiment 1, the diets of experiment 2 were formulated, which were levels of replacement (0, 25, 50, 75 and 100%) of porcine meat meal by mixing canola meal + soybean meal. The juveniles (135, initial weight 238.05g), were fed 3% of biomass twice daily (09:00 and 15:00). At 18, 36, 54 and 72 days, linear negative effect of plant-protein inclusion for all parameters of growth was observed, except for condition factor. The same result was obtained for whole body fat deposition, fat and protein deposition in fillet and the total cholesterol in serum. Hemoglobin and hematocrit presented quadratic effect. The other measured parameters were not influenced by diets. Based on this results, we can conclude that a diet based on porcine meat meal provides better growth of common carp juveniles compared to plant-protein based diets, besides increased protein deposition in whole body and fillet; the carcass parameters (yield and digestive indexes) are not affected by the dietary protein sources; color and taste are not affected by the plant-protein based diets; there is linear negative effect of replacing porcine meat meal by the mixture of canola and soybean meal on the growth of common carp juveniles.

Keywords: canola meal, growing phase, linseed meal, porcine meat meal, soybean meal, sunflower meal

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

FIGURA 1 – Desempenho dos juvenis de carpa húngara alimentados com dietas contendo níveis de substituição da farinha de carne suína por farelo de soja + farelo de canola.....	31
--	----



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Exigências de aminoácidos para carpa húngara ( <i>Cyprinus carpio</i> ) ....	14
TABELA 2 – Composição centesimal e de aminoácidos (% na amostra integral) dos ingredientes.....	19
TABELA 3 – Composição das dietas utilizadas no experimento 1 .....	20
TABELA 4 – Aminoácidos das dietas utilizadas no experimento 1 (% da MS) .....	21
TABELA 5 – Composição das dietas utilizadas no experimento 2.....	22
TABELA 6 – Aminoácidos das dietas utilizadas no experimento 2 (% da MS) .....	22
TABELA 7 – Parâmetros zootécnicos observados ao longo do experimento 1.....	27
TABELA 8 – Parâmetros zootécnicos observados ao longo do experimento 2.....	29
TABELA 9 – Equações significativas observadas nos parâmetros zootécnicos do experimento 2.....	30
TABELA 10 – Composição centesimal do peixe inteiro ao final do experimento 1 ..	32
TABELA 11 – Composição centesimal do peixe inteiro ao final do experimento 2 ..	32
TABELA 12 – Composição centesimal do filé ao final do experimento 1 .....	32
TABELA 13 – Composição centesimal do filé ao final do experimento 2 .....	33
TABELA 14 – Parâmetros de carcaça encontrados no início e no final do experimento 1.....	33
TABELA 15 – Parâmetros de carcaça encontrados no início e no final do experimento 1.....	33
TABELA 16 – Parâmetros sensoriais e de cor ao final do experimento 2 .....	34
TABELA 17 – Parâmetros sangüíneos ao final do experimento 1.....	34
TABELA 17 – Parâmetros sangüíneos ao final do experimento 2.....	34

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Carpa Húngara.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Proteína.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Fontes protéicas.....</b>	<b>14</b>
2.3.1 Farelo de soja.....	15
2.3.2 Farelo de canola.....	16
2.3.3 Farelo de girassol.....	16
2.3.4 Farelo de linhaça.....	17
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Local e época.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Instalações experimentais.....</b>	<b>18</b>
<b>3.3 Qualidade da água .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4 Animais .....</b>	<b>18</b>
<b>3.5 Tratamentos.....</b>	<b>19</b>
<b>3.6 Manejo alimentar .....</b>	<b>23</b>
<b>3.7 Parâmetros avaliados .....</b>	<b>23</b>
3.7.1 Parâmetros de crescimento.....	24
3.7.2 Parâmetros de carcaça e qualidade da carne .....	24
3.7.3 Parâmetros de cor.....	25
3.7.4 Parâmetros sensoriais.....	26
<b>3.8 Análise estatística .....</b>	<b>26</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>43</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>44</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é hoje a atividade agropecuária em maior expansão mundial. O aumento da demanda por carne de peixe, seja pelo crescimento populacional, por questões pessoais, culturais e principalmente de saúde, tem impulsionado essa atividade.

Entre as espécies (ou grupo de espécies) de peixes mais criadas no Sul do Brasil, destacam-se as carpas, em especial a carpa húngara. Esta espécie é utilizada principalmente em policultivo com carpas chinesas (da SILVA et al., 2006), sendo geralmente a espécie principal empregada. A carpa húngara é basicamente utilizada em sistemas de produção semi-intensivos a baixo custo, através do aproveitamento de resíduos agroindustriais em sua alimentação. Porém, o êxito na produção final depende muito do manejo alimentar empregado nas fases iniciais (alevinagem e recria), onde se faz necessário o uso de rações balanceadas que possibilitem o máximo aproveitamento de nutrientes.

Juntamente com o aumento da produção de peixes, há também o aumento da demanda por rações para alimentação destes animais. O desafio enfrentado pela indústria é identificar alternativas economicamente viáveis e ecologicamente sustentáveis para substituir a farinha de peixe, principal ingrediente utilizado nas dietas (GATLIN III et al., 2007). Atualmente, na formulação de dietas para aquicultura, limitado número de ingredientes é utilizado. A escolha destes deve ser baseada no valor nutricional, levando-se em consideração a presença de fatores antinutricionais e o custo dos mesmos (KAUSHIK, 2000).

As fontes de origem animal ainda são a base da formulação de dietas para peixes, por apresentarem alto nível de proteína, composição de aminoácidos equilibrada e poucos ou nenhum fator antinutricional (EL-SAYED, 1999). A farinha de carne é o principal subproduto de abatedouro utilizado na nutrição animal, fazendo parte da composição básica das dietas comerciais para peixes como redutor de custos das formulações (CAMPESTRINI, 2005). Apresenta em média 50% de proteína bruta, 30% de matéria mineral e 10 a 20% de gordura (ALLAN; ROWLAND, 2005). No entanto, teores elevados de gordura não são desejados em dietas para peixes, por aumentar a deposição de gordura na carcaça e vísceras.

Além dos ingredientes de origem animal, vários farelos de origem vegetal têm sido avaliados para inclusão em dietas aquícolas. A composição destes ingredientes é mais constante, entretanto a presença de compostos tóxicos ou inibidores de crescimento têm limitado sua inclusão em rações (GATLIN III et al., 2007). Como alternativa, tem-se utilizado a combinação de fontes vegetais de diferentes origens aliada à suplementação com aminoácidos livres limitantes, a fim de se obter rações com qualidade protéica equivalente àquela obtida a partir das fontes de origem animal.

No Brasil, há perspectiva de grande aumento da oferta de farelos de origem vegetal. A indústria de biocombustível tem potencial para a utilização de grande quantidade e variedade de óleos vegetais, e os processos de extração de óleo geram grande quantidade de subprodutos (farelos), que podem ser utilizados na alimentação animal. Normalmente, o farelo é o produto principal e o óleo é o subproduto. No caso da utilização de grãos para a produção de óleo vegetal tendo como subproduto o farelo, espera-se que o excedente produzido possa favorecer a redução de custo do produto (MÜLLER et al., 2007). Segundo os mesmos autores, considerando a atual tendência, espera-se que em 2015 haja oferta de 8.900.000 toneladas de farelo de soja no Brasil. Nos estados da Região Sul do País, as culturas anuais são as mais recomendadas para obtenção de óleo, sendo que as mais adaptadas para cultivo no Estado do Rio Grande do Sul são a soja, a canola e o girassol (SILVA; FREITAS, 2008).

Com isso, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar a resposta de diferentes fontes protéicas de origem vegetal em substituição à farinha de carne suína na dieta, sobre o desempenho e a qualidade de carcaça de juvenis de carpa húngara. Especificamente, foi avaliado o efeito da substituição sobre o crescimento, rendimento e qualidade de carcaça, parâmetros sanguíneos e avaliação sensorial do filé de carpa húngara.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Carpa Húngara

A carpa comum (que por seleção formou a carpa húngara) é uma espécie originária do leste europeu e oeste asiático, sendo trazida para o Brasil no ano de 1882 (TAMASSIA et al., 2004). É o quarto organismo aquático e a terceira espécie de peixe mais produzida no mundo, com 3.172.488 toneladas (FAO, 2006). Entre os estados brasileiros, o maior produtor de carpas é o Rio Grande do Sul, com 20.982 toneladas, que representam 90% da produção total do estado e 49,4% da produção brasileira deste grupo de espécies (SEAP, 2005).

Os principais fatores que contribuem para o sucesso da criação desta espécie são a resistência ao manejo e a doenças, facilidade de obtenção de animais jovens (alevinos), ótima aceitação de alimentação exógena e rápido crescimento, chegando facilmente a 2Kg de peso no primeiro ano de cultivo. Também tolera baixos níveis de oxigênio dissolvido e sobrevive em uma faixa muito ampla de temperatura da água (0 a 40°C). Além disso, a carpa húngara possui hábito alimentar onívoro. Na natureza, alimenta-se principalmente de bentos e macroplâncton, como insetos, invertebrados e sementes de plantas aquáticas (TÖLG, 1984). Adapta-se bem a sistemas de criação baseados na reciclagem de subprodutos agropecuários (TAMASSIA et al., 2004), caracterizando capacidade de aproveitamento de alimentos diversos. Em espécies onívoras, a aceitabilidade das dietas de origem vegetal não é comprometida, como acontece com os peixes carnívoros (GATLIN III et al., 2007). Portanto, a possibilidade de utilização de fontes de origem vegetal como substitutas aos ingredientes de origem animal é de grande importância para a espécie.

A exigência de proteína para juvenis de carpa húngara varia de 31 a 38%. A relação proteína digestível/energia digestível ideal para juvenis é de 108 mg/kcal. Com relação a lipídios (ácidos graxos), a exigência determinada é de 1% de ácido linoléico e 1% de ácido linolênico na dieta (NRC, 1993).

## 2.2 Proteína

O consumo de proteína pelos peixes tem como objetivo sua digestão para a obtenção de aminoácidos que serão utilizados por diversos tecidos, para a síntese (crescimento e reprodução) ou para a renovação de proteínas já existentes (manutenção) (WILSON, 2002). A proteína ingerida é hidrolisada, formando aminoácidos livres, dipeptídeos e tripeptídeos pelas enzimas digestivas secretadas no trato gastrintestinal. Estes produtos são absorvidos pelas células da mucosa, onde a digestão intracelular de peptídeos ocorre (NRC, 1993).

O fornecimento de dietas com carência de proteína aos peixes pode causar redução ou parada no crescimento e até perda de peso, pois não atenderá a mínima demanda necessária para a manutenção das funções vitais. Por outro lado, se o suprimento de proteína na dieta for muito alto, ou se houver desequilíbrio na proporção entre os aminoácidos, apenas uma parte deste nutriente será utilizada para a síntese protéica, sendo o resto convertido em gordura (WILSON, 2002). Neste caso, os aminoácidos em excesso (que não podem ser armazenados na forma de proteína) serão catabolizados e a cadeia carbonada resultante será armazenada como reserva de energia frente a lipídios e carboidratos. (LEHNINGER, 1976; WILSON, 2002). O nitrogênio liberado será excretado pelos peixes na forma de amônia, o que requer dispêndio de energia. Esta forma de aproveitamento da proteína é indesejável, pelo fato de utilizar o nutriente mais caro da dieta para deposição de gordura (com maior gasto de energia) em detrimento à síntese protéica. A síntese de aminoácidos não essenciais também exige grande dispêndio de energia. Assim, o fornecimento de dietas que atentam o mais próximo possível as exigências de aminoácidos essenciais e não essenciais resultará em maior e mais eficiente crescimento dos animais. Na Tabela 1 é possível visualizar as exigências de aminoácidos para esta espécie.

Para peixes, as exigências em proteína são maiores do que para outros vertebrados (WILSON, 2002), resultando em altas taxas de inclusão de farinhas de origem animal nas rações. Trabalhando com larvas de carpa húngara, HASAN et al. (1997), utilizaram 53,37% de farinha de peixe no tratamento controle. JAHAN et al. (2003) utilizaram 43% de farinha de peixe em dieta basal para alevinos de carpa húngara. Sendo assim, fica clara a importância da utilização correta e balanço de nutrientes em sua alimentação.

**Tabela 1 - Exigências de aminoácidos para carpa húngara (*Cyprinus carpio*)<sup>1</sup>**

Aminoácido	Proteína na dieta (%)	Exigência (% da proteína)	Exigência (% da matéria seca)
Arginina	38,5	4,3	1,6
Histidina	38,5	2,1	0,8
Isoleucina	38,5	2,5	0,9
Leucina	38,5	3,3	1,3
Lisina	38,5	5,7	2,2
Metionina <sup>a</sup>	38,5	3,1	1,2
Fenilalanina <sup>b</sup>	38,5	6,5	2,5
Treonina	38,5	3,9	1,5
Triptofano	38,5	0,8	0,3
Triptofano	42,0	0,3	0,1
Valina	38,5	3,6	1,4

<sup>1</sup> Adaptado do NRC, (1993).

<sup>a</sup> Na ausência de cistina na dieta.

<sup>b</sup> Na ausência de tirosina. Com 1% de tirosina na dieta, a exigência de fenilalanina foi 3,4% da proteína ou 1,3% da matéria seca.

### 2.3 Fontes protéicas

Com a expansão da aquicultura, aumenta também a necessidade por fontes de proteína de alta qualidade. As fontes de origem animal são ingredientes caros (GABER, 2006), por isso vários estudos têm sido feitos com o propósito de utilizar fontes de origem vegetal (mais baratas) como substituto parcial ou total àquelas de origem animal (WEBSTER et al., 1997; EL SAYED, 1999).

Os ingredientes protéicos de origem animal possuem proteína de elevado valor biológico (bom balanço de aminoácidos essenciais) e boa palatabilidade. Como pontos negativos, apresentam produção inconstante e grande variabilidade de composição entre lotes produzidos (CAMPESTRINI, 2005). Além disso, as fontes de origem animal contribuem para maior excreção de nitrogênio e fósforo pelos peixes, o que é negativo do ponto de vista ambiental.

A farinha de carne é uma fonte de origem animal com grande potencial para a aquicultura, seja pelo alto nível de proteína ou pelo baixo preço em comparação à farinha de peixe (GODA et al., 2007). Apresenta boa palatabilidade, altos níveis de

cálcio e fósforo e bom equilíbrio de aminoácidos essenciais, principalmente metionina e cistina (PEZZATO, 1996). Porém, Campestrini (2005) afirma que variações encontradas em sua composição dificultam a sua utilização e que isto é devido à falta de padrões para o processamento deste subproduto e ao crescente número de produtores independentes de farinhas de origem animal. Estes, muitas vezes, não seguem as normas de fabricação recomendadas, originando fontes de qualidade inferior e com altas taxas de contaminação, comprometendo a produção animal.

A grande variação entre lotes produzidos, bem como o custo relativo da farinha de carne forçam a procura por ingredientes alternativos com qualidade nutricional equivalente. Vários ingredientes protéicos de origem vegetal estão disponíveis, possuindo maior viabilidade econômica com relação a custo por unidade de proteína, o que possibilita o sucesso na criação em sistemas de criação em pequena e larga escala (GODA et al., 2007).

As fontes protéicas de origem vegetal caracterizam-se pela disponibilidade constante ao longo do ano, composição homogênea e custo relativamente inferior. Porém, quando utilizadas como único ingrediente protéico na dieta, há desequilíbrio de aminoácidos, comprometendo o desempenho dos animais (JAHAN et al., 2003). Além disso, apresentam fatores antinutricionais que afetam a eficiência de utilização dos nutrientes, prejudicando o crescimento dos peixes (MEURER et al., 2005). Por outro lado, a combinação equilibrada de vários ingredientes protéicos alternativos traz maior possibilidade de sucesso nesta substituição, além de diminuir o impacto ambiental por excreção de nitrogênio e fósforo, principalmente (JAHAN et al., 2003).

No Brasil, diversos farelos de oleaginosas são produzidos em larga escala, como subprodutos da indústria de óleos. Entre eles, destacam-se os farelos de soja, canola, girassol e linhaça. Estes ingredientes são ricos em proteína e amplamente utilizados na alimentação animal (MÜLLER et al., 2007).

### 2.3.1 Farelo de soja

O farelo de soja se destaca como a fonte de proteína de origem vegetal mais produzida no mundo para a alimentação animal. É um dos melhores ingredientes para a substituição de fontes de origem animal (LOVELL, 1988 apud GODA et al., 2007). Possui disponibilidade constante ao longo do ano e alto nível de proteína



(45% em média). O valor biológico da proteína é o melhor entre as fontes protéicas vegetais usadas na substituição de fontes de origem animal para peixes (RUMSEY et al., 1993 apud GODA et al., 2007). É rico em lisina, porém possui deficiência em metionina e treonina.

Mesmo assim, existem variações consideráveis no que diz respeito ao aproveitamento do farelo de soja por diferentes espécies de peixes. Entre as explicações encontradas para a baixa utilização por algumas espécies, destacam-se o balanço de aminoácidos insuficiente e a presença de compostos secundários, chamados de fatores antinutricionais. Entre estes compostos, estão incluídos os inibidores de tripsina, lectinas, polissacarídeos não amiláceos, saponinas, fitato e fitoestrógenos (ARNDT et al., 1999).

### 2.3.2 Farelo de canola

Canola é o nome dado a variedades selecionadas de colza, caracterizando-se por apresentar baixos teores de glicosinolatos e ácido erúico. O farelo de canola figura em segundo lugar no ranking da produção mundial de proteína de origem vegetal. Este ingrediente vem sendo estudado como fonte alternativa de proteína para a formulação de rações para peixes. A semente deste vegetal contém teores acima de 40% de óleo de excelente qualidade, sendo composto por mais de 60% de ácidos graxos monoinsaturados e menos de 7% de saturados, apresentando resíduo protéico de alta qualidade (34% de proteína bruta, em média) (GAIOTTO et al., 2004).

Higgs et al. (1990 apud WEBSTER et al., 1997) relataram que o valor biológico da proteína do farelo de canola é equivalente ao da farinha de peixe e superior aos dos farelos de soja e algodão. Porém, assim como outros farelos de oleaginosas, o farelo de canola possui altos níveis de fibra, ácido fítico, e compostos fenólicos. Devido aos fatores antinutricionais apresentados, sua utilização é limitada para peixes e o aproveitamento varia muito de espécie para espécie.

### 2.3.3 Farelo de girassol

O girassol é uma oleaginosa com grande potencial para produção de biocombustíveis, sendo adaptada ao cultivo no Sul do Brasil (SILVA; FREITAS,

2008). O seu farelo possui de 35 a 40% de proteína bruta, constituindo boa fonte protéica. Como ponto negativo possui deficiência em lisina e pode apresentar alto teor de fibra, ácido clorogênico e fitato, de acordo com o processamento. Por outro lado, é rico em aminoácidos sulfurados, sendo bastante utilizado na alimentação de aves e bovinos.

Quando utilizado em rações para peixes, sua eficiência varia muito de espécie para espécie. Normalmente mostra bons resultados em baixos níveis de inclusão, podendo causar crescimento reduzido quando utilizado em grande quantidade nas dietas.

#### 2.3.4 Farelo de linhaça

O farelo de linhaça constitui boa fonte protéica de origem vegetal, possuindo 36% de proteína bruta em média, porém é pobre em lisina e metionina. Como fatores antinutricionais, apresenta tanino, ácido fítico e polissacarídeos não amiláceos. A forma de utilização do farelo de linhaça varia de acordo com a espécie de peixe, sendo normalmente incluído na dieta associado a um ou mais ingredientes protéicos. Sua utilização em dietas para peixes depende diretamente do processamento utilizado para sua obtenção (MUKHOPADHYAY; RAY, 2001). Estes autores relatam que o farelo de linhaça pode substituir até 50% da proteína da farinha de peixe para rohu (*Labeo rohita*), dependendo do método empregado. HASAN et al. (1997) observaram que para larvas de carpa húngara os farelos de linhaça e amendoim apresentaram melhor desempenho, em nível de 25% de substituição à farinha de peixe.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Local e época

O trabalho foi realizado no Laboratório de Piscicultura da Universidade Federal de Santa Maria (altitude 95m, 29°43'S, 53°42'W). Foram realizados dois experimentos: o experimento 1 entre os meses de setembro e dezembro de 2007 (71 dias) e o experimento 2 entre fevereiro e abril de 2008 (72 dias).

### **3.2 Instalações experimentais**

Para a realização dos experimentos, foi utilizado um sistema fechado de recirculação de água (adaptado de RADÜNZ NETO et al., 1987) com regulagem de temperatura, composto por quinze unidades experimentais (caixas de polietileno com 280 litros de volume útil). Cada unidade possui aeração e entrada e saída de água individuais (1,5 L/min). Também faz parte do sistema um reservatório de fibra de vidro com capacidade para 2000 litros, dotado de dois aquecedores elétricos de 2000 Watts cada, com regulagem por termostato. Ligados ao mesmo sistema existem dois filtros biológicos (duas caixas de fibra de vidro com 1000 litros de capacidade cada, contendo pedra britada), necessários para o desenvolvimento de bactérias nitrificantes, responsáveis pela manutenção da qualidade da água. Para a circulação da água, foi utilizada uma motobomba com ½ cv de potência, que capta a água de escoamento das unidades experimentais, bombeando-a para o reservatório elevado, com oxigenação por sistema Venturi. A partir daí, as unidades eram abastecidas por gravidade, completando o ciclo. A água utilizada nos experimentos era proveniente de poço artesiano localizado no próprio Laboratório de Piscicultura.

### **3.3 Qualidade da água**

Para o controle da qualidade da água, foram analisados os seguintes parâmetros físico-químicos: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia, nitrito e alcalinidade. A temperatura foi controlada diariamente, sendo os outros parâmetros analisados duas vezes por semana. Para tal, a água destinada às análises foi retirada na entrada do filtro biológico antes da primeira limpeza do dia. Para a medição da temperatura, foi utilizado termômetro com bulbo de mercúrio. A análise de oxigênio dissolvido foi feita com oxímetro digital (marca YSI, modelo 550 A), sendo as demais análises realizadas por kit colorimétrico da marca Alfakit®.

### **3.4 Animais**

No experimento 1, foram utilizados 195 juvenis de carpa húngara, com peso médio inicial de  $43,41 \pm 0,37\text{g}$ . Os animais foram distribuídos nas 15 unidades experimentais (13 peixes por unidade), em densidade de 2,02g/L. No experimento 2,

o número de peixes foi 135 ( $238,05 \pm 1,29\text{g}$ ), sendo a densidade de  $7,65\text{g/L}$ . Os peixes eram provenientes de piscicultura comercial, obtidos através de desova induzida. Antes do início de cada experimento, os peixes foram selecionados por tamanho, passando por período de adaptação nas unidades experimentais, recebendo ração comercial extrusada com 32% de proteína bruta.

### 3.5 Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições, em ambos os experimentos. No primeiro experimento, foram avaliadas cinco dietas experimentais, que compuseram os seguintes tratamentos: FCS: tratamento controle, tendo a farinha de carne suína como base protéica; FC: farinha de carne + farelo de canola; FG: farinha de carne + farelo de girassol; FL: farinha de carne + farelo de linhaça e FS: farinha de carne + farelo de soja. Foram utilizadas quatro fontes protéicas de origem vegetal (farelo de soja, farelo de canola, farelo de girassol e farelo de linhaça) em substituição à farinha de carne suína. Os ingredientes foram analisados para obterem-se os valores de composição centesimal e aminoácidos (Tabela 2) para o ajuste das dietas de acordo com as exigências da espécie (Tabelas 4 e 6). O tratamento controle teve como base protéica apenas a farinha de carne suína (52% na dieta). Nos demais tratamentos, 50% da proteína fornecida pela farinha de carne foi substituída pela proteína de cada ingrediente protéico de origem vegetal (Tabela 3).

**Tabela 2 – Composição centesimal e de aminoácidos<sup>1</sup> (% na amostra integral) dos ingredientes**

Componentes	Ingredientes						
	FCS	FS	FC	FG	FL	FT	Milho
Matéria seca <sup>2</sup>	91,82	86,90	88,85	88,05	86,15	87,48	88,07
Proteína bruta <sup>2</sup>	46,37	40,95	38,34	40,53	26,07	15,48	8,08
Matéria mineral <sup>2</sup>	22,08	5,16	6,30	7,96	5,98	4,39	1,40
Extrato etéreo <sup>2</sup>	17,21	1,95	1,85	2,00	4,28	3,01	3,62
FDN <sup>2</sup>	-	7,86	36,28	26,74	22,98	33,15	8,80
CSDN <sup>2</sup>	4,83	30,98	31,25	28,47	39,84	53,49	74,06
Energia digestível <sup>3</sup>	3572	2583	2742	2762	2707	2559	2932
Cálcio <sup>2</sup>	5,43	0,18	0,64	0,19	0,31	0,12	0,04
Fósforo <sup>2</sup>	2,95	0,51	1,12	1,06	0,82	1,21	0,25
Lisina	2,46	2,63	1,45	1,82	1,18	0,61	0,22
Metionina	0,86	0,60	0,64	0,66	0,24	0,20	0,17

**Tabela 2 – Composição centesimal e de aminoácidos<sup>1</sup> (% na amostra integral) dos ingredientes (continuação)**

Componentes	Ingredientes						
	FCS	FS	FC	FG	FL	FT	Milho
Treonina	1,63	1,75	1,31	1,54	0,6	0,39	0,3
Triptofano	0,37	0,64	0,57	0,53	0,47	0,25	0,05
Valina	2,1	2,27	2,14	2,06	1,5	0,63	0,42
Isoleucina	1,4	2,14	1,69	1,69	1,2	0,43	0,29
Leucina	3	3,35	2,66	2,64	1,67	0,85	1,08
Fenilalanina	1,61	2,29	1,73	1,7	1,64	0,56	0,41
Histidina	0,95	1,15	0,88	1,01	0,73	0,37	0,24
Arginina	3,2	3,11	3,02	2,42	2,35	1,05	0,39

<sup>1</sup>Composição analisada no Laboratório de Análises Micotoxicológicas (LAMIC) da Universidade Federal de Santa Maria (RS).

<sup>2</sup>Composição analisada no Centro de Pesquisa em Alimentação (CEPA) da Universidade de Passo Fundo (RS).

<sup>3</sup> Calculada: ED (Kcal/Kg) = [(PB\*5,64\*0,75)+(EE\*9,44\*0,9)+(CSDN\*4,11\*0,75)] (Adaptada de Bureau et al., 2002).

Ingredientes: FCS: farinha de carne suína; FS: farelo de soja; FC: farelo de canola; FG: farelo de girassol; FL: farelo de linhaça e FT: farelo de trigo.

Componentes: FDN: fibra em detergente neutro; CSDN: carboidrato solúvel em detergente neutro.

**Tabela 3 - Composição das dietas utilizadas no Experimento 1**

Ingredientes (%)	Tratamentos <sup>1</sup>				
	FCS	FC	FG	FL	FS
Farinha de carne suína	52	26	26	26	26
Farelo de soja	-	-	-	-	29,45
Farelo de canola	-	31,45	-	-	-
Farelo de linhaça	-	-	-	46,28	-
Farelo de girassol	-	-	29,75	-	-
Farelo de trigo	35,99	29,44	30,74	16,61	32,54
Milho moído (grãos)	5	6	6,5	4	5
Óleo de soja	2	2,1	2	2,1	2
Mistura vitamínica <sup>2</sup>	2	2	2	2	2
Mistura mineral <sup>3</sup>	1	1	1	1	1
Fosfato bicálcico	1	1	1	1	1
Cloreto de sódio	1	1	1	1	1
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
L-Lisina	0,2046	0,3732	0,2940	0,2432	0,0621
DL-Metionina	0,4062	0,4112	0,4175	0,4620	0,4434
L-Treonina	0,1715	0,1691	0,1264	0,2756	0,0709
Cálcio	3,24	2,02	1,88	1,95	1,88
Fósforo	1,98	1,49	1,47	1,36	1,32
Composição centesimal (%) <sup>4</sup>					
Matéria seca	93,79	93,44	94,65	94,36	94,65
Proteína bruta	34,85	35,01	34,67	32,30	36,25
Extrato etéreo	13,63	9,76	10,16	11,81	11,81
Matéria mineral	15,65	12,10	12,90	12,29	12,19
Fibra em detergente neutro	17,81	18,96	16,09	16,85	14,60
Extrato não-nitrogenado	12,51	17,61	19,35	21,11	19,80

**Tabela 3 - Composição das dietas utilizadas no experimento 1 (continuação)**

Ingredientes (%)	Tratamentos <sup>1</sup>				
	FCS	FC	FG	FL	FS
Energia digestível (kcal/kg) <sup>5</sup>	3099	2906	2905	2903	2997

<sup>1</sup> Tratamentos: FCS: farinha de carne suína; FS: farinha de carne suína + farelo de soja; FC: farinha de carne suína + farelo de canola; FL: farinha de carne suína + farelo de linhaça; FG: farinha de carne suína + farelo de girassol.

<sup>2</sup> 1% de cloreto de colina (50%) + 1% de mistura vitamínica (MigPlus). Composição da mistura vitamínica (por kg de produto): Ác. Fólico: 3.000mg, Ác. Nicotínico: 60.000 mg, Ác. Pantotênico: 30.000 mg, Biotina: 100 mg, Vit.A: 10.000.000 UI, Vit. B1: 8.000 mg, Vit. B2: 10.000 mg, Vit. B6: 8.000mg, Vit. B12: 20.000 mcg, Vit. C: 150.000 mg, Vit. D3: 2.000.000 UI, Vit. E: 150.000 mg, Vit. K3: 6.000mg, Inositol: 88.000 mg.

<sup>3</sup> Composição da mistura mineral (por kg de produto/MigPlus): Ferro: 30.000mg, Manganês: 5.000mg, Cobre: 2.000mg, Zinco: 20.000mg, Iodo: 900mg, Cobalto: 20mg, Selênio: 100 mg.

<sup>4</sup> Analisada – Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes – DZ/UFSM.

<sup>5</sup> Calculada: ED = ((PB\*5,64\*0,75)+(EE\*9,44\*0,9)+(ENN\*4,11\*0,75)). Adaptado de Bureau et al. (2002).

**Tabela 4 – Aminoácidos das dietas utilizadas no Experimento 1 (% da MS)<sup>1</sup>**

Ingredientes (%)	Tratamentos <sup>2</sup>				
	FCS	FC	FG	FL	FS
Lisina	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
Metionina	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Treonina	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Triptofano	0,28	0,35	0,33	0,36	0,37
Valina	1,34	1,43	1,38	1,36	1,44
Isoleucina	0,90	1,04	1,02	1,00	1,15
Leucina	1,92	1,93	1,90	1,74	2,10
Fenilalanina	1,06	1,15	1,12	1,29	1,30
Histidina	0,64	0,65	0,68	0,66	0,72
Arginina	2,06	2,11	1,90	2,11	2,11

<sup>1</sup> Calculado a partir de análise dos ingredientes.

<sup>2</sup> Tratamentos: FCS: farinha de carne suína; FS: farinha de carne + farelo de soja; FC: farinha de carne + farelo de canola; FL: farinha de carne + farelo de linhaça; FG: farinha de carne + farelo de girassol.

Com base nos resultados obtidos no primeiro experimento, foram selecionadas as duas melhores fontes protéicas de origem vegetal para fazer parte do experimento 2. Neste, foi utilizado o mesmo tratamento controle do experimento 1, sendo feita a substituição gradual (25, 50, 75 e 100%) da proteína proveniente da farinha de carne suína pela combinação das duas melhores fontes de origem vegetal do experimento 1, sendo elas o farelo de soja e o farelo de canola. Com isso, no segundo experimento foram avaliadas 5 dietas (Tabela 5).

**Tabela 5 - Composição das dietas utilizadas no Experimento 2**

Ingredientes (%)	Níveis de substituição (%) <sup>1</sup>				
	0	25	50	75	100
Farinha de carne suína	52	39	26	13	-
Farelo de soja	-	7,36	14,72	22,08	29,44
Farelo de canola	-	7,86	15,72	23,58	31,44
Farelo de trigo	35,99	33,77	30,35	30,23	27,31
Milho moído (grãos)	5	5	6	4	2,6
Óleo de soja	2	2	2,2	2,1	3,7
Mistura vitamínica <sup>2</sup>	2	2	2	2	2
Mistura mineral <sup>3</sup>	1	1	1	1	1
Fosfato bicálcico	1	1	1	1	1
Cloreto de sódio	1	1	1	1	1
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
L-Lisina	0,2076	0,2114	0,2168	0,2238	0,2247
DL-Metionina	0,4062	0,4161	0,4247	0,4401	0,4481
L-Treonina	0,1715	0,1458	0,1188	0,0983	0,0720
Cálcio	3,24	2,59	1,95	1,30	0,84
Fósforo	1,98	1,70	1,40	1,14	0,84
Composição centesimal (%) <sup>4</sup>					
Matéria seca	95,16	94,28	94,05	91,96	91,94
Proteína bruta	33,82	34,91	34,27	33,83	32,72
Extrato etéreo	16,48	13,64	11,52	8,65	8,55
Matéria mineral	15,40	13,71	12,37	10,31	8,70
Fibra em detergente neutro	17,67	19,44	18,85	18,92	17,47
Extrato não-nitrogenado	11,78	13,00	17,04	20,25	24,50
Energia digestível (kcal/kg) <sup>5</sup>	3099	3005	2926	2819	2799

<sup>1</sup> Substituição da farinha de carne suína pela mistura de farelo de soja + farelo de canola.

<sup>2</sup> 1% de cloreto de colina (50%) + 1% de mistura vitamínica (MigPlus). Composição da mistura vitamínica (por kg de produto): Ác. Fólico: 3.000mg, Ác. Nicotínico: 60.000 mg, Ác. Pantotênico: 30.000 mg, Biotina: 100 mg, Vit. A: 10.000.000 UI, Vit. B1: 8.000 mg, Vit. B2: 10.000 mg, Vit. B6: 8.000mg, Vit. B12: 20.000 mcg, Vit. C: 150.000 mg, Vit. D3: 2.000.000 UI, Vit. E: 150.000 mg, Vit. K3: 6.000mg, Inositol: 88.000 mg.

<sup>3</sup> Composição da mistura mineral (por kg de produto/MigPlus): Ferro: 30.000mg, Manganês: 5.000mg, Cobre: 2.000mg, Zinco: 20.000mg, Iodo: 900mg, Cobalto: 20mg, Selênio: 100 mg.

<sup>4</sup> Analisada – Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes – DZ/UFMS.

<sup>5</sup> Calculada: ED = ((PB\*5,64\*0,75)+(EE\*9,44\*0,9)+(ENN\*4,11\*0,75)). Adaptado de Bureau, et al., 2002.

**Tabela 6 – Aminoácidos das dietas utilizadas no Experimento 2 (% da MS)<sup>1</sup>**

Ingredientes (%)	Tratamentos <sup>2</sup>				
	0	25	50	75	100
Lisina	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
Metionina	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Treonina	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Triptofano	0,28	0,32	0,36	0,40	0,44
Valina	1,34	1,39	1,43	1,49	1,52
Isoleucina	0,90	1,00	1,09	1,19	1,29
Leucina	1,92	1,97	2,01	2,06	2,08
Fenilalanina	1,06	1,14	1,22	1,31	1,38
Histidina	0,64	0,66	0,68	0,71	0,72
Arginina	2,06	2,09	2,11	2,15	2,16

<sup>1</sup> Calculado a partir de análise dos ingredientes.

<sup>2</sup> Substituição da farinha de carne suína pela mistura de farelo de soja + farelo de canola.

### **3.6 Manejo alimentar**

As dietas experimentais foram confeccionadas no Laboratório de Piscicultura da UFSM. Para tal, os ingredientes foram previamente pesados em balança comercial e homogeneizados em misturador elétrico. Uma vez estando a mistura homogênea, era adicionado o óleo. Após, a ração era umedecida com água a temperatura ambiente, para a peletização em moedor elétrico. Para a secagem, a ração foi colocada em estufa com circulação forçada de ar por 24 horas em temperatura de 50 a 55°C, sendo posteriormente embalada em sacos plásticos e acondicionada em freezer (-18°C).

Para o fornecimento aos animais, a ração era triturada grosseiramente para a obtenção de grânulos adequados ao consumo (entre 3 a 8 mm, de acordo com a fase do experimento).

Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, na proporção de 5% do peso vivo no experimento 1 e 3% no experimento 2, divididos em duas alimentações: às 9 e às 15 horas. Uma hora após cada alimentação, era feita a limpeza das unidades experimentais por sifonagem, para retirada das fezes e eventuais resíduos de ração.

### **3.7 Parâmetros avaliados**

Para a coleta dos dados e ajuste da quantidade de ração fornecida, foram realizadas biometrias a cada 20 dias no primeiro experimento. No segundo experimento, as biometrias foram feitas a cada 18 dias. Ainda no experimento 2, nos dias 09, 27, 45 e 63 foi feita a pesagem da biomassa de cada unidade experimental para ajuste da quantidade de ração a ser ofertada. Antes de cada biometria, os peixes foram submetidos a jejum de 24 horas, sendo sedados em trifenoxtanol na concentração de 0,03% no dia da biometria.

Em cada biometria, foram avaliados os seguintes parâmetros: comprimento total (cm), comprimento padrão (cm), peso (g) e altura dorsal (cm), utilizando-se para isso balança digital, ictiômetro e paquímetro.



### 3.7.1 Parâmetros de crescimento

A partir dos dados obtidos nas biometrias, foram calculados: fator de condição:  $FC = P/(CT^3)$ ; taxa de crescimento específico (%/dia):  $TCE = [(\ln PF - \ln PI)/d]*100$ ; conversão alimentar aparente:  $CAA = (ACt/GPT)$ ; ganho em peso médio diário (g/dia):  $GPD = (PF - PI)/d$  e ganho em peso relativo (%):  $GPR = [(PF - PI)/PI]*100$ . Onde:  $\ln$  = logaritmo neperiano;  $PF$  = peso final;  $PI$  = peso inicial;  $d$  = período experimental, em dias;  $CT$  = comprimento total;  $ACt$  = alimento consumido total;  $GPT$ : ganho em peso total no período.

### 3.7.2 Parâmetros de carcaça e qualidade da carne

No final de cada experimento, para o cálculo dos dados de carcaça, os animais passaram por jejum de 24 horas, sendo abatidos três juvenis por unidade experimental por meio de choque térmico (em mistura de água + gelo, na proporção 1:1). Os animais foram eviscerados e tiveram os filés retirados para obterem-se os valores de peso de carcaça, peso de filé, peso de trato digestivo, comprimento de trato digestivo e peso de fígado. Os filés retirados foram acondicionados em recipiente resfriado e enviados para análise da composição centesimal.

Para a análise de composição centesimal do peixe inteiro, foi abatido um peixe por unidade experimental. As análises foram realizadas no Núcleo Integrado de Desenvolvimento de Análises Laboratoriais – NIDAL – da UFSM. As amostras foram trituradas em multiprocessador de alimentos. A umidade foi determinada pela perda de peso após 48 horas a 60°C em estufa com circulação forçada de ar, seguida de 8 horas a 105°C. O conteúdo de cinzas foi determinado a 550°C (método 923.03) de acordo com AOAC (1995). A proteína bruta ( $N \times 6,25$ ) foi determinada pelo método de microKjeldahl (método 960.52) da AOAC (1995). A gordura foi extraída e quantificada seguindo o método de Bligh e Dyer (1959).

No primeiro experimento, a coleta de sangue foi realizada em um peixe por unidade experimental. No segundo, foram utilizados dois peixes por unidade. O sangue foi coletado na veia caudal. As análises de aspartato aminotransferase e alanina aminotransferase foram feitas em laboratório clínico especializado, através de métodos enzimáticos com o uso de diagnóstico orto-clínico, reagentes Johnson & Johnson e analisador totalmente automatizado (Vitros 950®- dry chemistry,

Rochester, New York). Os demais parâmetros foram mensurados a partir de técnicas colorimétricas (reagentes da marca Doles<sup>®</sup>). A partir destes dados, os seguintes parâmetros foram calculados:

- Rendimento de carcaça (%);
- Rendimento de filé (%);
- Índice digestivo-somático (%):  $(\text{peso do trato}/\text{peso do peixe}) \times 100$ ;
- Índice hepato-somático (%):  $(\text{peso do fígado}/\text{peso do peixe}) \times 100$ ;
- Gordura visceral (%):  $(\text{peso da gordura visceral}/\text{peso do peixe}) \times 100$ ;
- Composição centesimal do peixe inteiro (%): umidade, proteína, gordura e cinzas;
- Composição centesimal do filé (%): umidade, proteína, gordura e cinzas;
- Quociente intestinal: comprimento do trato/comprimento do peixe.
- Coeficiente de Retenção Protéica (%):  $CRP = 100 \times [(Pf \times PBCf) - (Pi \times PBCi)] / ACt \times PBd$  ;
- Deposição de proteína corporal (g):  $DPC = [Pf \times (\%PBCf/100)] - [Pi \times (\%PBCi/100)]$ ;
- Deposição de gordura corporal (g):  $DGC = [Pf \times (\%GCf/100)] - [Pi \times (\%GCI/100)]$ ;
- Deposição de proteína no filé (g):  $DPF = [Pf \times (\%PBFf/100)] - [Pi \times (\%PBFi/100)]$ ;
- Deposição de gordura no filé (g):  $DGF = [Pf \times (\%GFf/100)] - [Pi \times (\%GFi/100)]$ ;
- Alanina aminotransferase (U/dL);
- Aspartato aminotransferase (U/dL);
- Soro: hemoglobina, glicose, triglicerídeos, proteínas totais, colesterol total;

Onde: PBCi= proteína corporal inicial; PBCf = proteína corporal final; ACt = alimento consumido total; PBd: proteína bruta da dieta; GCi: gordura corporal inicial; GCf: gordura corporal final; PBFi= proteína do filé inicial; PBFf = proteína do filé final; GFi: gordura do filé inicial; GFf: gordura do filé final;

### 3.7.3 Parâmetros de cor

No início e no final de cada experimento, foram realizadas análises da cor dos filés. A cor foi avaliada usando colorímetro Minolta CR-300 (Osaka, Japão), que mede a reflectância da amostra em comparação a uma placa de calibração padrão

(número 15233011) de acordo com as normas da Comissão Internacional de Iluminação (CIE 1976  $L^* a^* b^*$ ), com sistema de iluminação padrão D65, com  $10^\circ$  de ângulo de observação. Os parâmetros de cor avaliados foram a luminosidade ( $L^*$ ) e a cromaticidade da amostra ( $+a^*$  direção para o vermelho,  $-a^*$  direção para o verde,  $+b^*$  direção para o amarelo e  $-b^*$  direção para o azul). A partir desses parâmetros foram calculados o ângulo de matiz [ $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ ] e o croma [ $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ]. O croma é uma expressão da saturação ou intensidade da cor, enquanto o ângulo de matiz, que é a cor observável, é definido como iniciado no eixo  $+a^*$  e é expresso em graus;  $0^\circ$  seria  $+a^*$  (vermelho),  $90^\circ$  seria  $+b^*$  (amarelo),  $180^\circ$  seria  $-a^*$  (verde), and  $270^\circ$  seria  $-b^*$  (azul). Cada amostra foi analisada três vezes, girando-se  $90^\circ$  a amostra entre cada leitura.

### 3.7.4 Parâmetros sensoriais

No final do segundo experimento, foi realizada análise sensorial dos filés. Para tal, os filés foram assados inteiros em forno elétrico convencional a  $250^\circ\text{C}$  por 20 minutos, imediatamente antes da análise sensorial. A aceitabilidade global foi avaliada utilizando-se o teste de preferência por ordenamento de acordo com a cor e o sabor das amostras (MEILGAARD et al., 1991). Trinta painelistas não treinados receberam cinco amostras de filé (tratamentos 0, 25, 50, 75 e 100) em pequenas porções (5g, aproximadamente) e foram instruídos a ordenar as amostras em ordem decrescente de aceitabilidade. Dessa forma, as amostras preferidas pelo painelistas receberam as pontuações mais baixas. O valor crítico para a obtenção de diferença significativa entre os tratamentos utilizando-se trinta painelistas e cinco amostras (em nível de 5% de significância) é 34, de acordo com a tabela de Newell e Mc Farlane.

### 3.8 Análise estatística

Após a coleta dos dados, os mesmos foram submetidos a teste de normalidade, nos dois experimentos. Após isso, no experimento 1, foi feita análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. No experimento 2, foi feita análise de regressão polinomial em nível de 5% de significância.

## 4 RESULTADOS

Os parâmetros de qualidade da água se mantiveram dentro dos limites aceitáveis para a espécie (POLI e ARANA, 2003; ZANIBONI FILHO, 2003). Os valores de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), oxigênio dissolvido (mg/L), pH, alcalinidade (mg/L), amônia (mg/L) e nitrito (mg/L) no Experimento 1 foram:  $23,34 \pm 2,47$ ;  $5,34 \pm 0,8$ ;  $6,5 \pm 0,0$ ;  $28,17 \pm 6,0$ ;  $0,19 \pm 0,16$  e  $0,03 \pm 0,06$ , respectivamente. No experimento 2, os valores de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), oxigênio (mg/L), pH, alcalinidade (mg/L), amônia (mg/L) e nitrito (mg/L) foram:  $22,96 \pm 2,27$ ;  $4,87 \pm 1,08$ ;  $6,36 \pm 0,22$ ;  $25,54 \pm 9,17$ ;  $0,44 \pm 0,13$  e  $0,09 \pm 0,13$ , respectivamente.

Ao final do experimento 1 foram observadas diferenças significativas para todos os parâmetros de crescimento observados (Tabela 7), sendo o tratamento FCS o que proporcionou os melhores valores de peso, TCE, GPD, GPR e CAA. Este tratamento foi seguido, em ordem decrescente, pelos tratamentos FS e FC (os quais não diferiram entre si), FG e FL.

**Tabela 7 – Parâmetros zootécnicos observados ao longo do experimento 1**

Variáveis	Tratamentos					CV	Efeito
	FCS	FC	FG	FL	FS		
	Inicial						
Peso (g)	43,06	43,52	44,20	43,02	43,24	3,74	Ns
CT (cm)	13,46	13,43	13,56	13,34	13,47	0,85	Ns
CP (cm)	10,77	10,71	10,85	10,69	10,73	1,08	Ns
AD (cm)	4,14	4,14	4,18	4,14	4,15	1,39	Ns
	20 dias						
Peso (g)	64,43 <sup>a</sup>	60,64 <sup>a</sup>	60,81 <sup>a</sup>	54,11 <sup>b</sup>	61,75 <sup>a</sup>	2,40	***
CT (cm)	15,47 <sup>a</sup>	15,32 <sup>a</sup>	15,28 <sup>ab</sup>	14,90 <sup>b</sup>	15,29 <sup>ab</sup>	1,00	*
CP (cm)	12,36 <sup>a</sup>	12,09 <sup>ab</sup>	12,13 <sup>ab</sup>	11,85 <sup>b</sup>	12,19 <sup>a</sup>	0,87	**
AD (cm)	4,91 <sup>a</sup>	4,90 <sup>a</sup>	4,84 <sup>a</sup>	4,57 <sup>b</sup>	4,93 <sup>a</sup>	1,14	***
TCE (%/dia)	2,02 <sup>a</sup>	1,66 <sup>b</sup>	1,60 <sup>b</sup>	1,15 <sup>c</sup>	1,78 <sup>ab</sup>	7,15	***
GPD (g/dia)	1,07 <sup>a</sup>	0,85 <sup>b</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,55 <sup>c</sup>	0,93 <sup>b</sup>	5,76	***
GPR (%)	49,70 <sup>a</sup>	39,48 <sup>b</sup>	37,67 <sup>b</sup>	25,79 <sup>c</sup>	42,83 <sup>ab</sup>	8,33	***
FC	1,74 <sup>a</sup>	1,68 <sup>ab</sup>	1,71 <sup>ab</sup>	1,64 <sup>b</sup>	1,73 <sup>a</sup>	1,60	**
CAA	1,97 <sup>a</sup>	2,40 <sup>ab</sup>	2,51 <sup>b</sup>	3,88 <sup>c</sup>	2,23 <sup>ab</sup>	7,28	***
	40 dias						
Peso (g)	97,10 <sup>a</sup>	86,97 <sup>b</sup>	86,62 <sup>b</sup>	69,95 <sup>c</sup>	89,94 <sup>b</sup>	2,99	***
CT (cm)	17,78 <sup>a</sup>	17,12 <sup>b</sup>	17,10 <sup>b</sup>	16,35 <sup>c</sup>	17,28 <sup>b</sup>	0,89	***
CP (cm)	14,22 <sup>a</sup>	13,61 <sup>b</sup>	13,62 <sup>b</sup>	13,09 <sup>c</sup>	13,73 <sup>b</sup>	1,09	***
AD (cm)	5,70 <sup>a</sup>	5,51 <sup>a</sup>	5,48 <sup>a</sup>	5,05 <sup>b</sup>	5,63 <sup>a</sup>	1,59	***
TCE (%/dia)	2,03 <sup>a</sup>	1,73 <sup>b</sup>	1,68 <sup>b</sup>	1,21 <sup>c</sup>	1,83 <sup>ab</sup>	4,53	***

**Tabela 7 – Parâmetros zootécnicos observados ao longo do experimento 1 (continuação)**

Variáveis	Tratamentos					CV	Efeito
	FCS	FC	FG	FL	FS		
GPD (g/dia)	1,35 <sup>a</sup>	1,09 <sup>b</sup>	1,06 <sup>b</sup>	0,67 <sup>c</sup>	1,17 <sup>b</sup>	4,67	***
GPR (%)	125,61 <sup>a</sup>	100,09 <sup>b</sup>	96,07 <sup>b</sup>	62,63 <sup>c</sup>	108,03 <sup>b</sup>	6,05	***
FC	1,73	1,73	1,73	1,60	1,74	3,20	Ns
CAA	1,91 <sup>a</sup>	2,27 <sup>b</sup>	2,38 <sup>b</sup>	3,42 <sup>c</sup>	2,13 <sup>ab</sup>	3,99	***
60 dias							
Peso (g)	150,02 <sup>a</sup>	128,23 <sup>b</sup>	124,49 <sup>b</sup>	92,05 <sup>c</sup>	135,16 <sup>b</sup>	3,68	***
CT (cm)	20,44 <sup>a</sup>	19,18 <sup>b</sup>	19,19 <sup>b</sup>	17,83 <sup>c</sup>	19,47 <sup>b</sup>	1,15	***
CP (cm)	16,41 <sup>a</sup>	15,28 <sup>b</sup>	15,34 <sup>b</sup>	14,23 <sup>c</sup>	15,54 <sup>b</sup>	1,16	***
AD (cm)	6,56 <sup>a</sup>	6,32 <sup>ab</sup>	6,13 <sup>b</sup>	5,60 <sup>c</sup>	6,40 <sup>ab</sup>	1,68	***
TCE (%/dia)	2,08 <sup>a</sup>	1,80 <sup>bc</sup>	1,72 <sup>c</sup>	1,27 <sup>d</sup>	1,90 <sup>b</sup>	2,77	***
GPD (g/dia)	1,78 <sup>a</sup>	1,41 <sup>bc</sup>	1,34 <sup>c</sup>	0,82 <sup>d</sup>	1,53 <sup>b</sup>	4,46	***
GPR (%)	248,58 <sup>a</sup>	194,82 <sup>bc</sup>	181,75 <sup>c</sup>	114,01 <sup>d</sup>	212,60 <sup>b</sup>	4,53	***
FC	1,76 <sup>a</sup>	1,81 <sup>a</sup>	1,76 <sup>a</sup>	1,62 <sup>b</sup>	1,83 <sup>a</sup>	2,46	**
CAA	1,83 <sup>a</sup>	2,17 <sup>b</sup>	2,24 <sup>b</sup>	3,18 <sup>c</sup>	2,05 <sup>b</sup>	3,18	***
71 dias							
Peso (g)	205,69 <sup>a</sup>	155,47 <sup>b</sup>	151,75 <sup>b</sup>	106,05 <sup>c</sup>	165,12 <sup>b</sup>	4,31	***
CT (cm)	21,67 <sup>a</sup>	20,00 <sup>b</sup>	19,94 <sup>b</sup>	18,34 <sup>c</sup>	20,36 <sup>b</sup>	1,13	***
CP (cm)	17,48 <sup>a</sup>	15,76 <sup>b</sup>	15,83 <sup>b</sup>	14,53 <sup>c</sup>	16,29 <sup>b</sup>	1,31	***
AD (cm)	7,24 <sup>a</sup>	6,82 <sup>a</sup>	6,55 <sup>b</sup>	5,82 <sup>c</sup>	6,92 <sup>ab</sup>	2,61	***
TCE (%/dia)	2,20 <sup>a</sup>	1,80 <sup>bc</sup>	1,74 <sup>c</sup>	1,27 <sup>d</sup>	1,88 <sup>b</sup>	2,55	***
GPD (g/dia)	2,29 <sup>a</sup>	1,58 <sup>b</sup>	1,51 <sup>b</sup>	0,89 <sup>c</sup>	1,71 <sup>b</sup>	5,09	***
GPR (%)	377,84 <sup>a</sup>	257,52 <sup>bc</sup>	243,36 <sup>c</sup>	146,54 <sup>d</sup>	281,83 <sup>b</sup>	4,56	***
FC	2,02 <sup>a</sup>	1,94 <sup>a</sup>	1,91 <sup>a</sup>	1,72 <sup>b</sup>	1,96 <sup>a</sup>	3,60	**
CAA	1,74 <sup>a</sup>	2,27 <sup>bc</sup>	2,33 <sup>c</sup>	3,28 <sup>d</sup>	2,10 <sup>b</sup>	3,41	***

\* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,0001; ns: não significativo.

Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

Variáveis: CT: comprimento total; CP: comprimento padrão; AD: altura dorsal; TCE: taxa de crescimento específico; GPD: ganho em peso diário; GPR: ganho em peso relativo; FC: fator de condição; CAA: conversão alimentar aparente.

Tratamentos: FCS: farinha de carne suína; FC: farinha de carne suína + farelo de canola; FG: farinha de carne suína + farelo de girassol; FL: farinha de carne suína + farelo de linhaça; FS: farinha de carne suína + farelo de soja.

No final do segundo experimento foi observado comportamento linear para todas as variáveis, com exceção da variável FC, a qual não foi significativa (Tabela 8). As equações e seus respectivos coeficientes de determinação ( $r^2$ ) estão apresentados na Tabela 9.

**Tabela 8 – Parâmetros zootécnicos observados ao longo do experimento 2**

Variáveis	Tratamentos					CV	Efeito
	0	25	50	75	100		
Inicial							
Peso (g)	235,74	238,59	235,18	240,96	239,78	2,20	Ns
CT (cm)	22,92	22,97	23,07	23,15	23,06	0,93	Ns
CP (cm)	18,37	18,40	18,43	18,52	18,41	1,02	Ns
AD (cm)	7,75	7,74	7,67	7,80	7,82	1,02	Ns
18 dias							
Peso (g)	295,04	291,28	288,44	296,22	281,20	2,65	Ns
CT (cm)	24,53	24,72	24,74	24,67	24,35	1,03	Ns
CP (cm)	19,56	19,66	19,62	19,72	19,37	1,19	Ns
AD (cm)	8,23	8,25	8,28	8,29	8,24	1,55	Ns
TCE (%/dia)	1,24	1,11	1,13	1,14	0,88	10,88	Linear
GPD (g/dia)	3,29	2,93	2,96	3,07	2,30	11,51	Linear
GPR (%)	25,14	22,10	22,65	22,98	17,26	11,83	Linear
FC	2,00	1,93	1,90	1,97	1,95	2,22	Ns
CAA	2,32	2,17	2,39	2,65	3,15	13,69	Linear
36 dias							
Peso (g)	355,89	356,42	342,51	341,51	323,40	4,27	Linear
CT (cm)	25,97	26,03	25,98	25,88	25,34	1,47	Ns
CP (cm)	20,89	20,95	20,81	20,73	20,30	1,55	Linear
AD (cm)	8,87	8,85	8,69	8,70	8,58	1,86	Linear
TCE (%/dia)	1,14	1,11	1,04	0,97	0,83	9,36	Linear
GPD (g/dia)	3,33	3,27	2,98	2,79	2,32	11,53	Linear
GPR (%)	50,88	49,41	45,62	41,78	34,85	4,95	Linear
FC	2,03	2,02	1,95	1,97	1,98	3,51	Ns
CAA	2,44	2,31	2,65	2,82	3,22	10,73	Linear
54 dias							
Peso (g)	411,76	397,14	378,41	375,03	354,61	3,48	Linear
CT (cm)	27,37	27,03	26,75	26,53	26,08	1,15	Linear
CP (cm)	21,93	21,60	21,49	21,20	20,73	1,42	Linear
AD (cm)	9,22	8,96	8,95	8,76	8,71	1,17	Linear
TCE (%/dia)	1,03	0,94	0,88	0,82	0,72	7,26	Linear
GPD (g/dia)	3,26	2,93	2,65	2,48	2,13	8,62	Linear
GPR (%)	74,66	66,51	60,85	55,76	47,86	8,91	Linear
FC	2,01	2,01	1,97	2,01	2,00	2,31	Ns
CAA	3,06	2,97	3,25	3,64	3,88	9,97	Linear
72 dias							
CT (cm)	28,25	27,50	27,08	26,80	26,18	1,46	Linear
CP (cm)	22,51	22,17	21,72	21,47	21,02	1,09	Linear
AD (cm)	9,75	9,30	9,22	8,97	8,85	1,38	Linear
GPD (g/dia)	3,09	2,66	2,51	2,11	1,83	5,87	Linear
FC	2,04	2,07	2,09	2,04	2,07	2,98	Ns

<sup>1</sup> Substituição da farinha de carne suína pela mistura de farelo de soja + farelo de canola.

Variáveis: CT: comprimento total; CP: comprimento padrão; AD: altura dorsal; TCE: taxa de crescimento específico; GPD: ganho em peso diário; GPR: ganho em peso relativo; FC: fator de condição; CAA: conversão alimentar aparente.

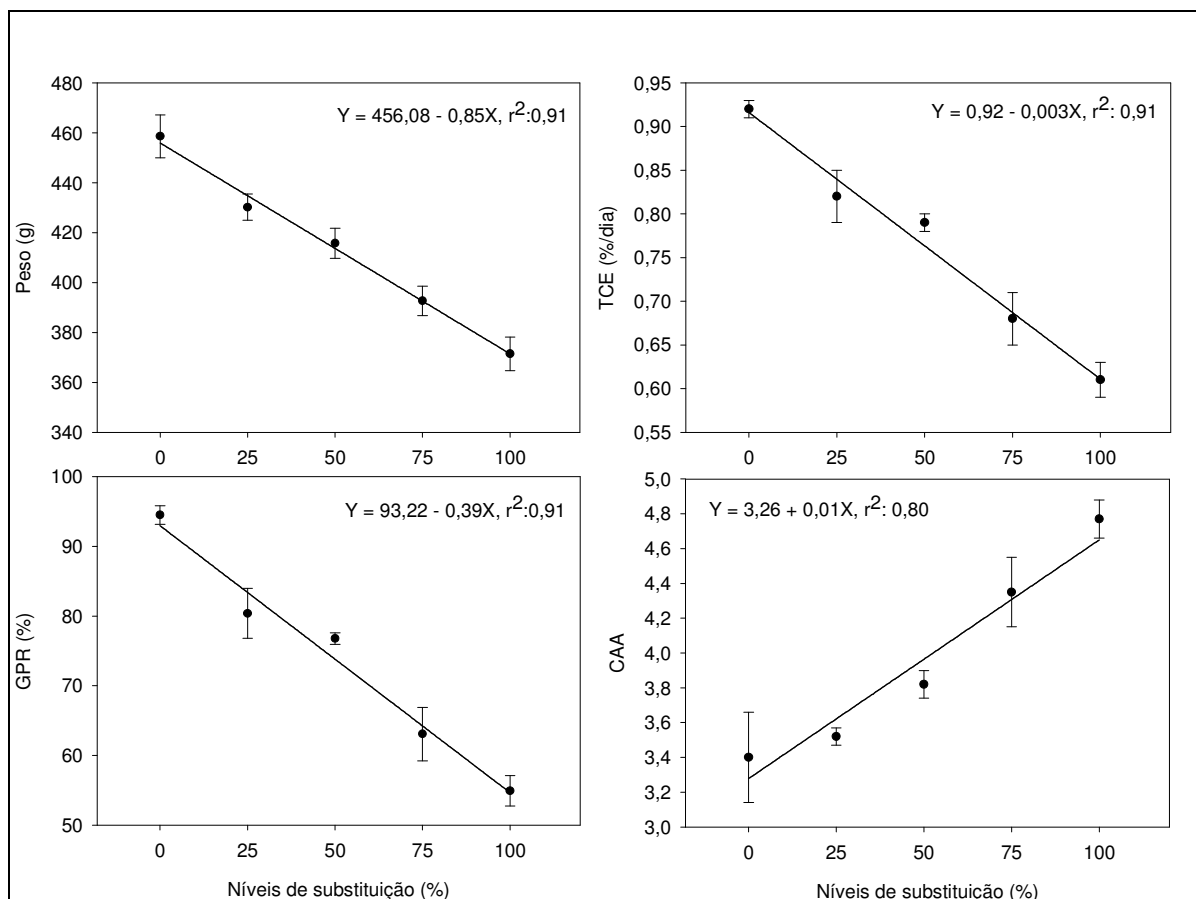
**Tabela 9 – Equações significativas observadas nos parâmetros zootécnicos do experimento 2<sup>1</sup>**

Variáveis	Equação	r <sup>2</sup>
18 dias		
TCE (%/dia)	Y= 1,24 – 0,003X	0,39
GPD (g/dia)	Y= 3,28 – 0,007X	0,37
GPR (%)	Y= 25,00 – 0,06X	0,39
CAA	Y= 2,11 + 0,01X	0,47
36 dias		
Peso (g)	Y= 359,93 – 0,32X	0,44
CP (cm)	Y= 21,02 – 0,006X	0,32
AD (cm)	Y= 8,88 – 0,003X	0,37
TCE (%/dia)	Y= 1,17 – 0,003X	0,63
GPD (g/dia)	Y= 3,44 – 0,01X	0,60
GPR (%)	Y= 52,45 – 0,16X	0,63
CAA	Y= 2,28 + 0,01X	0,54
54 dias		
Peso (g)	Y= 410,67 – 0,55X	0,74
CT (cm)	Y= 27,37 – 0,01X	0,74
CP (cm)	Y= 21,95 – 0,01X	0,70
AD (cm)	Y= 9,16 – 0,004X	0,74
TCE (%/dia)	Y= 1,03 – 0,003X	0,80
GPD (g/dia)	Y= 3,24 – 0,01X	0,80
GPR (%)	Y= 74,00 – 0,26X	0,80
CAA	Y= 2,89 + 0,01X	0,53
72 dias		
CT (cm)	Y= 28,13 – 0,02X	0,80
CP (cm)	Y= 22,52 – 0,01X	0,87
AD (cm)	Y= 9,64 – 0,01X	0,84
GPD (g/dia)	Y= 3,06 – 0,01X	0,92

<sup>1</sup> Substituição da farinha de carne suína pela mistura de farelo de soja + farelo de canola.

Variáveis: CT: comprimento total; CP: comprimento padrão; AD: altura dorsal; TCE: taxa de crescimento específico; GPD: ganho em peso diário; GPR: ganho em peso relativo; FC: fator de condição; CAA: conversão alimentar aparente.

Ao final do experimento 2 (72 dias), o peso final, a taxa de crescimento específico, o ganho em peso relativo e a conversão alimentar aparente apresentaram efeito linear negativo da substituição de farinha de carne pela mistura de farelos vegetais (Figura 1).



**Figura 1 - Desempenho dos juvenis de carpa húngara alimentados com dietas contendo níveis de substituição da farinha de carne suína por farelo de soja + farelo de canola.**

TCE: taxa de crescimento específico; GPR: ganho em peso relativo; CAA: conversão alimentar aparente.

No experimento 1, a composição do peixe inteiro (Tabela 10) foi afetada pelos tratamentos. Para gordura, os tratamentos FCS, FG e FS apresentaram os maiores valores, enquanto as dietas FC e FL não diferiram entre si. O tratamento FCS apresentou maior teor de proteína no peixe inteiro em comparação ao tratamento FS. Para DPC e CRP o tratamento FCS foi superior a todos os tratamentos. Contudo, este tratamento foi o responsável pela maior DGC, juntamente com o tratamento FS. Na composição do filé (Tabela 12), houve maior DPF por parte do tratamento FCS. O menor valor de DGF foi obtido com o tratamento FL. O tratamento FG proporcionou maior teor de gordura no filé em comparação ao tratamento FL, não diferindo estes dois tratamentos dos demais.



**Tabela 10 - Composição centesimal do peixe inteiro ao final do experimento 1**

Variáveis	Tratamentos					CV	Efeito
	FCS	FC	FG	FL	FS		
Umidade (%)	71,89	71,31	72,59	72,28	71,24	1,75	Ns
Cinzas (%)	1,93	2,06	1,87	2,37	2,09	10,73	Ns
Gordura (%)	12,54 <sup>a</sup>	10,53 <sup>b</sup>	11,48 <sup>ab</sup>	10,27 <sup>b</sup>	13,05 <sup>a</sup>	5,78	**
Proteína (%)	16,55 <sup>a</sup>	15,52 <sup>ab</sup>	15,37 <sup>ab</sup>	14,60 <sup>ab</sup>	13,60 <sup>b</sup>	5,96	*
CRP (%)	2,17 <sup>a</sup>	1,54 <sup>b</sup>	1,50 <sup>b</sup>	1,07 <sup>c</sup>	1,35 <sup>bc</sup>	10,22	***
DPC (g)	27,63 <sup>a</sup>	18,12 <sup>b</sup>	17,35 <sup>b</sup>	9,59 <sup>c</sup>	16,83 <sup>b</sup>	13,31	***
DGC (g)	24,15 <sup>a</sup>	15,34 <sup>c</sup>	16,56 <sup>bc</sup>	9,99 <sup>d</sup>	21,00 <sup>ab</sup>	10,24	***

Tratamentos: FCS: farinha de carne suína; FC: farinha de carne suína + farelo de canola; FG: farinha de carne suína + farelo de girassol; FL: farinha de carne suína + farelo de linhaça; FS: farinha de carne suína + farelo de soja.

\* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,0001; ns: não significativo.

Variáveis: CRP: coeficiente de retenção protéica; DPC: deposição de proteína corporal; DGC: deposição de gordura corporal.

**Tabela 11 – Composição centesimal do peixe inteiro ao final do experimento 2**

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>					CV	Efeito
	0	25	50	75	100		
Umidade (%)	65,09	65,44	64,72	67,81	68,03	4,11	Ns
Cinzas (%)	2,19	1,88	2,42	2,02	1,94	17,87	Ns
Gordura (%)	15,45	14,86	14,38	12,03	13,26	15,68	Ns
Proteína (%)	15,89	16,78	17,79	18,08	17,49	7,85	Ns
CRP (%)	1,82	1,75	1,88	1,78	1,61	13,67	Ns
DPC (g)	38,49	38,51	38,26	35,67	30,02	23,52	Ns
DGC (g)	58,02	51,84	45,74	33,92	36,84	15,66	Linear <sup>2</sup>

Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>1</sup> Substituição (%) da farinha de carne suína pela mistura de farelo de soja + farelo de canola.

<sup>2</sup> Y= 57,37-0,24X / r<sup>2</sup>=0,46

Variáveis: CRP: coeficiente de retenção protéica; DPC: deposição de proteína corporal; DGC: deposição de gordura corporal.

No experimento 2, a composição centesimal do peixe inteiro e do filé (umidade, cinzas, gordura e proteína) não foi afetada pelos tratamentos (Tabelas 11 e 13). Já as deposições de proteína e gordura no filé (DPF e DGF) e de gordura corporal (DGC) tiveram efeito linear negativo, enquanto a deposição de proteína corporal não apresentou efeito significativo.

**Tabela 12 - Composição centesimal do filé ao final do experimento 1**

Variáveis	Tratamentos					CV	Efeito
	FCS	FC	FG	FL	FS		
Umidade (%)	78,00	77,43	77,13	78,81	78,03	1,01	Ns
Cinzas (%)	0,89	0,98	0,92	0,95	1,06	9,47	Ns
Gordura (%)	4,72 <sup>ab</sup>	5,03 <sup>ab</sup>	5,54 <sup>a</sup>	3,43 <sup>b</sup>	4,81 <sup>ab</sup>	15,69	*
Proteína (%)	16,74	16,43	17,36	17,32	17,18	3,39	Ns
DPF (g)	26,89 <sup>a</sup>	18,46 <sup>b</sup>	19,30 <sup>b</sup>	11,51 <sup>c</sup>	21,85 <sup>b</sup>	7,27	***

**Tabela 12 - Composição centesimal do filé ao final do experimento 1 (continuação)**

Variáveis	Tratamentos					CV	Efeito
	FCS	FC	FG	FL	FS		
DGF (g)	8,77 <sup>a</sup>	7,04 <sup>a</sup>	7,72 <sup>a</sup>	2,83 <sup>b</sup>	7,25 <sup>a</sup>	21,95	**

Tratamentos: FCS: farinha de carne suína; FC: farinha de carne suína+ farelo de canola; FG: farinha de carne suína + farelo de girassol; FL: farinha de carne suína + farelo de linhaça; FS: farinha de carne suína + farelo de soja.

Variáveis: DPF: deposição de proteína no filé; DGF: deposição de gordura no filé.

\* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,0001; ns: não significativo.

Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

**Tabela 13 - Composição centesimal do filé ao final do experimento 2**

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>					CV	Efeito
	0	25	50	75	100		
Umidade (%)	72,86	72,96	73,58	74,89	74,75	2,57	Ns
Cinzas (%)	1,03	1,12	1,11	1,56	1,06	30,72	Ns
Gordura (%)	6,70	6,88	6,16	5,18	5,40	20,13	Ns
Proteína (%)	18,68	19,00	19,09	19,28	19,28	3,68	Ns
DPF (g)	46,04	41,90	37,31	34,13	30,31	27,30	Linear <sup>2</sup>
DGF (g)	24,06	23,41	18,74	13,50	13,43	9,98	Linear <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Substituição (%) da farinha de carne suína pela mistura de farelo de soja + farelo de canola.

<sup>2</sup> Y= 44,21-0,14X / r<sup>2</sup>=0,71

<sup>3</sup> Y= 25,37-0,13X / r<sup>2</sup>=0,47

Nenhuma diferença foi encontrada para os parâmetros RCARC, RFILÉ, IHS, IDS, QI e GV ao final de ambos os experimentos (Tabelas 14 e 15).

**Tabela 14 – Parâmetros de carcaça no início e no final do experimento 1**

Variáveis	Tratamentos						CV	Efeito
	Inicial	FCS	FC	FG	FL	FS		
RCARC (%)	82,80	83,26	84,31	84,07	83,90	85,59	1,17	Ns
RFILÉ (%)	29,25	33,10	33,01	31,21	30,80	33,15	3,71	Ns
IHS (%)	3,00	2,8	3,42	3,27	3,12	3,43	10,66	Ns
IDS (%)	4,13	3,82	4,31	3,98	4,45	3,94	14,25	Ns
QI	1,96	1,83	2,16	2,03	2,25	1,96	7,82	Ns
GV (%)	0,49	0,50	0,91	0,82	0,34	0,62	44,01	Ns

Tratamentos: FCS: farinha de carne suína; FC: farinha de carne suína + farelo de canola; FG: farinha de carne suína + farelo de girassol; FL: farinha de carne suína + farelo de linhaça; FS: farinha de carne suína + farelo de soja.

Variáveis: RCARC: rendimento de carcaça; RFILÉ: rendimento de filé; IHS: índice hepato-somático; IDS: índice digestivo-somático; QI: quociente intestinal; GV: gordura visceral.

\* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,0001; ns: não significativo.

**Tabela 15 – Parâmetros de carcaça no início e no final do experimento 2**

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>						CV	Efeito
	Inicial	0	25	50	75	100		
RCARC (%)	86,34	85,68	85,03	87,53	86,41	87,46	3,36	Ns
RFILÉ (%)	34,61	36,69	37,59	37,71	35,64	35,79	5,02	Ns

**Tabela 15 – Parâmetros de carcaça no início e no final do experimento 2 (continuação)**

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>						CV	Efeito
	Inicial	0	25	50	75	100		
IDS (%)	2,73	2,63	2,44	2,51	2,66	2,69	11,76	Ns
IHS (%)	1,95	1,95	2,14	2,01	2,33	2,34	19,02	Ns
QI	1,70	1,90	2,05	1,80	1,79	1,84	7,57	Ns
GV (%)	0,09	1,18	0,98	1,10	0,86	0,99	43,47	Ns

\* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,0001; ns: não significativo.

<sup>1</sup> Substituição da farinha de carne suína pela mistura de farelo de soja + farelo de canola.

Variáveis: RCARC: rendimento de carcaça; RFILÉ: rendimento de filé; IHS: índice hepato-somático; IDS: índice digestivo-somático; QI: quociente intestinal; GV: gordura visceral.

Os parâmetros sensoriais (cor e sabor) não diferiram significativamente entre os tratamentos (Tabela 16). Da mesma forma, a avaliação instrumental da cor (CIELAB) não mostrou diferenças significativas.

**Tabela 16 - Parâmetros sensoriais e de cor ao final do experimento 2**

Variáveis	Níveis de substituição (%) <sup>1</sup>					Efeito
	0	25	50	75	100	
SENSORIAL						
Cor <sup>2</sup>	99	103	85	86	77	Ns
Sabor	93	96	90	76	95	Ns
COR <sup>3</sup>						
L	49,91	47,94	50,32	49,48	52,12	Ns
A	11,86	12,68	12,58	11,06	11,39	Ns
B	1,87	1,64	3,06	2,04	3,07	Ns

<sup>1</sup> Substituição da farinha de carne suína pela mistura de farelo de soja + farelo de canola.

<sup>2</sup> Determinação sensorial da cor.

<sup>3</sup> Determinação instrumental da cor.

Para os parâmetros sanguíneos de experimento 1 (Tabela 17), o menor valor de AST foi encontrado no tratamento FL. Para COL, apenas os tratamentos FL e FS diferiram entre si, apresentando o FL maior nível de colesterol sanguíneo que o FS. Ao final do experimento 2, para colesterol (Tabela 18), foi observado efeito linear negativo da inclusão da mistura de fontes protéicas vegetais.

**Tabela 17 - Parâmetros sanguíneos ao final do experimento 1**

Variáveis	Tratamentos					CV	Efeito
	FCS	FC	FG	FL	FS		
AST (U/dL)	2,17 <sup>a</sup>	2,18 <sup>a</sup>	2,28 <sup>a</sup>	1,46 <sup>b</sup>	2,27 <sup>a</sup>	9,02	**
ALT (U/dL)	272	183,67	261,33	107,33	133,67	56,70	Ns
PROT (g/dL)	3,10	3,00	3,24	3,11	2,99	10,62	Ns
TG (mg/dL)	246,34	287,11	228,69	201,05	157,03	31,74	Ns
COL (mg/dL)	116,26 <sup>ab</sup>	117,98 <sup>ab</sup>	103,23 <sup>ab</sup>	124,85 <sup>a</sup>	89,29 <sup>b</sup>	11,76	*

**Tabela 17 - Parâmetros sangüíneos ao final do experimento 1 (continuação)**

Variáveis	Tratamentos					CV	Efeito
	FCS	FC	FG	FL	FS		
GLIC (g/dL)	84,33	76,33	64,67	61,67	64,00	17,10	Ns
HB (g/dL)	4,98	4,68	5,62	5,21	4,14	15,88	Ns

Tratamentos: FCS: farinha de carne suína; FC: farinha de carne suína + farelo de canola; FG: farinha de carne suína + farelo de girassol; FL: farinha de carne suína + farelo de linhaça; FS: farinha de carne suína + farelo de soja.

Variáveis: AST: aspartato aminotransferase; ALT: alanina aminotransferase; PROT: proteína; TG: triglicerídeos; COL: colesterol; GLIC: glicose; HB: hemoglobina; HTC: hematócrito.

\* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,0001; ns: não significativo.

**Tabela 18 - Parâmetros sangüíneos ao final do experimento 2**

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>					CV	Efeito
	0	25	50	75	100		
AST (U/dL)	75,83	65,40	66,40	66,00	74,40	22,14	Ns
ALT (U/dL)	62,00	59,60	45,50	55,83	55,20	18,18	Ns
PROT (g/dL)	2,52	2,90	2,65	2,76	2,68	9,38	Ns
TG (mg/dL)	181,04	207,59	190,03	180,72	170,32	21,73	Ns
COL (mg/dL) <sup>2</sup>	108,54	120,47	101,46	84,61	81,36	18,32	Linear
GLIC (g/dL)	41,40	60,40	49,80	54,40	44,40	11,04	Ns
HB (g/dL) <sup>3</sup>	11,43	12,08	12,87	12,30	12,08	5,98	Quadrático
HTC (%) <sup>4</sup>	30,75	34,62	37,53	35,62	31,18	9,55	Quadrático

Variáveis: AST: aspartato aminotransferase; ALT: alanina aminotransferase; PROT: proteína; TG: triglicerídeos; COL: colesterol; GLIC: glicose; HB: hemoglobina; HTC: hematócrito.

<sup>1</sup> Substituição (%) da farinha de carne suína pela mistura de farelo de soja + farelo de canola.

<sup>2</sup>  $Y = 115,92 - 0,36X$ ,  $r^2 0,40$ ; <sup>3</sup>  $Y = 11,35 + 0,05X - 0,0005X^2$ ,  $r^2 0,36$ ; <sup>4</sup>  $Y = 29,90 + 0,34X - 0,004X^2$ ,  $r^2 0,79$ .

## 5 DISCUSSÃO

Observando-se os dados obtidos no presente trabalho, é possível perceber que a substituição da farinha de carne por farelos de origem vegetal não se mostrou adequada para os juvenis de carpa húngara. Muitos outros trabalhos têm sido feitos visando a substituição de fontes de origem animal por fontes vegetais, variando os resultados de acordo com as fontes e as espécies de peixes utilizadas. Souza et al. (2004) avaliaram a resposta de larvas de tilápia do Nilo alimentadas com dietas contendo farelos de soja, canola, girassol e algodão, onde 50% da proteína exigida foi suprida por farinha de peixe e os 50% restantes pelos farelos vegetais. Os autores constataram que os farelos de soja, canola e girassol podem ser utilizados sem comprometer o desempenho dos peixes, e que o farelo de algodão levou aos piores resultados.

Jahan et al. (2003), avaliando o desempenho e a excreção de fósforo e nitrogênio pela carpa comum, verificaram que o uso de diversos ingredientes na

mesma dieta promoveu melhor balanço de aminoácidos, apesar dos baixos níveis de farinha de peixe (15% na dieta). No mesmo trabalho, a taxa de eficiência protéica não apresentou diferença entre as dietas, que tinham farinha de penas, farinha de carne ou concentrado protéico de soja incluídos em sua composição (6% na dieta). Porém, para peso final e ganho de peso, o tratamento com farinha de carne apresentou os melhores resultados, enquanto os demais tratamentos proporcionaram desempenho similar entre si. O tratamento com concentrado protéico de soja apresentou menor ganho do peso que o tratamento com farinha de carne.

Por outro lado, Goda et al. (2007) substituíram a farinha de peixe por farinha de vísceras de aves, farinha de carne e ossos ou farelo de soja em dietas para bagre africano (*Clarias gariepinus*). Os autores verificaram que o farelo de soja pode substituir totalmente a farinha de peixe da dieta, sem comprometer o crescimento dos animais. Kim et al. (1997) substituíram a proteína proveniente da farinha de peixe por farelo de soja e soja integral tostada para juvenis de *Cyprinus carpio*. Os autores relatam que o farelo de soja pode substituir até 75% da proteína proveniente da farinha de peixe da dieta sem prejuízo no desempenho. Para a soja integral tostada, o nível máximo de substituição foi de 50%. Estas informações divergem dos resultados obtidos no presente trabalho com carpa húngara, onde a substituição de 50% da proteína proveniente da farinha de carne levou a menores índices de desempenho. Vale destacar que os animais possuíam peso semelhante aos do trabalho citado.

Estes e outros resultados controversos mostram que a eficiência de utilização de misturas protéicas de origem vegetal pode mudar consideravelmente de acordo com o tipo e a qualidade dos farelos incorporados nas dietas. Provavelmente a impossibilidade de utilização de maiores níveis de inclusão de fontes vegetais esteja relacionada à presença de fibra, fatores antinutricionais (remanescentes) e baixa palatabilidade, o que pode diminuir a ingestão de alimento pelos peixes (LUO et al., 2006). Estes fatores estão diretamente relacionados à forma de obtenção destes subprodutos. É de grande importância que se estabeleçam padrões de produção para a manutenção da qualidade e da uniformidade entre lotes produzidos.

Estudos com carpa comum (VIOLA, 1975; VIOLA et al., 1981 apud GATLIN III, 2003) indicaram que em dietas com baixo teor de proteína (25%) a redução de 15 para 5% de farinha de peixe associada ao aumento de inclusão de farelo de soja de

15 para 35% causaram redução no crescimento, não podendo ser recuperada pela suplementação de metionina ou lipídio. Contudo, experimentos subseqüentes com a substituição progressiva da farinha de peixe por combinações de farelo de soja, glúten de milho e/ou farinha de carne demonstraram que a redução 45 para 22% da farinha de peixe, juntamente com a inclusão de 25% de farelo de soja e 10% de glúten de milho resultaram em semelhantes ganho de peso, eficiência alimentar e taxa de eficiência protéica. Estes resultados levam a crer que, no caso do presente estudo, a inclusão de apenas uma fonte protéica além da farinha de carne não se mostrou suficiente para manter desempenho semelhante ao da dieta controle.

Gaiotto et al. (2004), trabalhando com tilápia nilótica, verificaram que o farelo de canola pode ser incluído em até 24% na ração sem afetar o desempenho dos animais. Para juvenis de bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), dietas contendo até 36% de farelo de canola podem ser utilizadas (WEBSTER et al., 1997). No Experimento 1, a inclusão de 31,45% de farelo de canola diminuiu o crescimento das carpas em comparação à dieta controle.

Singh et al. (2003) trabalharam com fontes protéicas de origem vegetal (tortas de amendoim, canola, girassol, mostarda e gergelim) para juvenis de *Cirrhinus mrigala*. O desempenho dos animais alimentados com dietas contendo torta de amendoim foi maior em comparação às outras dietas, no que diz respeito a crescimento, retenção de nutrientes, digestibilidade e composição de carcaça. Os piores resultados foram obtidos com os tratamentos à base de torta de mostarda e gergelim, enquanto os tratamentos com tortas de canola e girassol apresentaram desempenho intermediário, assim como neste trabalho. O autor atribuiu o melhor desempenho da dieta com torta de amendoim às suas excelentes propriedades aglutinantes, aceitabilidade e palatabilidade (LOVELL, 1988 apud SINGH et al., 2003).

No presente trabalho com carpa húngara, a inclusão de 29,75% de farelo de girassol na dieta (substituindo 50% da proteína proveniente da farinha de carne) não trouxe bons resultados. Para tilápia (*Tilapia rendalli*), o farelo de girassol pode ser incluído até 20% (sem a utilização de aminoácidos livres) na dieta, sem prejudicar o crescimento (OLVERA-NOVOA et al., 2002). Em substituição à farinha de peixe, o farelo de girassol pode suprir até 80% da proteína da dieta para tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) sem alterar o crescimento dos animais (MAINA et al., 2003). Sanz et al. (1994) trabalhando com truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*),

constatarem que o farelo de girassol pode substituir 40% da proteína proveniente da farinha de peixe sem comprometer o crescimento, e que a inclusão da fonte vegetal reduziu o custo da dieta, tornando-a mais competitiva comercialmente. Os autores comentam que para a utilização de maiores níveis de farelo de girassol são necessárias tecnologias que levem ao melhor aproveitamento dos nutrientes desta fonte, tanto da proteína quanto da fração de carboidratos.

Para a manutenção de níveis de proteína equilibrados entre as dietas do experimento 1, no tratamento FL foi incorporado 46,28% de farelo de linhaça na dieta (Tabela 3). Este nível de inclusão supera o máximo recomendado por Hasan et al. (1997) e pode explicar o pior desempenho dos peixes submetidos a este tratamento. Segundo os autores, o farelo de linhaça pode ser incluído até 25% do total de proteína da dieta, sem comprometer o desempenho de larvas de carpa comum. Também relatam que a dieta controle (farinha de peixe como fonte protéica) e as dietas com farelo de linhaça (25 e 50% da proteína da dieta) e amendoim (25% da proteína da dieta) apresentaram maior aceitabilidade em relação às dietas com maiores níveis de inclusão de farelos vegetais.

Outro fato que pode explicar o pior desempenho do tratamento FL diz respeito à presença de mucilagem no farelo de linhaça. Hossain et al. (1997) determinaram coeficientes de digestibilidade de diversos ingredientes vegetais para rohu (*Labeo rohita*), relatando que baixos coeficientes de digestibilidade da proteína podem estar relacionados à mucilagem presente no farelo de linhaça. A mucilagem pode aumentar o tempo de permanência do alimento no trato digestivo, diminuindo a ingestão de alimento via sinais de saciedade. Além disso, possui grande capacidade de ligação com a água, aumentando a viscosidade intestinal e diminuindo a digestibilidade de nutrientes (SOLTAN et al., 2008). Este mesmo autor, substituindo farinha de peixe pela mistura de ingredientes protéicos de origem vegetal (farelos de algodão, girassol, canola, linho e linhaça) para tilápia, encontrou melhores resultados de crescimento com o nível de 45% de substituição. A possibilidade de utilizar-se maior nível de inclusão em comparação ao presente trabalho pode ser devida ao maior número de fontes vegetais utilizadas em conjunto, proporcionando melhor equilíbrio de aminoácidos e menor efeito dos fatores antinutricionais de cada fonte.

El-Saidy e Gaber (2003), trabalhando com tilápia, substituíram a farinha de peixe pela mistura de farelos de soja, algodão, girassol e linhaça em diferentes

níveis (0, 25, 50, 75 e 100%). Os autores verificaram que a substituição parcial ou total não apresentou diferenças para os parâmetros de desempenho quando comparada ao tratamento controle, tendo apenas farinha de peixe como fonte protéica.

Os resultados deste trabalho com carpa húngara mostram que embora o perfil de aminoácidos das dietas tenha sido similar, as diferenças encontradas podem ser resultado da diferente disponibilidade de aminoácidos entre os tratamentos. Segundo Hasan et al. (1997), durante o processamento dos subprodutos vegetais, a lisina pode reagir com moléculas não protéicas presentes nos próprios ingredientes, formando compostos que tornam este aminoácido indisponível, mas quimicamente mensurável.

Pereira-da-Silva e Pezzato (2000), trabalhando com tilápia (*Oreochromis niloticus*) testaram a palatabilidade de alguns ingredientes utilizados na alimentação de peixes e os classificaram em três grupos: a) baixa atrato-palatabilidade: farelos de trigo, soja e algodão, farinha e raspa de mandioca, farinha de girassol e fubá de milho; b) média atrato-palatabilidade: levedura de cana-de-açúcar e glúten de milho e c) alta atrato-palatabilidade: ovo integral liofilizado, farinhas de crisálidas, peixe, carne e camarão. Portanto, além da questão nutricional, outro fator que pode ter influenciado nos resultados do presente trabalho é a palatabilidade das dietas. O desempenho superior da dieta controle em ambos os experimentos pode estar relacionado à alta palatabilidade inerente aos ingredientes de origem animal. No presente estudo não foi avaliada a taxa de ingestão de alimento pelos peixes, os quais receberam quantidade fixa de ração diariamente.

No que diz respeito à composição do peixe inteiro, Jahan et al. (2003) utilizando farinha de penas, farinha de carne ou farelo de soja na alimentação de carpa húngara não encontraram diferenças, sendo os valores semelhantes ao deste trabalho. Hasan et al. (1997), avaliando várias fontes protéicas, entre elas o farelo de linhaça, observaram diferenças significativas entre os tratamentos para os teores de proteína, lipídio e umidade das pós-larvas de carpa comum. Entretanto, os autores atribuíram as diferenças às grandes variações observadas entre e intra-tratamentos, e não propriamente ao efeito da dieta. Os mesmos autores relatam ainda que a composição corporal dos peixes tende a ser bastante variável, e que a gordura e umidade parecem estar negativamente correlacionadas.



No presente trabalho, a umidade não variou em função dos tratamentos, embora os níveis de gordura tenham sido estatisticamente diferentes (Tabela 10). Entretanto, verificou-se que nos maiores teores de gordura foram observados os menores valores de cinzas, mesmo que estes não tenham diferido entre si. Assim, houve a compensação do teor de matéria seca entre as amostras.

De Francesco et al. (2004) utilizaram uma dieta com farinha de peixe como fonte protéica e outra com uma mistura de fontes de origem vegetal (glúten de milho, glúten de trigo, amendoim extrusado e farelo de canola) para truta arco-íris. O tratamento com farinha de peixe resultou em menor teor de proteína e maior teor de gordura no filé. No presente trabalho, foi encontrada diferença apenas para o teor de gordura no filé das carpas, onde o tratamento FG apresentou mais gordura em comparação ao tratamento FL (Tabela 12).

No experimento 2, os dados de gordura no peixe inteiro (12,03 a 15,45%) são maiores que os encontrados por Kim et al. (1997) (10,07 a 11,80%), que utilizaram animais com peso médio semelhante ao deste trabalho. Estes autores, substituindo a farinha de peixe por 50 ou 75% de farelo de soja não encontraram diferenças para proteína e gordura no peixe inteiro, assim como o ocorrido neste estudo.

Outro ponto importante a ser levantado diz respeito à relação dos demais nutrientes da dieta com a eficiência de utilização da proteína. Para carpa húngara, a digestibilidade de óleos de origem vegetal é menor do que a de óleos de origem animal (DEGANI et al., 1997). Viola et al. (1982) relatam que a substituição de 40% da farinha de peixe da dieta por farelo de soja exigiu a suplementação de metionina e 5% de óleo para manter o mesmo índice de crescimento e utilização de energia e proteína pela carpa húngara, comparando-se à dieta controle (farinha de peixe como fonte protéica). No mesmo trabalho, substituindo-se totalmente a farinha de peixe por farelo de soja, foi necessária a suplementação com metionina, 0,5% de lisina e 10% de óleo para manter a taxa de eficiência protéica e o crescimento semelhantes ao tratamento controle.

No presente trabalho, o teor de extrato etéreo oscilou entre os tratamentos. Os teores de gordura da dieta para os tratamentos 0, 25, 50, 75 e 100 foram 16,48; 13,64; 11,52; 8,65 e 8,55%, respectivamente (Tabela 5). Os maiores níveis de gordura nas dietas são reflexo da concentração de gordura proveniente da farinha de carne. Além do crescimento, a gordura das dietas pode também ter exercido influência sobre quantidade de gordura depositada nos peixes alimentados com

estas dietas. A mesma explicação é dada por Nandeesh et al. (2002), onde os autores afirmam que o maior teor de gordura dos alevinos de carpa comum alimentados com dieta à base de farinha de peixe é relacionada à maior concentração de gordura deste ingrediente.

Avaliando farelos vegetais em substituição à farinha de peixe para juvenis de bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*), Hansen et al. (2007) observaram que os peixes alimentados com farelos vegetais apresentaram menor colesterol circulante que os alimentados com a dieta controle. Tal resultado foi atribuído aos fatores antinutricionais presentes nos farelos vegetais, especialmente a fibra e os polissacarídeos não amiláceos. Segundo Krögdahl et al. (2005), o aumento da fibra reduz a capacidade de formação de micelas no intestino, e os polissacarídeos não amiláceos se ligam aos sais biliares impedindo a absorção das gorduras. Assim, há maior excreção de colesterol nas fezes e conseqüentemente menor colesterol circulante. Estas informações podem esclarecer os resultados obtidos no experimento 2, onde houve efeito linear negativo do nível de inclusão sobre o teor de colesterol sanguíneo.

No experimento 1, o menor nível de AST sanguínea foi encontrado no tratamento FL, não diferindo entre os demais tratamentos. Este resultado não segue o encontrado por Soltan et al. (2008), os quais observaram o aumento dos níveis de AST e ALT conforme aumentava o nível de inclusão de farelos vegetais na dieta.

D'Souza et al. (2006) trabalhando com dietas com dois níveis de inclusão de farelo de soja (20 e 40%), bem como um tratamento controle à base de farinha de peixe, estudaram sua influência sobre a qualidade dos filés de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). Foram encontradas diferenças para cor, assim como na análise sensorial, onde o tratamento com 40% de inclusão diferiu do controle. Também trabalhando com truta arco-íris e dietas à base de fontes vegetais, de Francesco et al. (2004) encontraram diferença para cor (tanto na análise sensorial como na avaliação instrumental). Os dados do experimento 2 referentes à determinação instrumental de cor e à avaliação sensorial não apresentaram o mesmo comportamento, pois não foram observadas diferenças significativas.

Como considerações finais, vale destacar que a idade e o peso dos peixes, assim como o conteúdo total de lipídios na dieta pode influenciar o aproveitamento da proteína (LEGER, 1985 apud DEGANI et al., 1997). Vários estudos têm avaliado níveis e fontes de lipídios em dietas para peixes. Assim como os carboidratos, a

utilização dos lipídios varia de acordo com a espécie e com a fonte, podendo afetar a digestibilidade dos demais nutrientes. Dessa forma, resultados divergentes são freqüentemente apresentados.

Um fato importante a ser destacado diz respeito ao aproveitamento de aminoácidos livres incorporados na dieta em comparação aos aminoácidos presentes nos próprios ingredientes. Gaber (2006) trabalhou com farelos de soja, canola, girassol, algodão e linhaça como substitutos da farinha de peixe para tilápia. O autor destaca que qualquer uma das fontes pode ser utilizada, desde que seja feita suplementação com aminoácidos livres. Por outro lado, Kaushik e Dabrowski (1983 apud SANZ et al., 1994) encontraram menores índices de desempenho de carpas alimentadas com dietas contendo aminoácidos livres em comparação a dietas com composição similar, porém com aminoácidos presentes na forma de proteína. Tal problema poderia ser minimizado com o desenvolvimento de metodologias para melhorar o aproveitamento (disponibilidade) de nutrientes das fontes protéicas de origem vegetal.

Se por um lado os ingredientes protéicos de origem vegetal apresentam valor nutricional elevado, caracterizando-os como potenciais alternativas às fontes de origem animal, por outro, podem possuir antinutrientes ou compostos tóxicos para os peixes. Neste sentido, a obtenção de informações detalhadas a respeito da composição química destas fontes é de extrema importância, visando maximizar a utilização destes ingredientes em dietas para peixes.

## **6 CONCLUSÕES**

A dieta à base de farinha de carne suína proporciona maior crescimento de juvenis de carpa húngara comparada às dietas com farelos vegetais.

O tratamento com farinha de carne suína como principal fonte protéica apresenta maior deposição de proteína no peixe inteiro e no filé, entretanto, é o responsável pela maior deposição de gordura no peixe inteiro.

Os parâmetros de carcaça (rendimentos e índices digestivos) não são afetados pelas fontes protéicas avaliadas neste trabalho.

A cor, tanto na análise sensorial como por determinação instrumental, bem como o sabor dos filés, não são afetados pelas fontes protéicas de origem vegetal.

Quanto maior o nível de inclusão de farelos vegetais na dieta, menor o nível de colesterol sangüíneo circulante.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16th ed. Supplement 1998. Washington: AOAC, 1995. 1018p.

ALLAN, G. L.; ROWLAND, S. J. Performance and sensory evaluation of silver perch (*Bidyanus bidyanus* Mitchell) fed soybean or meat meal-based diets in earthen ponds. **Aquaculture Research**, Oxford, v.36, n.13, p.1322-1332, Sept. 2005.

ARNDT, R. E. et al. Effects of heat treatment and substitution level on palatability and nutritional value of soy defatted flour for coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 180, p.129-145, Oct. 1999.

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

BUREAU, D. P.; KAUSHIK, S. J.; CHO, C.Y. Bioenergetics. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. **Fish Nutrition**. USA: American Press, 2002, p.1-59.

CAMPESTRINI, E. Farinha de carne e ossos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.4, p.237-236, jul.-ago. 2005. Disponível em <[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/024V2N4P221\\_234\\_JUL2005.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/024V2N4P221_234_JUL2005.pdf)>

DEGANI, G. et al. Apparent digestibility coefficient of protein sources for carp, *Cyprinus carpio* L. **Aquaculture Research**, Oxford, v.28, n.1, p.23-28, Jan. 1997.

D´SOUZA, N. et al. Effect of soybean meal-based diets on the product quality of rainbow trout fillets. **Journal of Food Science**, Chicago, v.71, n.4, p.337-342, May 2006.

EL-SAYDI, D. M. S. D.; GABER, M. M. A. Replacement of fish meal with a mixture of different plant protein sources in juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) diets. **Aquaculture Research**, Oxford, v.34, n.13, p.1119-1127, Nov. 2003.

EL-SAYED, A. F. M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, Amsterdam, v.179, n.1-4, p.149-168, Sept. 1999.

FAO - Food Agriculture Organization. **FAO Yearbook of Fishery Statistics Summary tables - 2004**. Disponível em <<ftp://ftp.fao.org/fi/STAT/summary/default.htm#aqua/>> Acesso em 02.12.2008.

FRANCESCO, M. de et al. Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/fillet quality traits of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.236, n.1-4, p.413-429, June 2004.

GABER, M. M. The effects of plant-protein-based diets supplemented with *Yucca* on growth, digestibility, and chemical composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) fingerlings. **Journal of the World Aquaculture Society**, Oxford, v.37, n.1, p.74-81, Mar. 2006.

GAIOTTO, J. R.; MACEDO-VIEGAS, E. M.; FERNANDES, T. R. Farelo de canola para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem Chitralada. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.26, n.1, p.15-19, abr. 2004.

GATLIN III, D. M. Use of soybean meal in the diets of omnivorous freshwater fish. **American Soybean Association**. Disponível em <<http://www.asa-europe.org/pdf/omnivorous.pdf>> 2003.

GATLIN III, D. M. et al. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, Oxford, v.38, n.6, p.551-579, Apr. 2007.

GODA, A. M. et al. Effect of totally or partially replacing fish meal by alternative protein sources on growth of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) reared in concrete tanks. **Aquaculture Research**, Oxford, v.38, n.3, p.279-287, Mar. 2007.

HANSEN, A. C. et al. Dietary plant protein utilization in Atlantic cod, *Gadus morhua* L. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v.13, n.3, p.200-215, June 2007.

HASAN, M. R. et al. Evaluation of some plant ingredients as dietary protein sources for common carp (*Cyprinus carpio* L.) fry. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 151, n.1-4, p.55-70, May 1997.

HOSSAIN, M. A.; NAHAR, N.; KAMAL, M. Nutrient digestibility coefficients of some plant and animal proteins for rohu (*Labeo rohita*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.151, n.1-4, p.37-45, May 1997.

JAHAN, P. et al. Balancing protein ingredients in carp feeds to limit discharge of phosphorus and nitrogen into water bodies. **Fisheries Science**, Oxford, v.69, n.2, p.226-233, Apr. 2003.

JAHAN, P. et al. Improved carp diets based on plant protein sources reduce environmental phosphorus loading. **Fisheries Science**, Oxford, v. 69, n.2, p. 219-225, Apr. 2003.

KAUSHIK, S. J. Feed formulation, diet development and feed technology. Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish species diversification. In: **Seminar of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean on "Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish species diversification"**, 24/05/1999. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, v.47, p.43-51, 2000.

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

KROGDÄHL, A.; HEMRE, C. I.; MOMMSEN, T. P. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v.11, n.2, p.103-122, Apr. 2005.

LEHNINGER, A. L. **Bioquímica**. Tradução da 2ª ed. Americana, supervisão: José Reinaldo Magalhães. São Paulo: Edgard Blücher, 1976. v.2, 436p.

LUO, L. et al. Partial or total replacement of fishmeal by solvent-extracted cottonseed meal in diets of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v.12, n.6, p.418-424, Dec. 2006.

MAINA, J. G. Partial replacement of fishmeal with sunflower cake and corn oil in diets for tilápia (*Oreochromis niloticus*): effect on whole body fatty acids. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 34, n.8, p. 601-608, July 2003.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 2ª ed. Boca Raton, USA: CRC Press, 1991, 354p.

MEURER, F. et al. Fontes protéicas suplementadas com aminoácidos e minerais para a tilápia do Nilo durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.1, p.1-6, jan.-fev. 2005.

MUKHOPADHYAY, N.; RAY, A. K. Effects of amino acid supplementation on the nutritive quality of fermented linseed meal protein in the diets for rohu, *Labeo rohita*, fingerlings. **Journal of Applied Ichthyology**, Oxford, v.17, n.5, p.220-226, Oct. 2001.

MÜLLER, M. D.; CARVALHO, G. R.; FERNANDES, E. N. Impacto do aumento da demanda de biodiesel no custo da alimentação animal. In: II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2007, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília: ABIPTI, 2007. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/desenvolvimento/15.pdf>>. Acesso em 15.12.2008.

NANDEESHA, M. C.; GANGADHARA, B.; MANISSERY, J. K. Further studies on the use of mixed feeding schedules with plant- and animal-based diets for common carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus). **Aquaculture Research**, Oxford, v.33, n.14, p.1157-1162, Nov. 2002.

NRC – National Research Council. **Nutrient Requirements of fish**. Washington National Academy Press, 1993, 115p.

OLVERA-NOVOA, M. A. et al. Sunflower seed meal as a protein source in diets for *Tilapia rendalli* (Boulanger, 1896) fingerlings. **Aquaculture Research**, Oxford, v.33, n.3, p.223-229, Mar. 2002.

PEREIRA-DA-SILVA, E. M.; PEZZATO, L. E. Respostas da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na

alimentação de peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.5, p.1273-1280, set.-out. 2000.

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

POLI, C. R.; ARANA, L. V. Qualidade da água em aqüicultura. In: POLI, C. R. et al. **Aqüicultura: experiências brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2003, p.45-72.

RADÜNZ NETO, J.; KOHLER, C. C.; LEWIS, W. M. Water re-use system for production of fingerling fishes in Brazil with emphasis on South American Catfishes (*Rhamdia quelen* and *R. sapo*). **Tropical agriculture**, India, v.64, n.1, p.2-6, 1987.

SEAP – Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca. **Estatística da Aqüicultura e Pesca no Brasil - Ano 2005**. Disponível em <[http://www.presidencia.gov.br/estrutura\\_presidencia/seap/estatistica](http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap/estatistica)> Acesso em 02.12.2008.

da SILVA, L. B. et al. Alternative species for traditional carp polyculture in southern South America: Initial growing period. **Aquaculture**, Oxford, v.255, n.1-4, p.417-428, May 2006.

SILVA, P. R. F.; FREITAS, T. F. S. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.843-851, maio-jun. 2008.

SANZ, A. et al. Sunflower meal compared with soybean meal as partial substitutes for fish meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets: protein and energy utilization. **Aquaculture**, Amsterdam, v.128, n.3-4, p.287-300, Dec. 1994.

SINGH, K. et al. Oilcakes as protein sources in supplementary diets for the growth of *Cirrhinus mrigala* (Ham.) fingerlings: laboratory and field studies. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v.86, n.3, p. 283-291, Feb. 2003.

SOLTAN, M. A.; HANAFY, M. A.; WAFI, M. I. A. Effect of replacing fish meal by a mixture of different plant protein sources in the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diets. **Global Veterinaria**, Egypt, v.37, n.4, p.157-164, 2008.

SOUZA, S. R. et al. Diferentes fontes protéicas de origem vegetal para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) durante a reversão sexual. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.26, n.1, p.21-28, jan. 2004.

TAMASSIA, S. T. J. et al. Cíprinicultura – o modelo de Santa Catarina. In: CYRINO, J. E. P. et al. (Eds.) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, p.267-305, 2004.

TÖLG, I. Combined stocking (polyculture) in fish farming. In: HALVER, J. (Ed.) **Special methods in pond fish husbandry**. Seattle: Halver Corporation; Budapest: Akadémiai Kiadó, p.55-99, 1984.



VIOLA, S. et al. Partial and complete replacement of fish meal by soybean meal in feeds for intensive culture of carp. **Aquaculture**, v.26, n.3-4, p.223-236, Jan. 1982.

WEBSTER, C. D et al. Growth and body composition of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fed diets containing various percentages of canola meal. **Aquaculture**, v.50, n.1-2, p.103-112, Nov. 1997.

WILSON, R. P. Aminoacids and protein. In: HALVER, J. E.; HARDY, R. W. **Fish nutrition**. 3rd Edition, USA: Elsevier Science, p.144-175, 2002.

ZANIBONI FILHO, E. Piscicultura das espécies exóticas de água doce. In: POLI, C. R. et al. **Aqüicultura: experiências brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2003, p.309-336.