

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

**DENSIDADE DE ESTOCAGEM E FONTES
ENERGÉTICAS VEGETAIS NO CULTIVO INTENSIVO
DE JUNDIÁ E CARPA HÚNGARA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Viviani Corrêa

Santa Maria, RS, Brasil

2010

**DENSIDADE DE ESTOCAGEM E FONTES
ENERGÉTICAS VEGETAIS NO CULTIVO INTENSIVO
DE JUNDIÁ E CARPA HÚNGARA**

por

Viviani Corrêia

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 a obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia.**

Orientador: Prof. Dr. João Radünz Neto

Santa Maria, RS, Brasil

2010

**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

**DENSIDADE DE ESTOCAGEM E FONTES ENERGÉTICAS VEGETAIS
NO CULTIVO INTENSIVO DE JUNDIÁ E CARPA HÚNGARA**

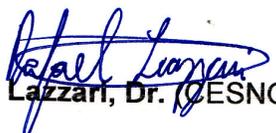
elaborada por
Viviani Corrêia

Como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

COMISSÃO EXAMINADORA


João Radünz Neto, Dr.
(Presidente/Orientador)


Mario Roberto Chim Figueiredo, Dr. (FURG)


Rafael Lazzari, Dr. (CESNORS/UFSM)

Santa Maria, 23 de Fevereiro de 2010

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e saúde.

Aos meus pais, Rosani e Gilberto, pelo amor, incentivo e compreensão. À minha irmã Daniele e ao meu cunhado Fábio pelo carinho e amizade.

Ao Fabio, por toda a ajuda, apoio, carinho, tranquilidade e alegria. Ainda bem que seguimos caminhos semelhantes e que existe um equilíbrio entre nós, em muitos momentos difíceis, você com calma dizia que iria dar tudo certo. A família do Fabio: Aldo, Ceres, Flávia, Fernanda, Fabrício (Jose e Lelli), Elaine e Fernando, muito obrigada pelo carinho.

Também peço desculpas aos amigos, a minha família e ao Fabio, pelos momentos que abdiquei de estar com vocês.

Ao professor João Radünz Neto (orientador), pelo auxílio, incentivo, compreensão, ensinamentos e por ler minha dissertação nas suas férias.

À professora Leila Picolli da Silva (co-orientadora), pelo incentivo, ensinamentos e pelas colaborações com o projeto, análises e resultados.

A professora Tatiana Emanuelli, Vanessa e Alberto, pelo apoio com as análises de composição centesimal.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Piscicultura: Alexandra, Bruna, Cristiano, Daniel, Fernanda, Naglezi, Rafael, Cátia, Giovanni, Suzete, Suziani, Marco, Fernando, Ivanir, Jaqueline e Maria, pela ajuda na condução deste trabalho. Sem dúvida a ajuda de todos foi fundamental...

A secretária Olirta Giuliani, pelo auxílio.

A CAPES, pela bolsa de mestrado concedida. Ao CNPq pela bolsa de pesquisador (Pq-1D) ao Prof. João Radünz Neto.

A empresa DOLES® pela doação dos kits para análises. À Irgovel-Ltda pela doação do farelo de arroz desengordurado (FADE) e a Luiz Carlos Federizzi pela doação da aveia descascada. Enfim, a todos que colaboraram.

Muito obrigada.

O problema só é problema quando se apresenta.
Logo depois do choque inicial, ele passa a ser "desafio".
Por isso é tão gratificante vencê-lo, e por isso nos esforçamos.
Mas porque os problemas dão tanto medo e fazem sofrer?
Os problemas representam o desconhecido...São como quartos escuros, onde
precisamos tatear as paredes e objetos para chegar até a luz.

Tudo pode ser vencido, mesmo que demore anos,
que passe muito tempo aos olhos da "vida moderna e imediatista"
que não sabe esperar, ainda assim,
quando "chegamos lá" onde muita gente apostou
que não conseguiríamos chegar,
a satisfação é tão grande que nos esquecemos do início,
onde acreditávamos em "problemas".

O verdadeiro problema está em desacreditar da nossa capacidade de
SUPERANÇA.
E superação é o mover-se com determinação no sentido contrário da dor,
é mover os olhos para outra direção,
é olhar para frente, ainda que ás lágrimas deixem a visão meio embaçada,
é saber que após a grande tempestade, o sol vai se abrir, o chão vai florir
e tudo recomeça para quem não deixou de acreditar.

Tá com problemas?
Que bom!
"São desafios que vem testar a sua capacidade de vencer a própria dúvida.
Depois deles, você será muito melhor.
Acredite em você."

Adaptado de Paulo Roberto Gaefke

RESUMO

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

DENSIDADE DE ESTOCAGEM E FONTES ENERGÉTICAS VEGETAIS NO CULTIVO INTENSIVO DE JUNDIÁ E CARPA HÚNGARA

Autor: Viviani Corrêa

Orientador: João Radünz Neto

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 23 de Fevereiro de 2010.

Este trabalho foi conduzido para avaliar o crescimento, parâmetros metabólicos e características de carcaça de jundiá e carpa húngara em policultivo submetidos a duas densidades de estocagem e a inclusão de fontes energéticas vegetais na dieta destas espécies em monocultivo. Foram conduzidos dois experimentos, utilizando sistema de recirculação de água com temperatura controlada. No primeiro experimento com duração de 29 dias, os peixes (75% jundiá e 25% carpa húngara) foram estocados na densidade 16 ou 40 peixes/tanque (57 ou 143 peixes/m³) em quatro repetições. Os jundiás e as carpas possuíam peso inicial de 24,39±0,54g e 27,73±0,22g, respectivamente. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia com a mesma dieta. Foram avaliados o nível de cortisol plasmático e os parâmetros de desempenho: peso (P), coeficiente de variação do peso, comprimento total (CT), biomassa total (BT), fator de condição (FC), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar aparente (CAA), ganho em peso médio diário (GPD) e ganho de peso relativo (GPR). Ambas as espécies não apresentaram diferenças significativas nos parâmetros de crescimento. Quanto ao cortisol plasmático, os juvenis de carpa húngara submetidos à densidade de 57 peixes/m³ apresentaram maiores níveis deste hormônio. No segundo experimento, com 60 dias de duração, os peixes (jundiás=5,59±0,06g e carpas=5,82±0,14g) foram estocados (40 peixes/tanque) em monocultivo, sendo avaliadas três dietas, com inclusão de aveia descascada ou farelo de arroz desengordurado estabilizado (FADE) e dieta controle (farelo de trigo e milho), em três repetições. As dietas foram ofertadas três vezes ao dia. Foram determinadas a composição corporal, retenção de nutrientes, parâmetros metabólicos (triglicerídeos, colesterol total, colesterol HDL, proteínas totais e albumina) e de desempenho (P, CT, BT, FC, TCE, CAA, GPD, GPR, consumo diário aparente, taxa de eficiência protéica), rendimento de cortes e índices digestivos. Os juvenis de jundiá e a carpa húngara não apresentaram diferença significativa para os parâmetros de desempenho, rendimento de cortes e índices digestivos. Os juvenis de jundiá dos tratamentos com aveia e FADE apresentaram os menores níveis séricos de colesterol total. Nos jundiás alimentados com FADE foi detectado maiores níveis de triglicerídeos. Os menores valores de gordura tanto na retenção de nutrientes como na composição do peixe inteiro, para o jundiá, foi na dieta com aveia. Observou-se nos juvenis de carpa húngara do tratamento com FADE menores níveis de colesterol total, porém com maior teor de gordura na composição do peixe inteiro do que as carpas do tratamento com aveia. A menor retenção de gordura corporal na carpa foi na dieta com aveia. Pode-se concluir que a maior densidade de estocagem avaliada de 143 peixes/m³ não afeta o desempenho do jundiá e carpa húngara em policultivo, assim como proporciona maior produção por área. A inclusão de 20% de aveia descascada ou farelo de arroz desengordurado causam modificações no metabolismo e na composição de carcaça, mas não afetam o desempenho do jundiá e carpa húngara, portanto podem ser utilizadas como ingredientes alternativos na formulação de dietas para estas espécies.

Palavras chave: colesterol; estresse; farelo; grão; recria; triglicerídeo

ABSTRACT

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

STOCKING DENSITY AND PLANT-ENERGY SOURCES IN THE INTENSIVE CULTIVATION OF JUNDIÁ AND COMMON CARP

AUTHOR: Viviani Corrêa

ADVISER: JOÃO RADÜNZ NETO

Date and Defense Place: Santa Maria, February 23th, 2010.

This work was carried out to evaluate the growth, metabolic parameters and carcass characteristics of jundiá and common carp in polyculture submitted to two stocking density and the inclusion of plant-energy sources in the diets of this species in monoculture. Two experiments were conducted using water re-use system. In the first experiment (29 days), fish (75% jundiá and 25% carp) were stocked in density 16 or 40 fish/tank (57 or 143 fish/m³) in four replicates. Jundiás and carps presented initial weight of 24.39±0.54 g and 27.73±0.22 g, respectively. Animals were fed twice daily with the same diet. The plasma cortisol level and the performance parameters: weight (W), coefficient of variation in weight, total length (TL) total biomass (TB), condition factor (CF), specific growth rate (SGR), feed conversion rate (FCR), daily weight gain (DWG) and relative weight gain (RWG) were evaluated. Both species had no significant differences in growth parameters. Carp juveniles rearing to density 57 fish/m³ had an increment of the plasmatic cortisol level. In the second experiment (60 days), the fish (jundiá = 5.59±0.06 g and carp = 5.82±0.14 g) were stocked (40 fish/tank) in monoculture, and three diets were evaluated with inclusion of husked oat or defatted rice bran stabilized (FADE) and control diet (wheat bran and corn), in three replicates. The diets were provided three times daily. Whole body composition, nutrient retention, metabolic parameters (triglycerides, total cholesterol, HDL cholesterol, total protein and albumin) and performance parameters (W, TL, TB, CF, SGR, FCR, DWG, RWG, daily consumption, protein efficiency rate), carcass yield and digestive indexes were determined. The jundiá and carp juveniles showed no significant difference in the performance parameters, carcass yield and digestive indexes. The jundiá juvenile fed with oats and FADE had the lowest levels of total cholesterol in serum. Concerning jundiás fed with FADE higher levels of triglycerides were observed. For jundiá, the lowest values of fat nutrient retention and in the composition of the whole fish were in the diet with oats. When carp juveniles were treated with FADE lower levels of total cholesterol were observed, however, a higher fat content in the composition of whole fish was seen when compared with carps of diet with oats. The lower retention of body fat in carp was observed in the treatment with oats. We can conclude that the highest stocking density evaluated of 143 fish/m³ does not affect the performance of jundiá and carp in polyculture and provides greater productivity per area. The inclusion of 20% of husked oats or defatted rice bran causes changes in the metabolism and carcass composition, but it does not affect the performance of the jundiá and carp thus they can be used as alternative ingredients in the formulation of diets for these species.

Key words: bran; cholesterol; grain; growing phase; stress; triglycerides

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I

FIGURA 1 - Biomassa total (A) e conversão alimentar aparente (B) dos peixes criados em policultivo (75% jundiá e 25% carpa húngara) e submetidos a duas densidades de estocagem, aos 29 dias experimentais27

FIGURA 2 - Valores de cortisol plasmático dos peixes criados em policultivo (75% jundiá e 25% carpa húngara) e submetidos a duas densidades de estocagem, ao final do período experimental32

CAPÍTULO II

FIGURA 1 - Valores de Colesterol total (expressos por 100g de peso vivo) dos peixes alimentados com diferentes fontes energéticas vegetais, aos 60 dias experimentais.....53

FIGURA 2 - Valores de albumina (A) e proteínas totais (B), expressos por 100g de peso vivo dos juvenis de jundiá alimentados com diferentes fontes energéticas vegetais55

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

TABELA 1 - Dieta basal utilizada no experimento.....	22
TABELA 2 - Valores médios dos parâmetros de qualidade da água, dos peixes criados em policultivo (75% jundiá e 25% carpa húngara) e submetidos a duas densidades de estocagem, aos 29 dias experimentais	25
TABELA 3 - Parâmetros zootécnicos dos peixes criados em policultivo (75% jundiá e 25% carpa húngara) e submetidos a duas densidades de estocagem, aos 29 dias experimentais	26

CAPÍTULO II

TABELA 1 - Composição centesimal dos ingredientes utilizados na formulação das dietas (% na matéria natural)	41
TABELA 2 - Composição dos aminoácidos dos ingredientes utilizados na formulação das dietas (% na matéria natural).....	42
TABELA 3 - Formulação das dietas experimentais utilizadas no experimento	43
TABELA 4 - Composição centesimal (%) e de aminoácidos das dietas experimentais.....	44
TABELA 5 - Parâmetros zootécnicos dos juvenis de jundiá alimentados com diferentes fontes energéticas vegetais.....	48
TABELA 6 - Parâmetros zootécnicos dos juvenis de carpa húngara alimentados com diferentes fontes energéticas vegetais.....	50
TABELA 7 - Rendimento de cortes e índices digestivos dos peixes alimentados com diferentes fontes energéticas vegetais, aos 60 dias experimentais.....	52
TABELA 8 - Parâmetros metabólicos (expressos por 100g peso vivo) dos peixes alimentados com diferentes fontes energéticas vegetais, aos 60 dias experimentais.....	54
TABELA 9 - Composição centesimal do peixe inteiro e do filé (%) e deposição de nutrientes nos peixes alimentados com diferentes fontes energéticas vegetais, aos 60 dias experimentais.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS

AD: aveia descascada

BT: biomassa total

CAA: conversão alimentar aparente

CDA: consumo diário aparente

CT: comprimento total

CVP: Coeficiente de variação do peso

CV: coeficiente de variação

FAD: farelo de arroz desengordurado

FADE: farelo de arroz desengordurado estabilizado

FC: fator de condição

GP: ganho em peso

GPD: ganho em peso médio diário

GPR: ganho de peso relativo

GTD: deposição de gordura corporal

IDS: índice digestivo-somático

IHS: índice hepato-somático

NS: não significativo ($P > 0,05$)

P: peso

PBTD: deposição de proteína corporal

QI: quociente intestinal

RC: rendimento de carcaça

RF: rendimento de filé

SPC60= concentrado protéico de soja 60%

TCE: taxa de crescimento específico

TEP: taxa de eficiência protéica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1 Policultivo	12
3.2 Densidade de estocagem e estresse em peixes.....	15
3.3 Fontes energéticas vegetais	16
3.3.1 Aveia descascada	18
3.3.2 Farelo de arroz desengordurado	18
4 CAPÍTULO I - DENSIDADE DE ESTOCAGEM NO POLICULTIVO DE JUNDIÁ E CARPA HÚNGARA SOBRE O DESEMPENHO E RESPOSTA AO ESTRESSE.	20
1 Introdução.....	21
2 Material e métodos	22
3 Resultados e discussão.....	26
4 Conclusões	33
5 Agradecimentos	33
6 Referências bibliográficas.....	34
5 CAPÍTULO II - FONTES ENERGÉTICAS VEGETAIS PARA JUVENIS DE JUNDIÁ E CARPA HÚNGARA.....	39
1 Introdução.....	40
2 Material e métodos	41
3 Resultados e discussão.....	48
4 Conclusões	58
5 Agradecimentos	59
6 Referências bibliográficas.....	59
6 DISCUSSÃO GERAL	64
7 CONCLUSÕES GERAIS	66
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

1 INTRODUÇÃO GERAL

A busca por alimentos mais saudáveis e o crescimento populacional mundial tem impulsionado a crescente demanda por peixes para o consumo. Neste contexto, o Brasil possui condições apropriadas para aumentar a produção, pois conta com clima favorável, extensão de terras, disponibilidade de água e diversidade de espécies. E por ser um País agrícola, detém ampla disponibilidade de produtos e subprodutos que podem ser utilizados em rações para peixes. Dentre as opções de ingredientes para formulação de dietas, destacam-se às fontes energéticas de origem vegetal, que contém alto teor de carboidrato (KROGADHL et al., 2005), e geralmente são de fácil obtenção e menor custo se comparadas às fontes protéicas (LITI et al., 2006).

Além da maximização da produção, a qualidade do produto final, é uma exigência tanto dos frigoríficos quanto dos consumidores. E a espécie trabalhada, a fase de desenvolvimento do peixe, o sistema de cultivo e a qualidade da dieta ofertada influenciam na composição química da carne (BURKERT et al., 2008; KESHAVANATH et al., 2002). Da mesma forma, os manejos adotados na criação e a densidade de estocagem afetam diretamente o comportamento e o bem estar dos animais (BARCELLOS et al., 2004; TOKO et al., 2007).

Nas criações intensivas com elevadas densidades é necessário ofertar grande quantidade de ração, o que pode deteriorar a qualidade da água do cultivo (PAPOUTSOGLU et al., 1998; SAOUD et al., 2008), e gerar uma situação de estresse. Esta condição poderá afetar o desempenho, devido às alterações no metabolismo e sistema endócrino, tornando os peixes mais suscetíveis a enfermidades (SILVEIRA et al., 2009). Além disso, nos excessivos adensamentos é comum ocorrer comportamento agressivo e competições por território e alimento (OLIVEIRA; GALHARDO, 2007).

Diante do propósito do setor aquícola, de aumento de produtividade com custos reduzidos, é necessário que pesquisas sejam desenvolvidas avaliando ingredientes regionais na composição de rações para peixes. Do mesmo modo, é importante conhecer melhores formas de criação das espécies cultivadas, visando maior rentabilidade e condições adequadas para o desenvolvimento dos animais no sistema adotado.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o desenvolvimento de jundiá e carpa húngara criados em sistema fechado.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ comparar duas densidades de estocagem no cultivo de juvenis de jundiá e carpa húngara criados em policultivo;
- ✓ avaliar o desempenho zootécnico, rendimento de cortes, índices digestivos, composição corporal e parâmetros metabólicos de juvenis de jundiá e carpa húngara alimentadas, criadas em monocultivo, com diferentes fontes energéticas vegetais na dieta.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Policultivo

No policultivo de peixes duas ou mais espécies com diferentes hábitos e/ou preferências alimentares podem ser criadas na mesma área, otimizando assim o espaço e conseqüentemente aumentando a eficiência do sistema de produção. A adoção deste cultivo visa aumento de produtividade através da eficiente utilização dos alimentos disponíveis no ambiente de criação, reduzindo desse modo, os impactos ambientais causados pelo excesso de nutrientes (KESTEMONT, 1995; LUTZ, 2003).

Algumas espécies podem apresentar maior crescimento e produção em policultivo quando comparado a resultados obtidos em monocultivo (LUTZ, 2003). Isto foi constatado por Teichert-Coddington (1996) que avaliou a criação de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanque de terra nas proporções: 100% tilápia, 100% tambaqui, 75% tilápia 25% tambaqui e 25% tilápia 75% tambaqui. O autor observou maior produção na proporção de 75% tilápia e 25% de tambaqui e menor no monocultivo de tambaqui (100%), e também detectou superior média de peso para o tambaqui com o aumento do número de tilápias.

A maior parte das criações em policultivo é realizada em tanques de terra (JENA et al., 2002; SILVA et al., 2006), mas a necessidade de maior produção exige o uso de sistemas intensivos, e poucas são as informações existentes. Em sistema de recirculação de água Papoutsoglou et al. (2002) observaram no mono e policultivo de carpa comum (*Cyprinus carpio*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*), melhor desempenho para ambas as espécies usando a proporção de 40% carpa e 60% de tilápia, sendo que a carpa obteve inferior crescimento em monocultivo. Os autores também constataram que a tilápia foi menos agressiva neste tratamento. Em tanques-rede de 1m³, D'Silva e Maughan (1992) avaliaram o policultivo de tilápia (*Tilapia aurea*) e bagre do canal (*Channel catfish*), estocados nas densidades 0, 25, 50 e 75 tilápias/m³ e 400 bagres/m³, os autores verificaram efeito linear do número de tilápias para o crescimento e comprimento do bagre do canal.

O tradicional policultivo de carpas adotado no Sul do Brasil, que é realizado em tanques de terra, enfrenta certa restrição por parte do consumidor em relação às carpas (cabeça grande, prateada, capim e húngara) que são utilizadas. Isto faz com que seus preços no momento da comercialização sejam menores (SILVA et al., 2006). Diante disso, estes autores avaliaram a introdução do jundiá (*Rhamdia quelen*) e da tilápia (*Oreochromis niloticus*) no policultivo de carpas, já que estas espécies são bem aceitas pelos consumidores e possuem melhor preço no mercado. Os autores constataram efeito positivo nos parâmetros de crescimento com a redução da carpa comum e a introdução do jundiá e da tilápia, e indicam a proporção de 20% jundiá, 20% tilápia, 15% carpa comum, 30% carpa capim, 5% carpa prateada e 10% carpa cabeça grande como a mais vantajosa.

Em sistema de recirculação de água, Corrêia et al. (2009) avaliaram o mono e policultivo de jundiá (*Rhamdia quelen*) e carpa húngara (*Cyprinus carpio*), nas

proporções: 100% jundiá, 100% carpa, 75% jundiá 25% carpa e 25% jundiá e 75% carpa. Os autores observaram melhor desempenho para ambas as espécies utilizando a proporção de 75% jundiá e 25% de carpa húngara, sendo que a carpa obteve inferior crescimento em monocultivo.

O jundiá (*Rhamdia quelen*) é um peixe que vem merecendo destaque na região Sul do Brasil, pelo bom crescimento em temperaturas baixas, pela rápida adaptação a criação intensiva e por possuir hábito alimentar onívoro (FRACALOSSI et al., 2002; GOMES et al., 2000). Esta espécie vem conquistando a apreciação dos consumidores pela qualidade da carne e por não conter espinhos intramusculares, assim como, o seu espaço no mercado através do maior valor comercial se comparado a outras espécies (FRACALOSSI et al., 2007; SILVA et al., 2008).

A carpa húngara (*Cyprinus carpio*) é uma variedade melhorada da carpa comum, originária da Europa oriental e Ásia. Esta espécie é bastante utilizada no policultivo de carpas no Sul do Brasil, apresentando rápida adaptação às condições de cativeiro, acelerado crescimento, tolera baixos níveis de oxigênio dissolvido e grandes variações de temperatura (0-40°C) (POLI; ARANA, 2004; TAMASSIA et al., 2004). Esta espécie possui hábito onívoro, alimenta-se de microorganismos bentônicos e planctônicos como, insetos, anelídeos, plantas aquáticas e sementes, também possuem ótima aceitação por dietas compostas com ingredientes de origem animal e vegetal. Quando este peixe é cultivado em tanques de terra, revolve o fundo do tanque à procura de alimento, e se antes a comercialização não for realizada a correta depuração, a sua carne poderá apresentar sabor indesejável (COTRIM et al., 2001).

A eficiência do policultivo dependerá do tamanho dos peixes, da densidade de estocagem, da compatibilidade e proporção entre espécies, devendo-se evitar a sobreposição de níveis tróficos, para que não ocorra disputas por alimento (KESTEMONT, 1995; LUTZ 2003). Jena et al. (2002) avaliaram a combinação de três (“catla”, “rohu”, “mrigal”) ou seis espécies de carpas (“catla”, “rohu”, “mrigal”, carpa prateada, carpa capim e carpa comum) em diferentes densidades de estocagem (5.000 e 10.000 juvenis/ha). Os autores verificaram maior crescimento no tratamento composto pelas seis carpas na densidade de 5000 juvenis/ha. A melhor conversão alimentar (1,47-1,49) observada foi na combinação de três ou seis carpas, na densidade de 5.000 juvenis/ha.

3.2 Densidade de estocagem e estresse em peixes

A densidade de estocagem utilizada é decisiva no sistema intensivo de criação, pois densidades inadequadas podem gerar uma constante situação de estresse (crônico), afetando o comportamento e a fisiologia dos peixes (ELLIS et al., 2002). O estresse em peixes é definido como um conjunto de reações fisiológicas do animal aos estressores para restaurar o estado de homeostase (BARTON, 2002; BARCELLOS et al., 2000).

As alterações fisiológicas decorrentes do estresse podem ser divididas em três fases: primária, secundária e terciária. A primeira resposta compreende alterações hormonais, como aumento nos níveis de cortisol circulante e catecolaminas. A segunda resposta se caracteriza por alterações metabólicas decorrentes dos distúrbios hormonais, como aumento da glicemia e diminuição do glicogênio hepático. Na terceira resposta, ocorrerá a mobilização das reservas de energia, que seriam utilizadas para atividades de alta demanda energética, como crescimento e reprodução (LIMA et al., 2006; BARCELLOS et al., 2000). Nesta última fase, o peixe terá seu desempenho produtivo e reprodutivo prejudicado, além de diminuição da resistência imunológica, ocorrendo assim, redução na lucratividade da criação (BARTON et al., 2002; ELLIS et al., 2002; SILVEIRA et al., 2009).

Sammounth et al. (2009) trabalharam com “sea bass” (*Dicentrarchus labrax*) em sistema de recirculação, com média de peso de 135g, na estocagem de 10, 40, 70 e 100 Kg/m³. E observaram que na maior densidade houve redução na taxa de crescimento específico e no consumo, provavelmente devido ao estresse que os animais estavam submetidos. No entanto, não foi detectado alteração nos níveis de cortisol plasmático entre as densidades. Já juvenis de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), com média inicial de 180 g, estocados nas densidades de 9,8; 36,6 e 70,2 Kg/m³, não apresentaram diferença significativa para crescimento entre as densidades. Entretanto os peixes estocados na menor densidade apresentaram menor média para o fator de condição, maior variação no tamanho e maiores níveis de cortisol plasmático. Os autores salientam que possa ter ocorrido estabelecimento de territórios e dominância social, que acarretaram alterações no comportamento (NORTH et al., 2006).

Interações sociais entre os peixes podem ocorrer tanto em baixas quanto em altas densidades, onde peixes dominantes podem monopolizar o alimento, ocasionando dessa forma, crescimento heterogêneo entre os exemplares. Mas esta

variação no caso de elevadas densidade pode ser considerada uma estratégia adaptativa para otimizar a sobrevivência da população no reduzido espaço (VOLPATO; FERNANDES, 1994).

Geralmente maiores adensamentos proporcionam maior produção, porém, o crescimento individual poderá ser menor, assim como, poderão apresentar maior conversão alimentar, pois nesta condição os peixes estão submetidos a reduzido espaço e fica dificultado o acesso ao alimento. Entretanto, o aumento de produtividade obtido com elevadas densidades pode compensar o maior crescimento e melhor conversão alimentar que os peixes poderiam expressar em menores densidades (ROWLAND et al., 2006; SAOUD et al., 2008)

3.3 Fontes energéticas vegetais

Os carboidratos são importantes fontes de energia não protéica para os peixes. São divididos em três grupos: monossacarídeos que correspondem a carboidratos mais simples (glicose e frutose); oligossacarídeos que incluem os carboidratos de cadeia curta, constituídos de monossacarídeos (sacarose e celobiose) e os polissacarídeos que também são compostos por monossacarídeos, porém com estrutura mais complexa (amido e polissacarídeos não amiláceos). Os polissacarídeos não amiláceos (PNA) podem ser classificados em fibra solúvel (β -glucanas e substâncias pécticas) e fibra insolúvel (celulose, hemicelulose e lignina) (STEFFENS, 1987; WEBSTER; LIM, 2002).

Os grãos de cereais são compostos principalmente por carboidratos (50-80% da matéria seca), sendo o amido o principal carboidrato armazenado. O amido possui cerca de 70-80% de amilopectina (cadeias curtas e ramificadas de glicose com ligações α -1,4 e α -1,6) e 20-30% de amilose (moléculas de glicose unidas linearmente por ligações α -1,4). A proporção entre estas estruturas pode afetar a eficiência alimentar e o crescimento dos peixes (RAWLES; LOCHMANN, 2003). O tamanho do grânulo de amido também pode influenciar a sua digestão pelos animais. Grânulos maiores podem dificultar a digestibilidade, pois partículas grandes reduzem a área de contato entre a enzima e o substrato (SVIHUS et. al, 2005).

Os carboidratos quando adicionados em quantidades adequadas, maximizam a utilização da proteína para o crescimento (ALI et al., 2004; HONORATO et al., 2009). Sendo que o seu aproveitamento dependerá da temperatura da água

(BRAUGE et al., 1995), da espécie utilizada e do seu hábito alimentar, do tipo, processamento e nível de carboidrato na dieta (HEMRE et al., 2002 HERNÁNDEZ et al. 1994). Takeuchi et al. (1994) avaliaram dietas com níveis crescentes (0, 12,5, 25, 37,5 e 50%) de farelo de milho cru ou gelatinizado para carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) e tilápia híbrida (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). Os autores constataram que a tilápia apresentou valores superiores de ganho em peso relativo e eficiência alimentar com a inclusão de farelo de milho gelatinizado na dieta, portanto, esta espécie foi mais eficiente que a carpa capim no aproveitamento do carboidrato.

Na criação intensiva de peixes é indispensável a utilização de uma ração balanceada, sendo necessária na maioria das vezes a mistura de diversos ingredientes para atender as exigências nutricionais. A inclusão de mais de uma fonte de amido na composição da dieta pode proporcionar melhor digestão e absorção dos carboidratos do que a utilização de uma única fonte (KROGADHL et al., 2005).

O farelo de trigo e o milho são ingredientes muito utilizados na formulação de rações para peixes. O farelo de trigo apresenta maior teor de proteína e melhor composição em aminoácidos que o milho, entretanto, seu teor de energia é inferior (ROSTAGNO et al., 2005). Este farelo possui em torno de 5 a 8% de pentosanas (PNA), que são compostos antinutricionais que podem prejudicar a viscosidade da digesta e a absorção de nutrientes. Além disso, contém inibidores de tripsina e quimotripsina. Estes fatores limitam a sua inclusão em dietas, uma vez que o desempenho dos animais pode ser reduzido devido ao menor aproveitamento dos nutrientes da dieta (BUTOLO, 2002).

O milho destaca-se pela palatabilidade, alto teor energético e elevado conteúdo de amido digestível (BUTOLO, 2002). No entanto, em estudo realizado com jundiá (*Rhamdia quelen*), os menores coeficientes de digestibilidade aparente para proteína, energia e matéria seca, foram obtidos para o milho (OLIVEIRA FILHO; FRACALOSSI, 2006). Keshavanath et al. (2002) avaliaram a substituição da farinha de peixe pelo milho para a carpa comum, e observaram maior deposição de lipídio na carcaça dos peixes alimentados com maiores concentrações de milho na dieta. Resultado semelhante foi constatado por Urbánek et al. (2009) com esta mesma espécie suplementada com cereais (milho, triticales e centeio) em tanques de terra. Os autores verificaram que as carpas alimentadas com milho apresentaram

maior ganho em peso, menor conversão alimentar, porém foi detectado maior teor de gordura na carne.

3.3.1 Aveia descascada

Devido à capacidade de adaptação e qualidade nutricional, a aveia (*Avena sativa* L.) é cultivada em todo o mundo, sendo considerado um importante cereal na alimentação humana e animal. No entanto, sua utilização fica limitada por causa da presença da casca que protege o grão, aproximadamente 25% do seu peso. O grão de aveia com casca apresenta maior volume e teor de fibra, elevando-se os custos com transporte e armazenamento, reduzindo assim, o seu valor nutricional e econômico. Embora a remoção da casca dificulte o processamento na indústria, torna-se uma opção interessante para aumentar a qualidade nutricional do grão (BRENNER, 2007; GIVENS et al., 2004).

Não é usual a utilização da aveia como ingrediente em dietas para peixes. Mas, é uma alternativa na confecção de rações devido a sua qualidade protéica, alto teor de lipídio (3-10%) e propriedades antioxidantes (HEMRE; HANSEN, 1998). A aveia descascada contém em torno de 5% de β -glucanas (PNA) que podem em algumas espécies prejudicar o crescimento e a eficiência alimentar. Isto ocorre porque estes PNA se ligam a grandes quantidades de água, formando uma goma e aumentando a viscosidade, o que dificulta a interação com a mucosa intestinal e a atuação das enzimas digestivas no substrato, reduzindo assim a digestão e absorção dos nutrientes. Para peixes ainda não há resultados claros do efeito das β -glucanas no metabolismo (GATLIN III et al., 2007; FRANCIS et al., 2001; KROGDAHL et al., 2005).

3.3.2 Farelo de arroz desengordurado

O farelo de arroz é um subproduto gerado em grande quantidade após o polimento do arroz descascado, representando de 8 a 14% do peso do grão (JULIANO e BECHTEL, 1985 apud WALTER et al., 2008). Com a extração do óleo deste farelo obtém-se o farelo de arroz desengordurado (FAD), que possui maior teor de proteína e aminoácidos que o farelo de arroz integral (ROSTAGNO et al., 2005). Os maiores teores de proteínas, fibras, vitaminas, minerais do grão de

arroz são encontrados nas camadas que originam o farelo (pericarpo, tegumento, camada de aleuroma e gérmen) (PESTANA et al., 2008).

A utilização deste subproduto, além de reduzir os custos nas dietas dos animais, reduz os riscos de rancificação, perdas de vitaminas e antioxidantes, permitindo assim maior período de armazenamento (PESTANA et al., 2008). Em relação a outros farelos de cereais, o farelo de arroz possui maior conteúdo de aminoácidos, principalmente lisina, que é considerada geralmente limitante (ROSTAGNO et al., 2005). Quanto à qualidade protéica o farelo de arroz supera o farelo de trigo e o milho, só não é superior à aveia (PESTANA et al., 2008)

O cuidado com a inclusão do FAD em rações para peixes é devido ao alto conteúdo de fibra bruta, além de outros fatores antinutricionais, como inibidores de tripsina, polissacarídeos não amiláceos e fitato. Cerca de 70% do fósforo presente nos grãos e seus subprodutos estão na forma de ácido fítico (fitato), sendo que este percentual pode chegar a 88% nas camadas mais externas do grão (WALTER et al., 2008; GATLIN III et al., 2007). O ácido fítico presente neste farelo pode estar ligado ao cálcio, ferro e zinco, prejudicando a absorção destes minerais (FRANCIS et al., 2001). Entretanto, a ação quelante com o ferro é positiva, pois este mineral possui reações oxidantes. Neste caso o ácido fítico teria uma função antioxidante (GRAF e EATON, 1990 apud WALTER et al., 2008). O FAD também possui inositol, que é classificado como vitamina, e utilizado em rações para peixes por estar relacionado com o crescimento (PESTANA et al., 2008).

4 CAPÍTULO I

DENSIDADE DE ESTOCAGEM NO POLICULTIVO DE JUNDIÁ E CARPA HÚNGARA SOBRE O DESEMPENHO E RESPOSTA AO ESTRESSE¹

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho e o nível de cortisol circulante do jundiá e da carpa húngara criados em policultivo, em duas densidades de estocagem na fase de recria, em sistema fechado. Foi conduzido para isto experimento durante 29 dias, em sistema de recirculação de água termorregulado, com filtragem biológica (biofiltros). Foram utilizados oito tanques (280L) onde os peixes foram alojados em policultivo (75% jundiá 25% carpa húngara), e submetidos a duas densidades de estocagem (16 ou 40 juvenis/tanque), em quatro repetições, correspondendo a 57 e 143 peixes/m³, respectivamente. Os juvenis de jundiás possuíam 24,39±0,54g de peso médio inicial e as carpas 27,73±0,22g. A dieta foi fornecida duas vezes por dia (9 e 16 horas) aos peixes e a análise da água realizada semanalmente. A cada 10 dias foi efetuada a pesagem do lote (biomassa de cada tanque) para ajuste na quantidade de ração ofertada. No final do período experimental, foram coletadas amostras de sangue (através de punção na veia caudal) para determinação do nível de cortisol plasmático. Também foram avaliados os parâmetros zootécnicos: peso final, coeficiente de variação do peso, comprimento total, biomassa total, fator de condição, taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente, ganho em peso médio diário e ganho de peso relativo. Não foram observadas diferenças significativas nos parâmetros zootécnicos em ambas as espécies, exceto para biomassa total que foi superior na densidade de 143 peixes/m³. Com relação ao cortisol plasmático, os juvenis de carpa húngara apresentaram valor superior de cortisol na menor densidade de estocagem de 57 peixes/m³. Não foi observada diferença significativa neste parâmetro para os juvenis de jundiá. Com os resultados obtidos, conclui-se que as densidades avaliadas não afetam o desempenho dos peixes, porém a estocagem de 143 peixes/m³ resulta em maior produção por área e menores níveis de cortisol plasmático nos juvenis de carpa húngara.

Palavras chave: cortisol; *Cyprinus carpio*; policultivo; *Rhamdia quelen*

¹ Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Bem Estar Animal – UFSM- PRPGP. Número do processo: 23081.006971/2009-52

1 Introdução

O policultivo é a principal forma de criação adotada no Sul do Brasil, pois possibilita o cultivo de mais de uma espécie de peixe no mesmo espaço, maximizando assim a utilização da área. Neste cultivo, é possível obter-se aumento na produção devido a interações positivas entre as espécies, que proporcionam para alguns peixes melhor desempenho na presença de outro (LUTZ, 2003; PAPOUTSOGLOU et al., 1992). Isto foi observado no mono e policultivo de carpa comum (*Cyprinus carpio*) e jundiá (*Rhamdia quelen*), em sistema de recirculação de água, em que o melhor desempenho para ambas as espécies foi na proporção de 75% jundiá e 25% de carpa húngara (CORRÊIA et al., 2009).

Geralmente neste tipo de cultivo os animais são criados em tanques de terra, entretanto, o aumento da demanda por pescado e a exigência por parte do mercado de disponibilidade constante de peixes, torna indispensável a utilização de sistemas intensivos de criação, para se obter maior eficiência na produção. Sistemas de recirculação de água podem proporcionar não só aumento na produção em espaço reduzido, como também permite que sua localização fique próxima ao consumidor. Este sistema também possibilita um manejo de captura facilitado dos peixes, maior controle dos parâmetros de qualidade da água, baixa renovação de água e o seu reuso, reduzindo assim os impactos ambientais. No entanto, é um sistema que requer alto investimento inicial e custos fixos com energia elétrica (KUBITZA, 2006; SAMMOUNTH et al., 2009).

Para obtenção de bons resultados com o policultivo, é preciso além do cuidado na associação e proporção entre as espécies, a utilização de adequadas densidades de estocagem (JENA et al., 2002). A densidade é um fator determinante na piscicultura, pois irá influenciar na nutrição, produção e qualidade da água, além de afetar o crescimento, comportamento e conseqüentemente a saúde dos animais. Adensamentos inadequados podem acarretar em interações negativas entre peixes, resultando em comportamento agressivo, redução na eficiência alimentar e crescimento lento (TOKO et al., 2007). A adequada densidade a ser utilizada em sistemas fechados dependerá da espécie, do tamanho do peixe e do produto final almejado.

O bem estar dos peixes nos traduz o estado deste animal em relação ao meio de criação. Sendo que a densidade de estocagem tem sido o foco de algumas pesquisas (DI MARCO et al., 2008, TSUZUKI et al., 2008; VAN de NIEUWEGIESSEN et al., 2008), pois a utilização de elevadas densidades pode reduzir o bem estar dos peixes, seja pela redução na qualidade da água ou pela competição entre os animais por espaço e alimento (BARCELLOS et al., 2004; NORTH et al., 2006). Condições estressantes na criação podem ser detectadas através do nível de cortisol plasmático dos peixes, que é um hormônio indicador de estresse (BARCELLOS et al., 2000).

Ainda existe carência de informações sobre fatores como a densidade de estocagem e criação em policultivo, que podem afetar a eficiência do sistema de criação e o crescimento dos peixes. Por conseguinte, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho e o nível de cortisol circulante de juvenis de jundiá e carpa húngara criados em policultivo, em duas densidades de estocagem na fase de recria, em sistema de recirculação de água.

2 Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Piscicultura, (Departamento de Zootecnia) da Universidade Federal de Santa Maria (altitude 95m, 29°43'S, 53°42'W), sendo executado entre os dias 10/10/2008 e 07/11/2008. Para a criação dos peixes utilizou-se sistema fechado de recirculação de água termorregulado com dois filtros biológicos com pedra britada, e oito tanques com volume útil de 280L, sendo que cada tanque possuía entrada e saída de água e sistema de aeração.

Este sistema de recirculação foi preparado e colocado em funcionamento duas semanas antes de alojar os animais para o período de adaptação (30 dias) possibilitando, tempo para o desenvolvimento das bactérias nitrificantes e estabilidade dos parâmetros da água. Neste período foram realizadas análises diárias dos parâmetros físicos e químicos da água: oxigênio dissolvido (ppm), temperatura (°C), amônia (ppm), nitrito (ppm), pH e alcalinidade (mg CaCO₃/L). Durante o experimento estas análises foram feitas uma vez por semana, exceto oxigênio e temperatura que foram verificados diariamente.

Foi utilizado oxímetro digital (modelo 550A-YSI-YellowSprings-EUA) para verificação do oxigênio e temperatura. As demais análises foram aferidas através de kit colorimétrico Alfakit[®], conforme manual de análises da APHA (2005). Utilizou-se o método volumétrico de neutralização para determinação da alcalinidade, método colorimétrico Indotest para análise de amônia, indicador conforme AWWA (1970) para determinação do pH, e o método da alfa-naftilamina segundo Fries (1971) para análise de nitrito.

Para este experimento foi selecionado um lote inicial homogêneo ($P > 0,05$) de 224 juvenis de ambos os sexos (56 carpas húngaras e 168 jundiás), quando os juvenis de carpa húngara possuíam $27,73 \pm 0,22$ g de peso médio inicial e os jundiás $24,39 \pm 0,54$ g. Estes animais foram criados em policultivo, na proporção de 75% jundiá e 25% carpa húngara conforme Corrêia et al. (2009), alojados em duas densidades de estocagem e quatro repetições por densidade: 16 peixes/tanque (57 peixes/m³) ou 40 peixes/tanque (143 peixes/m³), correspondendo à densidade inicial e final de (1,5 e 2,10 Kg/m³) e (3,75 e 5,41 Kg/m³), respectivamente.

No Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes (UFSM), realizou-se a análise bromatológica dos ingredientes (Tabela 1). O teor de matéria seca foi determinado em estufa a 105°C (24h), o conteúdo de cinzas em mufla (550°C), a proteína bruta por determinação do nitrogênio total pelo método de microKjeldahl usando-se $PB = N \times 6,25$ e a gordura determinada em aparelho Soxhlet. Estas metodologias estão descritas na AOAC (1995). A determinação de fibra em detergente neutro (FDN) foi pelo método de Senger et al. (2008). O perfil de aminoácidos foi determinado no Laboratório de Análises Micotoxicológicas (UFSM) através de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) ou por espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo (NIRS).

Tabela 1 - Dieta basal utilizada no experimento

Formulação da Dieta¹ (%)	
Ingredientes	%
Farelo de soja	33
Farinha de carne suína	29,5
Farelo de trigo	15,5
Milho	14,5
L-Lisina (99%)	0,18

Tabela 1 - Dieta basal utilizada no experimento¹ (continuação)

Formulação da Dieta¹ (%)	
Ingredientes	%
DL-Metionina (99%)	0,52
Mistura vitamínica e mineral ²	2
Calcário calcítico	0,5
Cloreto de sódio	1
Óleo de soja	4
Composição da dieta (%)	
Matéria seca ⁴	93,89
Proteína bruta ⁴	33,92
Lisina ³	1,66
Metionina ³	0,47
Treonina ³	1,35
Triptofano ³	0,66
Valina ³	1,45
Isoleucina ³	1,30
Leucina ³	2,19
Fenilalanina ³	1,38
Histidina ³	0,77
Arginina ³	2,41
Matéria Mineral ⁴	12,29
Cálcio ⁴	2,37
Fósforo ⁴	1,48
Fibra em detergente neutro ⁵	11,74
Carboidratos solúveis em detergente neutro	24,26
Extrato Etéreo ⁴	11,68
Energia digestível (Kcal/Kg) ⁶	3.216,70

¹ Dieta ajustada a partir de Lazzari et al. (2006). ² Composição da mistura vitamínica e mineral (Mig Fish 1% de inclusão/Mig Plus[®]): Ác. Fólico: 300mg, Ác. Pantotênico: 3000mg, Ác. Glutâmico: 1mg, Cobalto: 60mg, Cobre: 1000mg, Colina: 102120 mg, Ferro: 5000mg, Biotina: 60 mcg, Iodo: 45mg, Manganês: 8000mg, Magnésio: 5%, Selênio: 60mg, Vit. A: 1000UI, Vit. B1: 1500mg, Vit. B2: 1500mg, Vit. B6: 1500mg, Vit. B12: 2000mcg, Vit. C: 15000 mg, Vit. D: 240 UI, Vit. E: 10000 mg, Vit. K: 400 mg, Zinco: 14000mg, Inositol 10000 mg, Niacina 9000 mg, antioxidante: 792 mg. ³ Calculado a partir da análises dos ingredientes; ⁴ Analisada- Nutron Alimentos LTDA. ⁵ Analisados – Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes – DZ/UFSM. ⁶ Calculada : Energia digestível= [(PB*5640 Kcal/Kg*0,85)+(EE*9440 Kcal/Kg *0,9)+(CSDN*4110 Kcal/Kg *0,60)] (ajustada de acordo com Meyer et al., 2004).

Todos os peixes foram alimentados com a mesma dieta (Tabela 1), que foi preparada no Laboratório de Piscicultura. Os ingredientes foram homogeneizados em misturador elétrico. Depois de pronta a mistura foi peletizada em moedor de carnes, seca por 24 horas em estufa de ar forçado (50°C) e armazenada em freezer (-18°C).

Diariamente, antes da oferta do alimento aos peixes, efetuou-se a limpeza dos tanques, e com isso tinha-se renovação diária de 5-10% do volume de água do sistema. A dieta foi ofertada aos animais duas vezes ao dia (9 e 16h), sendo que nos primeiros 10 dias experimentais os animais foram alimentados na proporção de 3% da biomassa/dia, e nos demais dias foi ofertado 5%. Para o ajuste no fornecimento de ração, realizou-se a pesagem dos animais a cada 10 dias de experimento, ou seja, todos os peixes de cada tanque foram capturados e pesados ao mesmo tempo.

Para avaliação do desempenho zootécnico, realizaram-se biometrias inicial e final do experimento, nas quais os peixes foram pesados e medidos individualmente. Para tal, os animais permaneceram em jejum durante 24 horas e foram anestesiados em trifenoxtanol (0,03%) no momento da biometria. Com os dados coletados calculou-se os seguintes parâmetros:

- ✓ biomassa total (g);
- ✓ fator de condição: $FC = \text{peso} / (\text{comprimento total})^3 \times 100$;
- ✓ taxa de crescimento específico: $TCE (\%/dia) = [(\ln (\text{peso final}) - \ln (\text{peso inicial})) / \text{dias}] \times 100$, sendo: $\ln =$ logaritmo neperiano;
- ✓ Conversão alimentar aparente: $CAA = \text{alimento consumido} / \text{ganho em peso}$;
- ✓ ganho em peso médio diário: $GPD(g/dia) = (\text{peso final} - \text{peso inicial}) / \text{dias}$;
- ✓ ganho de peso relativo: $GPR(\%) = [(\text{peso final} - \text{peso inicial}) / \text{peso inicial}] \times 100$;
- ✓ Coeficiente de variação do peso: $CVP = (\text{desvio padrão} / \text{média de peso}) \times 100$.

No final do período experimental, foram coletadas amostras de sangue, utilizando seringa com anticoagulante (heparina) e recipiente apropriado para acondicionamento das amostras. Estas amostras foram encaminhadas ao

Laboratório de Análises Clínicas LABIMED (Santa Maria, RS), para realização da análise de cortisol (ng/mL), por meio de ensaio imunométrico por quimioluminescência em fase sólida de alta sensibilidade, no equipamento Immulite 2000 (DPC).

Primeiramente todos os dados foram submetidos a teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e detecção de observações anormais (“outliers”), onde foram excluídas as maiores ou menores que a média (2*desvio padrão). Após foi efetuada análise de variância, sendo as médias significativas comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). O SAS[®] (2001) foi utilizado para realização destas análises estatísticas.

3 Resultados e discussão

Os parâmetros de qualidade da água (Tabela 2) mantiveram-se nos níveis considerados apropriados para o cultivo das espécies estudadas, no decorrer do período experimental (ARANA, 2004; BALDISSEROTTO; SILVA, 2004).

Tabela 2 - Valores médios dos parâmetros de qualidade da água, dos peixes criados em policultivo (75% jundiá e 25% carpa húngara) e submetidos a duas densidades de estocagem, aos 29 dias experimentais

Parâmetros de qualidade da água	Média \pm desvio padrão
Oxigênio dissolvido	7,04 \pm 0,12ppm
Temperatura	22,62 \pm 0,37°C
Amônia total	0,21 \pm 0,06ppm
Nitrito	0,005 \pm 0,001ppm
pH	7,32 \pm 0,08
Alcalinidade	36,5 \pm 3,14mg CaCO ₃ L ⁻¹

Não foram observadas diferenças significativas entre as densidades para os parâmetros zootécnicos (Tabela 3) e para conversão alimentar aparente (Figura 1B) em ambas as espécies. Portanto, a maior densidade testada nesse estudo pode ser utilizada no policultivo de jundiá e carpa húngara, pois além de não comprometer o crescimento dos animais, proporciona maior produção (Figura 1A), maximizando assim o uso da água.

Tabela 3 - Parâmetros zootécnicos* dos peixes criados em policultivo (75% jundiá e 25% carpa húngara) e submetidos a duas densidades de estocagem, aos 29 dias experimentais

	Densidades de Estocagem			
	Número de peixes/m ³			
	57	CV	143	CV
Jundiá				
Peso inicial (g)	24,48	7,04	24,30	6,68
Peso final (g)	34,77	11,53	35,00	2,04
Coeficiente de variação do peso (%)	18,22	26,34	15,96	17,73
Comprimento total (cm)	15,46	3,47	15,54	1,03
Fator de condição	0,93	1,00	0,93	1,82
Taxa de crescimento específico (%/dia)	1,18	32,78	1,23	5,66
Ganho em peso diário (g/dia)	0,35	39,07	0,36	6,78
Ganho em peso relativo (%)	41,89	39,07	43,00	6,78
Carpa Húngara				
Peso inicial (g)	27,51	2,86	27,96	1,69
Peso final (g)	55,78	11,95	54,62	4,77
Coeficiente de variação do peso (%)	20,89	51,50	12,18	19,59
Comprimento total (cm)	12,79	4,89	12,84	2,15
Fator de condição	2,66	6,55	2,57	3,06
Taxa de crescimento específico (%/dia)	2,54	15,73	2,48	6,65
Ganho em peso diário (g/dia)	1,00	22,78	0,96	9,28
Ganho em peso relativo (%)	110,33	22,78	105,99	9,28

57 peixes/m³ = 16 peixes/tanque (2,10 Kg/m³); 143 peixes/m³ = 40 peixes/tanque (5,41 Kg/m³). CV: coeficiente de variação; *P>0,05.

Observações semelhantes ao presente trabalho foram descritas por Rowland et al. (2004) com larvas de perca prateada (*Bidyanus bidyanus*) estocadas em tanques-rede ou sistema de recirculação, nas densidades de 50, 100 ou 200 larvas/m³ com peso inicial de 2,3g. Os autores não verificaram efeito da densidade sobre o peso, crescimento e fator de condição. Entretanto, o crescimento e o fator de condição dos animais foram significativamente maiores nos tanques-rede do que no sistema fechado, o que pode ser atribuído ao comportamento dos peixes e a

nutrição. Segundo os autores, no sistema de recirculação os peixes ficam mais expostos a ruídos e luz artificial, além disso, a ração é a única fonte de alimento. Já nos tanques-rede as perturbações são menores, e os peixes possuem outros alimentos naturais, além da ração ofertada, como o zooplâncton e insetos que podem sanar alguma carência nutricional da dieta.

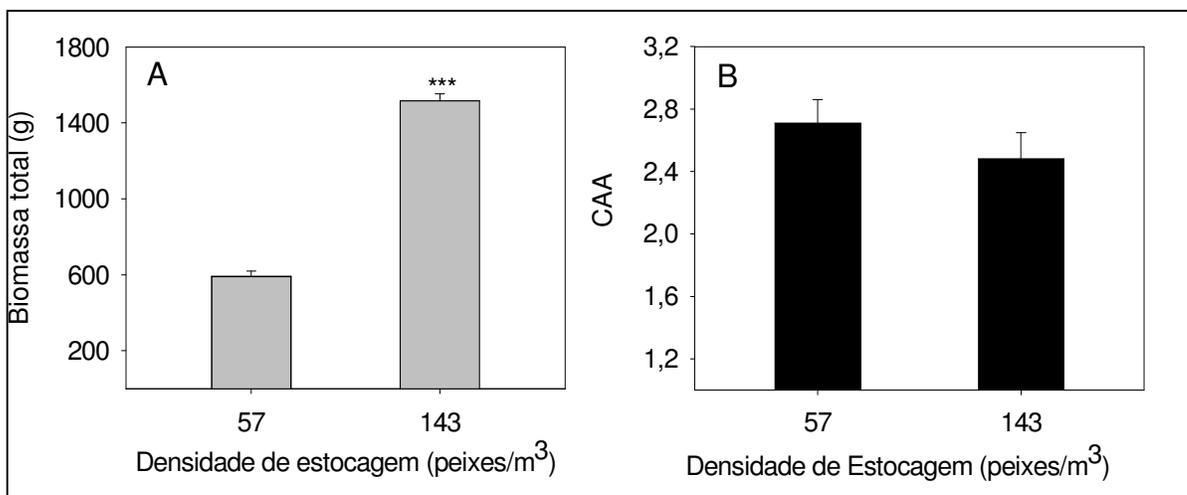


Figura 1 - Biomassa total (A) e conversão alimentar aparente (B) dos peixes criados em policultivo (75% jundiá e 25% carpa húngara) e submetidos a duas densidades de estocagem, aos 29 dias experimentais.

57 peixes/m³ = 16 peixes/tanque (2,10 Kg/m³); 143 peixes/m³ = 40 peixes/tanque (5,41 Kg/m³). Asterisco na barra indica diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05), ***P<0,0001.

Resultados similares também foram observados por Saoud et al. (2008) com juvenis de “rabbitfish” (*Siganus rivulatus*) com peso médio inicial de 6,5g, em sistema de recirculação nas densidades de 192, 384, 576 e 768 peixes/m³. Estes autores não detectaram efeito da densidade sobre o peso, fator de condição (FC), taxa de crescimento específico (TCE) e coeficiente de variação para peso (CVP). Da mesma forma, Rowland et al. (2006) trabalharam com perca prateada (*Bidyanus bidyanus*) em tanques-rede, com pesos entre 109-115g nas densidades de 12, 25, 50, 100 e 200 peixes/m³, e não observaram diferença significativa no peso e na TCE entre as densidades de estocagem. No entanto, os peixes das densidades de 25 e 50 peixes/m³ apresentaram maior CVP.

O aumento no coeficiente de variação do peso pode estar relacionado com o estabelecimento de hierarquias e, conseqüentemente, ao crescimento suprimido de alguns exemplares (CAVERO et al., 2003). No presente estudo não foi observada diferença significativa para o CVP, porém cabe destacar que os coeficientes de variação (Tabela 3) da TCE, ganho em peso diário (GPD) e ganho em peso relativo (GPR) são superiores na menor densidade de estocagem, o que pode indicar uma população desuniforme. Como em qualquer criação animal a homogeneidade no lote é fator importante no cultivo de peixes, pois facilita a alimentação, captura, comercialização e processamento do pescado (SAOUD et al., 2008).

Por outro lado, alguns pesquisadores descrevem o efeito negativo da densidade de estocagem sobre o crescimento, como foi observado por Lazzari (2008), trabalhando com jundiá (*Rhamdia quelen*) em sistema fechado de recirculação, com peso inicial de 182g nas densidades de 23, 35, 47 e 59 peixes/m³. Este autor constatou redução no crescimento em densidades superiores a 23 peixes/m³, assim como, maior conversão alimentar e menor fator de condição com o aumento da densidade. No presente estudo não foi constatado efeito nos parâmetros de desempenho trabalhando com esta mesma espécie na densidade de 143 peixes/m³. Esta discordância pode ser atribuída à condição de policultivo e a diferença no tamanho dos juvenis, que no presente trabalho possuíam inicialmente 24g e os peixes avaliados por Lazzari (2008) possuíam 182g.

Barcellos et al. (2004) trabalharam com esta mesma espécie, entre 10 e 15g em tanques-rede nas densidades 100, 200 e 300 peixes/m³. E estes autores verificaram maior peso, GPD e TCE na densidade 100 peixes/m³. No entanto, os animais desta densidade apresentaram a maior conversão alimentar. Do mesmo modo, El-Sayed (2002) trabalhou com larvas de tilápia do Nilo nas densidades 3, 5, 10, 15 e 20 larvas/L, e observou efeito negativo da densidade sobre o peso e TCE, sendo detectados melhores resultados para estas variáveis nas menores densidades (3 e 5 larvas/L). Neste mesmo trabalho, o autor também constatou maior conversão alimentar na menor densidade (3 larvas/L). A redução no crescimento e a piora na conversão alimentar observados nestes dois trabalhos pode ser atribuída a menor competição por alimento devido ao reduzido número de animais ou a hierarquia social, onde os dominantes monopolizam o espaço e o alimento, dificultando o acesso dos peixes subordinados, levando ao menor

consumo e conseqüentemente reduzindo a eficiência alimentar (CAVERO et al., 2003; EL-SAYED, 2002).

Do mesmo modo, Ridha (2006) trabalhando com espécies de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) em duas densidades (125 e 200 peixes/m³) com média de peso entre 100-110 gramas, detectou maior peso, taxa de crescimento específico e menor conversão alimentar na menor densidade. O autor atribuiu à redução no crescimento e piora na conversão alimentar na maior densidade, ao gasto energético causado pelas interações sociais. Irwin et al. (1999) também verificaram efeito negativo do aumento da densidade para juvenis de “turbot” (*Scophthalmus maximus*) com média de peso inicial de 8,62g, cultivados nas densidade de 200, 300, 400 e 500 peixes/m³ em sistema de recirculação. Sendo que os peixes submetidos à maior densidade apresentaram maior variação no peso, menores taxa de crescimento e média de peso. Os autores citam que este efeito se deva as alterações comportamentais, causadas pela hierarquia de dominância e submissão.

Isto foi relatado por Petit e Buisson (2001) trabalhando com “largemouth bass” (*Micropterus salmoides*) com 3,5g nas densidades de 333, 666 e 1000 peixes/m³. Os autores observaram comportamento dominante de alguns peixes no momento da oferta de alimento, e acreditam que esta dominância pode ter levado ao crescimento heterogêneo e a redução na taxa de crescimento específico na maior densidade.

O excessivo adensamento pode ser fator estressante para os peixes, a partir do momento que essa condição afeta o desempenho dos animais (BOUJARD et al., 2002). É comum em altas densidades a maior atividade dos peixes, o que pode causar dificuldade no acesso ao alimento, comprometendo a conversão alimentar e causando desuniformidade entre indivíduos. Além disso, pode ocorrer mobilização das reservas de energia devido às alterações fisiológicas provocadas pela resposta ao estresse, que refletem em efeito negativo sobre o fator de condição (EL-SAYED, 2002; IRWIN et al., 1999).

Já outros autores encontraram melhores resultados de espécies submetidas a maiores densidades do que a menores. Como o estudo realizado com o bagre africano (*Clarias gariepinus*) e “vundu catfish” (*Heterobranchus longifilis*) estocados em tanque de terra nas densidades 4, 6 e 8 peixes/m³. O bagre africano obteve maior peso, TCE e FC na maior densidade, assim como, menor CAA. Já para o “vundu” não foi detectado efeito da densidade sobre estas variáveis (TOKO et al., 2007). Da mesma forma, Piaia e Baldisserotto (2000) trabalharam com jundiá

(*Rhamdia quelen*) de 1,6g em sistema de recirculação nas densidades 114, 227, e 454 juvenis/m³, e constataram maior peso e comprimento nos peixes submetidos à densidade de 454 juvenis/m³.

Muitas vezes torna-se difícil relacionar os resultados obtidos por outros autores com densidades de estocagem, pois é distinta a fase de vida do animal (inicial, recria ou engorda). Como também difere entre os estudos a espécie e o sistema de criação (tanques de terra, tanques-rede ou sistema de recirculação) (SAOUD et al., 2008). Os termos “alta” ou “baixa” densidade assim como a estocagem ideal irão depender da espécie e fase de desenvolvimento, e do sistema de cultivo adotado (PIAIA; BALDISSEROTTO, 2000). No caso do presente trabalho é preciso levar em consideração que os animais estavam submetidos à condição de policultivo, portanto, além da interação social entre peixes, também ocorreu a interação entre espécies.

O aumento da produção na mesma área (Figura 1A) sem dúvida é uma vantagem dos adensamentos. Todavia, é fundamental analisar a preferência do consumidor e a exigência do mercado, visto que em elevadas densidades a taxa de crescimento individual dos peixes poderá ser menor (ESQUIVEL et al., 1997; HENGSAWAT et al., 1997). Além disso, poderão ocorrer problemas com a qualidade da água (PAPOUTSOGLOU et al., 1998) devido à numerosa quantidade de alimento ofertado, acarretando em mortalidades, o que reduzirá a produção (RAHMAN et al., 2006; SAOUD et al., 2008). No presente estudo não ocorreu deterioração da qualidade da água, mantendo-se igual entre as densidades.

Abou et al. (2007) avaliaram o desempenho de juvenis de tilápia do Nilo (16g) em tanques de terra nas densidades 1, 3 e 5 peixes/m², e relatam que apesar da maior produção por área, os animais estocados na maior densidade apresentaram menor peso, ganho em peso e TCE, e maior conversão alimentar aparente. Os autores salientam que estes resultados podem estar relacionados aos menores níveis de oxigênio dissolvido na maior densidade (5 peixes/m²), assim como, a redução na disponibilidade de alimento natural. Esta hipótese foi confirmada por Brandão et al. (2004), com juvenis de tambaqui (0,24g) que foram alojados em tanques-rede de 1 m³, nas densidades de 200, 300, 400 e 500 peixes/m³. Os autores verificaram que apesar das maiores produções nas densidades 400 e 500 peixes/m³, os peixes da densidade 200 peixes/m³ apresentaram maior peso e comprimento que na de 500 peixes/m³.

Informações contrárias a estas são relatadas por Corrêa e Cerqueira (2008), que constataram maior produção sem alteração no desempenho com o aumento da densidade de estocagem, para juvenis do robalo-peva (*Centropomus parallelus*) (68mg) nas densidades 1, 2, 4 e 8 peixes/L em sistema aberto de circulação de água salgada. Estes autores mencionam que devido aos hábitos diurnos do robalo-peva e a frequente (quatro vezes ao dia) oferta de ração até a saciedade, proporcionou bom desempenho aos peixes. Porém, foram observados maiores teores de amônia não-ionizada e menores níveis de oxigênio com o aumento da densidade. Em outro trabalho com juvenis de matrinxã (0,56 g) estocados em tanques-rede de 1m³, nas densidades de 200, 300, 400 e 500 peixes/m³, Brandão et al. (2005) também verificaram maior produção na densidade 500 peixes/m³ sem alteração no peso e comprimento.

Agressividade e redução no crescimento são indicadores de estresse em peixes (Ellis et al., 2002). No presente estudo não foram detectadas estas situações, podendo-se assim inferir que os animais não estavam em uma condição estressante. Mas, os maiores níveis de cortisol sérico dos juvenis de carpa húngara estocados na menor densidade (Figura 2) indicam o contrário. É possível que tenham ocorrido disputas por território e alimento, que são mais frequentes em baixas densidades, causando esta resposta ao estresse (cortisol) (MACLEAN; METCALFE, 2001).

Já para “European sea bass” (*Dicentrarchus labrax*) (139,8g) nas densidades de 107, 214 e 321 peixes/m³ em sistema de recirculação de água, Di Marco et al. (2008) não observaram diferença nos níveis de cortisol plasmático. Resultados também divergentes ao presente estudo foram verificados em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) (20g) submetidas às densidades de 10, 20, 50 e 100 peixes/m³ em sistema fechado de recirculação, sendo observados maiores níveis de cortisol plasmático na densidade de 100 peixes/m³ (Barcellos et al., 1999). Igualmente Lazzari (2008) detectou para o jundiá maiores níveis de cortisol com o aumento da densidade de estocagem. Os autores relatam nestes trabalhos o efeito negativo da densidade sobre o crescimento dos animais, logo os níveis de cortisol confirmam a condição de estresse na qual os peixes estavam submetidos.

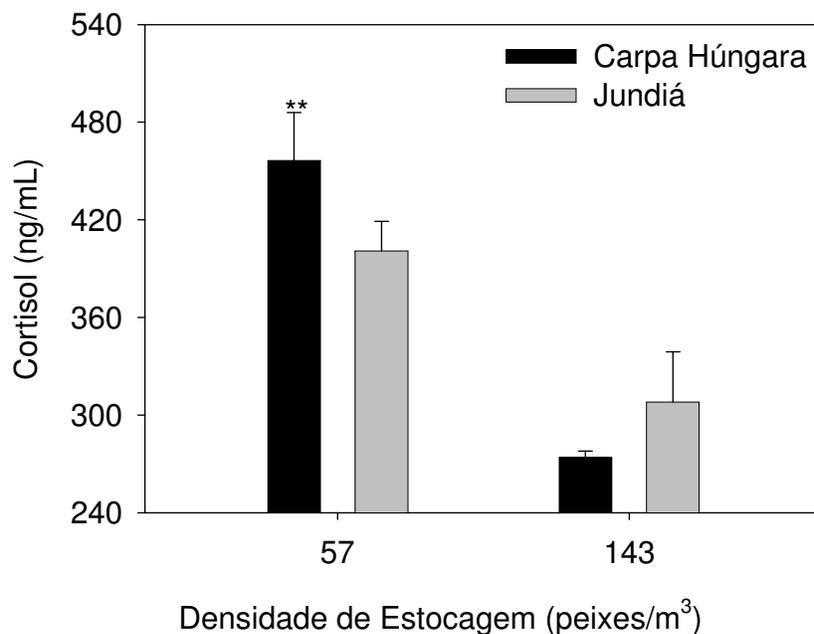


Figura 2 - Valores de cortisol plasmático dos peixes criados em policultivo (75% jundiá e 25% carpa húngara) e submetidos a duas densidades de estocagem, ao final do período experimental.

Asterisco na barra indica diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), ** $P < 0,05$.

4 Conclusões

O desempenho de juvenis de jundiá e carpa húngara criados em policultivo intensivo, na fase de recria, não é afetado pelas densidades testadas;

Os juvenis de carpa húngara apresentam maiores níveis de cortisol plasmáticos quando submetidos à densidade de 57 peixes/m³.

5 Agradecimentos

A CAPES, pela bolsa de mestrado concedida a Viviani Corrêia e ao CNPq pela bolsa de pesquisador (Pq-1D) ao Prof. João Radünz Neto.

6 Referências bibliográficas

ABOU, Y.; FIOGBÉ, E. D.; MICHA, J. C. Effects of stocking density on growth, yield and profitability of farming Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., fed Azolla diet, in earthen ponds. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 38, n. 6, p. 595-604, Apr. 2007.

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

APHA. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Waste water**. 21th ed. Washington: DC, 2005. 1368 p.

ARANA, L. V. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura**: uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis: UFSC, 2004, 231 p.

AWWA. American Water Works Association. **Processos simplificados para exame e análise da água**. São Paulo: AWWA, 1970. 276 p.

BALDISSEROTTO, B.; SILVA, L. V. F. Qualidade da água. In: _____; RADÜNZ NETO, J. **Criação do jundiá**. Santa Maria: Ed.UFSM, 2004, p. 73-94.

BARCELLOS, L. J. G. et al. The effects of stocking density and social interaction on acute stress response in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 30, n. 10-11, p. 887-892, Nov. 1999.

_____ et al. Nursery rearing of jundiá, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard) in cages: cage type, stocking density and stress response to confinement. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 232, n. 1-4, p. 383-394, Apr. 2004.

_____; SOUZA, S. M. G.; WOEHL, V. M. Estresse em peixes: fisiologia da resposta ao estresse, causas e conseqüências (Revisão). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 99-111, jan./jun. 2000.

BRANDÃO, F.R. et al. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 357-362, abr. 2004.

_____ et al. Densidade de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) na recria em tanque-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 3, p. 299-303, mar. 2005.

BOUJARD, T.; LABBÉ, L.; AUPÉRIN, B. Feeding behavior, energy expenditure and growth of rainbow trout in relation to stocking density and food accessibility. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 33, n. 15, p. 1233-1242, Dec. 2002.

CAVERO, B. A. S. et al. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 103-107, jan. 2003.

CORRÊA, C. F.; CERQUEIRA, V. R. Densidade de estocagem para juvenis de robalo-peva após a larvicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 571-576, out./dez. 2008.

CORRÊIA, V. et al. Crescimento de jundiá e carpa húngara criados em sistema de recirculação de água. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1533-1539, ago. 2009.

DI MARCO, P. et al. Physiological responses of European sea bass *Dicentrarchus labrax* to different stocking densities and acute stress challenge. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 275, n. 1-4, p. 319-328, Mar. 2008.

ELLIS, T. et al. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. **Journal of Fish Biology**, London, v. 61 n. 3, p. 493-531, Sept. 2002.

EL-SAYED, A. M. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 33, n. 8, p. 621-626, July 2002.

ESQUIVEL, B. M.; ESQUIVEL, J. R.; ZANIBONI FILHO, E. Effects of stocking density on growth of Channel catfish, *Ictalurus punctatus*, fingerlings in Southern Brazil. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 7, n. 3, p. 1-6, July/Sept. 1997.

FRIES, J. **Análisis de trazas: métodos fotométricos comprobados**. Darmstadt: Merck, 1971. 184 p.

HENGSAWAT, K.; WARD, F. J.; JARURATJAMORN, P. The effect of stocking density on yield, growth and mortality of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell

1822) cultured in cages. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 152, n. 1-4, p. 67-76, June 1997.

IRWIN, S.; O'HALLORAN, J.; FITZGERALD, R.D. Stocking density, growth and growth variation in juvenile turbot, *Scophthalmus maximus* (Rafinesque). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 178, n. 1-2, p. 77-88, July 1999.

JENA, J. K. et al. Evaluation of production performance in carp polyculture with different stocking densities and species combinations. **Journal of Applied Ichthyology**, Oxford, v. 18, n. 3, p. 165-171, June 2002.

KUBITZA, F. Sistemas de recirculação: Sistemas fechados com tratamento e reuso da água. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 95, p. 15-22, maio/jun.2006.

LAZZARI, R. **Densidade de estocagem, níveis protéicos e lipídicos da dieta na produção e aceitabilidade do filé de jundiá**. Santa Maria, 2008. 148f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

_____ et al. Diferentes fontes protéicas para a alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 240-246, jan./fev. 2006.

LUTZ, C. G. Polyculture: principles, practices, problems and promise. **Aquaculture Magazine**, Asheville, v. 29, n. 2, p. 34–39, Mar./Apr. 2003.

MACLEAN, A.; METCALFE, N. B. Social status, access to food, and compensatory growth in the juvenile Atlantic salmon. **Journal of Fish Biology**, London, v. 58 n. 5, p. 1331–1346, May 2001.

MEYER, G.; FRACALLOSSI, D. M.; BORBA, M. R. A importância da quantidade de energia na ração de peixes. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 83, p. 53-57, maio/jun.2004.

NORTH, B. P. et al. The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 255, n. 1-4, p. 466–479, May 2006.

PAPOUTSOGLU, S. E. et al. Effects of stocking density on behavior and growth rate of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles reared in a closed circulated system. **Aquacultural Engineering**, Oxford, v. 18, n. 2, p. 135–144. Aug. 1998.

_____; PETROPOULOS G. ; BARBIERI R. Polyculture rearing of *Cyprinus carpio* (L.) and *Oreochromis aureus* (St.) using a closed circulated system. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 103, n. 3-4, p. 311–320, May 1992.

PETIT, G.; BEAUCHAUD, M.; BUISSON, B. Density effects on food intake and growth of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). **Aquaculture Research**, Oxford, v. 32, n. 6, p. 495-497, June 2001.

PIAIA, R.; BALDISSEROTTO, B. Densidade de estocagem e crescimento de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 509-513, maio/jun. 2000.

RAHMAN, M. M. et al. Cage culture of sutchi catfish, *Pangasius sutchi* (Fowler 1937) : effect of stocking density on growth, survival, yield and farm profitability. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 37, n. 1, p. 33-39, Jan. 2006.

RIDHA, M. Comparative study of growth performance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, L. at two stocking densities. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 37, n. 2, p. 172-179, Feb. 2006.

ROWLAND, S. J. et al. Effects of stocking density on the performance of the Australian freshwater silver perch (*Bidyanus bidyanus*) in cages. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 253, n. 1-4, p. 301–308, Mar. 2006.

____ et al. Production of silver perch (*Bidyanus bidyanus*) fingerlings at three stocking densities in cages and tanks. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 229, n. 1-4, p. 193-202, Jan. 2004.

SAMMOUTH, S. et al. The effect of density on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) performance in a tank-based recirculating system. **Aquacultural Engineering**, Oxford, v. 40, n. 2, p. 72–78, Mar. 2009.

SAOUD, I. P.; GHANAWI J.; LEBBOS N. Effects of stocking density on the survival, growth, size variation and condition index of juvenile rabbitfish *Siganus rivulatus* **Aquaculture International**, Netherlands, v. 16, n. 2, p. 109–116, Apr. 2008.

SAS - Statistical Analysis System. **User's Guide**. Version 8.02. 4. ed. North Caroline: SAS INSTITUTE INC, 2001.

SENGER, C. et al. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 146, n. 1-2, p. 169-174, Sept. 2008.

TOKO, I. et al. Rearing of African catfish (*Clarias gariepinus*) and vundu catfish (*Heterobranchus longifilis*) in traditional fish ponds (whedos): Effect of stocking density on growth, production and body composition. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 262, n. 1, p. 65–72, Feb. 2007.

TSUZUKI, M. Y.; CARDOSO, R. F.; CERQUEIRA, V. R. Growth of juvenile fat snook *Centropomus parallelus* in cages at three stocking densities. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 319 - 324, abr./jun. 2008.

VAN DE NIEUWEGIESSEN, P. G. et al. Assessing the effects of a chronic stressor, stocking density, on welfare indicators of juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 115, n. 3-4, p. 233–243, Dec. 2008.

5 CAPÍTULO II

FONTES ENERGÉTICAS VEGETAIS NA DIETA DE JUVENIS DE JUNDIÁ E CARPA HÚNGARA¹

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar fontes energéticas vegetais na dieta de juvenis de carpa húngara e jundiá, sobre o desempenho, metabolismo e composição corporal. Para isto, foi conduzido um experimento de 60 dias, em sistema de recirculação de água termorregulado, com 18 tanques (280L). Os juvenis de jundiás possuíam $5,59 \pm 0,06$ g de peso médio inicial e as carpas $5,82 \pm 0,14$ g. Estes peixes foram alojados em monocultivo, na densidade de 40 juvenis por tanque (0,8g/L), onde foram submetidos a três tratamentos: dieta controle (farelo de trigo e milho), aveia descascada e farelo de arroz desengordurado estabilizado e peletizado (FADE), em três repetições por tratamento. As dietas foram ofertadas aos animais três vezes por dia (9, 13 e 17h). Foram avaliados os parâmetros zootécnicos: peso final, comprimento total, biomassa total, fator de condição, taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente, consumo diário aparente, ganho em peso médio diário, ganho de peso relativo, taxa de eficiência protéica e os parâmetros de carcaça: rendimento de cortes e índices digestivos. Também foi determinada a composição corporal e retenção de nutrientes. Além disso, foram determinados parâmetros metabólicos: triglicerídeos, colesterol total, colesterol HDL, proteínas totais e albumina. Ao final do período experimental não foram observadas diferenças significativas nos parâmetros zootécnicos, rendimento de cortes e índices digestivos em ambas as espécies. Em relação ao jundiá, os menores níveis séricos de colesterol total foram verificados nos tratamentos com aveia e FADE. Os juvenis desta espécie alimentados com aveia apresentaram os menores níveis de triglicerídeos e albumina. Já nos jundiás do tratamento com FADE foram detectados maiores níveis de triglicerídeos. Também, foi observado nos jundiás da dieta controle maiores níveis de proteínas totais. Além disso, os jundiás alimentados com aveia e dieta controle apresentaram menor deposição de gordura no filé, assim como, foi constatado não só menores valores de gordura no peixe inteiro, como também, menor deposição de gordura no tratamento com aveia. Com relação aos juvenis de carpa húngara os menores níveis de colesterol total foram observados no tratamento com FADE. As carpas alimentadas com aveia apresentaram os maiores níveis séricos de colesterol HDL e albumina. Já as carpas do tratamento com FADE apresentaram maior teor de gordura no peixe inteiro do que na dieta com aveia. E a menor deposição de gordura corporal para esta espécie foi no tratamento com aveia. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que a inclusão de 20% de aveia descascada ou de farelo de arroz desengordurado pode ser utilizada na formulação de dietas para o jundiá e carpa húngara, pois não prejudicam o desempenho destes animais.

Palavras chave: aveia descascada; composição química; *Cyprinus carpio*; farelo de arroz desengordurado; parâmetros metabólicos; *Rhamdia quelen*

¹ Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Bem Estar Animal – UFSM- PRPGP. Número do processo: 23081.006971/2009-52

1 Introdução

A utilização de fontes energéticas de origem vegetal em dietas para peixes ainda é limitada devido à baixa palatabilidade, deficiência de aminoácidos e aos fatores antinutricionais presentes nestes ingredientes (FRANCIS et al., 2001). No entanto, quando incluídos adequadamente, além de não prejudicarem o desempenho dos animais, também propiciam que os aminoácidos sejam poupados do catabolismo para fornecimento de energia, e passem a ser utilizados para crescimento e manutenção. Isto ocorre porque a glicose originada da digestão e absorção dos carboidratos é o substrato preferido a ser oxidado pelas células sanguíneas e tecido nervoso (HEMRE et al., 2002; VALENTE et al., 2009).

O amido é a principal fonte de energia armazenada nos grãos e seus subprodutos, sendo que seu aproveitamento pelos peixes irá depender da complexidade da molécula (amilose/amilopectina), do nível de inclusão e processamento da fonte utilizada, assim como do hábito alimentar da espécie (HEMRE et al., 2002; SVIHUS et al., 2005; STONE, 2003).

As diferenças quanto ao aproveitamento do carboidrato entre as espécies se deve as particularidades anatômicas e atividades digestivas endógenas de cada hábito alimentar (KROGDAHL et al., 2005; SILVEIRA et al. 2009). Os peixes de hábitos onívoro e herbívoro possuem maior capacidade de utilizar os carboidratos como fontes de energia do que os carnívoros (STONE, 2003), visto que esses animais podem sofrer adaptações morfológicas e absorptivas de acordo com a disponibilidade de alimento (ABELHA et al., 2001).

A alimentação é um dos pontos de maior importância na aquicultura, pois esta tem influência na eficiência da atividade, no metabolismo, crescimento, qualidade de carcaça e saúde dos animais. Ingredientes como milho e farelo de trigo são usualmente utilizados como fontes energéticas na formulação de rações para peixes. Contudo, estes ingredientes podem sofrer elevação de preços, devido a prejuízos na produção agrícola que podem ser causados pela seca, inundações, ou pela escassez em épocas de entressafra, e isto irá causar aumento nos custos de produção. Dessa forma, é relevante o estudo de matérias-primas alternativas, buscando-se ingredientes com qualidade, padronização dos nutrientes e disponibilidade regional com menor custo (NAGAE et al., 2001).

Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão de aveia descascada ou farelo de arroz desengordurado, como fontes energéticas alternativas na dieta de juvenis de carpa húngara e jundiá, criados em monocultivo, sobre o desempenho, características de carcaça, metabolismo e composição corporal.

2 Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Piscicultura da Universidade Federal de Santa Maria (altitude 95m, 29°43'S, 53°42'W), no período de janeiro a março de 2009, totalizando 60 dias. Para execução do experimento, utilizou-se sistema com recirculação de água, composto por 18 tanques experimentais de 280L cada, com entrada e saída de água individuais e sistema de aeração, dois filtros biológicos com pedra britada, uma motobomba (1/2cv), e reservatório principal (2000L) dotado de aquecimento (resistências-2000 W).

Os juvenis de jundiá e carpa húngara foram adaptados por 20 dias às condições experimentais, antes do início do experimento. Destes foram selecionados 720 juvenis, quando os jundiás possuíam $5,59 \pm 0,06$ g de peso médio inicial e $8,74 \pm 0,02$ cm de comprimento total, e as carpas $5,82 \pm 0,14$ g de peso médio inicial e $6,82 \pm 0,05$ cm comprimento total. Estes animais foram alojados em monocultivo, na densidade de 40 juvenis por tanque (0,8g/L).

As análises de qualidade da água foram realizadas semanalmente, avaliando-se os seguintes parâmetros: nitrito (ppm), amônia total (ppm), alcalinidade (mg CaCO_3 /L), pH, oxigênio dissolvido (ppm) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$). Para realização destas análises utilizou-se kit colorimétrico Alfakit[®]. A amônia foi determinada pelo método colorimétrico Indotest; o nitrito pelo método da alfa-naftilamina segundo Fries (1971), o pH por indicador conforme AWWA (1970) e a alcalinidade pelo método volumétrico de neutralização, todas estas análises estão descritas no manual de análises APHA (2005). Para medição do oxigênio e temperatura, utilizou-se oxímetro digital (modelo 550A -YSI-YellowSprings-EUA).

A análise bromatológica dos ingredientes (Tabelas 1) foi realizada no Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes (UFSM). Para determinação da matéria seca as amostras foram colocadas em estufa a 105°C por 24h. O teor de cinzas foi determinado em mufla a 550°C ; a proteína bruta, através da determinação

do nitrogênio total pelo método de microKjeldahl, usando-se $PB=N \times 6,25$; a gordura foi determinada em aparelho Soxhlet. Estas metodologias estão descritas na AOAC (1995). A determinação de fibra em detergente neutro (FDN) foi pelo método de Senger et al. (2008); o amido disponível, pelo método da AOAC (1997) modificado por Walter et al. (2003). No Laboratório de Análises Micotoxicológicas (UFSM) foi analisado o perfil de aminoácidos (Tabela 2) por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) ou por espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo (NIRS).

Tabela 1 - Composição centesimal dos ingredientes utilizados na formulação das dietas (% na matéria natural)

%	FCS	FS	FT	M	AD	FADE	SPC60
MS ¹	89,44	87,25	86,37	85,92	88,04	87,64	88,82
PB ¹	45,67	44,98	15,00	7,39	16,52	15,87	63,63
MM ¹	21,14	5,89	4,20	0,95	1,82	11,97	5,95
EE ¹	19,55	2,44	3,78	3,61	7,78	1,00	1,32
FDN ¹	-	7,76	29,34	7,34	6,29	24,13	15,2
CSDN	3,08	26,18	34,05	66,63	55,63	34,67	2,72
Cálcio ²	6,61	0,25	0,12	0,08	0,09	0,22	0,38
Fósforo ²	3,13	0,54	1,19	0,29	0,46	2,89	0,73

FCS=farinha de carne suína; FS= farelo de soja; FT= farelo de trigo; M= milho; AD= aveia descascada; FADE= farelo de arroz desengordurado estabilizado; SPC60= concentrado protéico de soja 60%; MS= matéria seca; PB= proteína bruta; MM= matéria mineral; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; CSDN= carboidratos solúveis em detergente neutro. ¹ Analisados – Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes – DZ/UFSM. ² Analisados- Centro de Pesquisa e Alimentação – UPF/RS.

Tabela 2 - Composição dos aminoácidos dos ingredientes utilizados na formulação das dietas (% na matéria natural)

Aminoácidos ¹	FCS	FS	FT	M	AD	FADE	SPC60
Lisina	2,19	2,78	0,59	0,23	0,43	0,71	0,90
Metionina	0,71	0,60	0,20	0,12	0,23	0,28	0,68
Treonina	2,12	1,81	0,40	0,24	0,48	0,43	2,43
Triptofano	1,20	0,66	0,24	0,08	0,23	0,16	0,30
Valina	1,92	2,27	0,66	0,32	0,73	0,81	1,47
Isoleucina	1,74	2,13	0,44	0,23	0,57	0,50	1,14
Leucina	2,86	3,40	0,82	0,82	1,27	0,94	1,74
Fenilalanina	1,80	2,25	0,56	0,29	0,75	0,67	2,72
Histidina	1,04	1,18	0,33	0,17	0,26	0,35	1,09
Arginina	3,69	3,22	1,03	0,31	0,74	1,15	6,52

FCS=farinha de carne suína; FS= farelo de soja; FT= farelo de trigo; M= milho; AD= aveia descascada; FADE= farelo de arroz desengordurado estabilizado; SPC60= concentrado protéico de soja 60%; ¹ Analisados- Laboratório de Análises Micotoxicológicas - CCR/UFSM.

Foram avaliadas três dietas (Tabela 4), formuladas de acordo com a análise dos ingredientes (Tabelas 1 e 2), em três repetições: uma dieta com inclusão de aveia descascada, outra com farelo de arroz desengordurado estabilizado e uma dieta controle (farelo de trigo + milho), em delineamento inteiramente casualizado. Estas dietas foram confeccionadas no Laboratório de Piscicultura (UFSM). Os ingredientes secos (moídos e pesados) (Tabela 3) foram homogeneizados em misturador elétrico. Após os aminoácidos suplementados (lisina-99% e metionina-99%) foram incorporadas à mistura, depois foi adicionado o óleo, e por fim a água até obtenção de uma massa homogênea. Estas dietas foram peletizadas, secas em estufa (50°C) por 24 horas, depois foram trituradas, embaladas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas em freezer (-18°C).

Tabela 3 - Formulação das dietas experimentais utilizadas no experimento¹

Ingredientes	Tratamentos (%)		
	Controle ²	Aveia ³	FADE ⁴
Farelo de soja	28,6	23	15,4
SPC60 ⁵	3,6	7,3	14
Farinha de carne suína	38	32,8	32,4
Farelo de trigo	5,1	8,6	-
Milho	14,6	-	6
Aveia descascada	-	20	-
FADE	-	-	20
L-Lisina	0,27	0,44	0,57
DL-Metionina	0,57	0,59	0,58
Mistura vitamínica ⁶	1	1	1
Cloreto de colina ⁶	1	1	1
Mistura mineral ⁶	1	1	1
Calcário calcítico	-	0,5	1
Cloreto de sódio	0,5	0,5	0,5
Óleo de soja	6,6	4,3	7,7

¹ Dietas ajustadas a partir de Lazzari et al. (2006). ² controle: farelo de trigo + milho. ³ Aveia: aveia descascada; ⁴ FADE: farelo de arroz desengordurado estabilizado; ⁵ SPC60= concentrado protéico de soja 60%. ⁶ Composição da mistura vitamínica e mineral (por Kg de produto/Mig Plus[®]): Ác. Fólico: 3000mg, Ác. Pantotênico: 30000mg, Cobalto: 20mg, Cobre: 2000mg, Colina: 80000 mg, Ferro: 30000mg, Biotina: 500 mcg, Iodo: 900mg, Manganês: 5000mg, Selênio: 100mg, Vit.A: 10000000UI, Vit. B1: 8000mg, Vit. B2: 10000mg, Vit. B6: 8000mg, Vit. B12: 20000mcg, Vit. C: 150000 UI, Vit. D: 2000000 UI, Vit. E: 150000 mg, Vit. K: 6000 UI, Zinco: 20000mg, Inositol 88000 mg, Niacina 60000 mg.

Antes da oferta do alimento foi realizada a limpeza (sifonagem) dos tanques, para retirada de fezes e eventuais sobras de alimento. As dietas foram ofertadas três vezes ao dia (9, 13 e 17h), sendo que até os 30 dias experimentais foi ofertado 6% da biomassa/dia, e nas semanas seguintes foi ofertado 4% para os juvenis de jundiá e 5% para os de carpa húngara.

Tabela 4 - Composição centesimal (%) e de aminoácidos das dietas experimentais

Componentes	Tratamentos (%)		
	Controle ¹	Aveia ²	FADE ³
Matéria seca ⁵	94,87	95,29	95,27
Proteína bruta ⁵	37,73	37,51	37,45
Lisina ⁴	1,72	1,56	1,42
Metionina ⁴	0,49	0,48	0,48
Treonina ⁴	1,47	1,42	1,41
Triptofano ⁴	0,68	0,63	0,57
Valina ⁴	1,51	1,46	1,36
Isoleucina ⁴	1,37	1,30	1,17
Leucina ⁴	2,28	2,17	1,93
Fenilalanina ⁴	1,50	1,50	1,46
Histidina ⁴	0,81	0,77	0,75
Arginina ⁴	2,66	2,66	2,85
Matéria Mineral ⁸	12,21	11,72	13,96
Cálcio ⁵	2,54	2,28	2,58
Fósforo ⁵	1,58	1,45	1,83
Fibra em detergente neutro ⁶	20,41	17,38	19,50
Amido disponível ⁷	10,40	15,63	10,22
CSDN	9,88	15,64	10,14
Extrato etéreo ⁵	14,64	13,04	14,22
Energia digestível (Kcal/Kg) ⁸	3.296,23	3.291,79	3.253,53

¹ controle: farelo de trigo + milho. ² Aveia: aveia descascada; ³ FADE: farelo de arroz desengordurado estabilizado; ⁴ Calculado a partir da análises dos ingredientes. ⁵ Analisada- Nutron Alimentos LTDA; ⁶ Analisados – Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes – DZ/UFSM. ⁷ Analisado- Laboratório de Piscicultura (UFSM). CSDN: Carboidratos solúveis em detergente neutro. ⁸ Calculada: Energia digestível= [(PB*5640 Kcal/Kg*0,85) +(EE*9440 Kcal/Kg *0,9)+(CSDN*4110 Kcal/Kg *0,60)] (ajustada de acordo com Meyer et al., 2004).

A cada 10 dias de experimento foi realizada a pesagem dos animais, na qual todos os peixes do respectivo tanque foram capturados e pesados ao mesmo tempo, para o ajuste do fornecimento de ração.

Nas biometrias inicial e aos 30 e 60 dias experimentais os animais foram submetidos a jejum de 24 h, anestesiados em trifenoxtetanol (0,03%), pesados e medidos individualmente, para o cálculo dos parâmetros de desempenho zootécnico:

- biomassa total (g);
- fator de condição: $FC = \text{peso} / (\text{comprimento total})^3 \times 100$;
- taxa de crescimento específico: $TCE (\%/dia) = [(\ln (\text{peso final}) - \ln (\text{peso inicial})) / \text{dias}] \times 100$, sendo: \ln = logaritmo neperiano;
- conversão alimentar aparente: $CAA = \text{alimento consumido} / \text{ganho em peso}$;
- consumo diário aparente: $CDA = [\text{consumo no período (g)} / ((\text{peso final (g)} + \text{peso inicial (g)}) / 2) / \text{dias}] \times 100$;
- ganho em peso médio diário: $GPD(\text{g}/\text{dia}) = (\text{peso final} - \text{peso inicial}) / \text{dias}$;
- ganho de peso relativo: $GPR(\%) = [(\text{peso final} - \text{peso inicial}) / \text{peso inicial}] \times 100$;
- taxa de eficiência protéica: $TEP = \text{ganho em peso (g)} / \text{proteína ingerida (g)}$

Na biometria inicial e final foram abatidos por hipotermia (imersão em água mais gelo 1:1) e eviscerados seis peixes de cada espécie por tratamento, para obtenção dos dados de peso de carcaça, peso filé, peso fígado, peso e comprimento do trato digestório. Dos mesmos juvenis de jundiá abatidos para a coleta destes valores, também foram retiradas amostras de filé, sendo as mesmas refrigeradas para posterior análise de composição centesimal. A partir destes dados, foram obtidos os seguintes parâmetros:

- rendimento de carcaça: $RC (\%) = [\text{peso do peixe sem as vísceras (com brânquias)} / \text{peso do peixe inteiro (com brânquias)}] \times 100$;
- rendimento de filé: $RF (\%) = (\text{peso do filé sem pele} / \text{peso do peixe inteiro}) \times 100$;
- índice digestivo-somático: $IDS (\%) = (\text{peso do trato digestório} / \text{peso do peixe inteiro}) \times 100$;

- índice hepato-somático: IHS (%) = (peso fígado/peso do peixe inteiro) x 100;
- quociente intestinal: QI = (comprimento do trato digestório /comprimento total do peixe)

No início do experimento quatro juvenis de cada espécie foram abatidos por hipotermia e triturados, sendo as amostras congeladas para posterior análise da composição centesimal do peixe inteiro. O mesmo procedimento foi realizado no final do período experimental, onde seis juvenis de cada espécie por tratamento foram amostrados. Estas análises foram realizadas no Núcleo Integrado de Análises Laboratoriais - NIDAL (UFSM). A gordura foi extraída e quantificada seguindo o método de Bligh e Dyer (1959). A proteína bruta foi determinada pelo método de microKjeldahl usando-se $PB=N \times 6,25$. Para determinação da umidade as amostras foram colocadas em estufa por 4h a 60°C e, logo após, a 105°C por 8h e o teor de cinzas foi determinado em mufla (550°C). Estas metodologias estão descritas na AOAC (1995). Com os resultados obtidos, foram calculados:

- deposição de proteína corporal: $PBTD(g) = [P_f * (\%PBC_f/100)] - [P_i * (\%PBC_i/100)]$
- deposição de gordura corporal: $GTD(g) = [P_f * (\%GC_f/100)] - [P_i * (\%GC_i/100)]$

sendo: P_i e P_f = pesos iniciais e finais dos peixes, PBC_i e PBC_f = proteína corporal inicial e final, GC_i e GC_f = gordura corporal inicial e final.

Também no final do experimento, após jejum de 12 h, foram coletadas amostras de sangue (12 amostras de cada espécie por tratamento), estas amostras foram centrifugadas (3000rpm/10 minutos). O soro obtido foi refrigerado e posteriormente realizou-se as análises dos parâmetros metabólicos, usando-se Kits colorimétricos (Doles[®]). Foram determinados os níveis de: triglicerídeos (mg/dL), colesterol total (mg/dL), colesterol HDL (mg/dL), proteínas totais (g/dL) e albumina (g/dL).

Utilizou-se para as análises estatísticas o SAS[®] (2001). Devido à variação nos valores de peso dos juvenis de jundiá, estes dados tanto nos 30 quanto nos 60 dias experimentais foram divididos em três faixas de peso (leves, médios e pesados) dentro de cada tanque, com a finalidade de minimizar o efeito da variação do peso. Em todos os dados obtidos foi realizada análise de detecção das observações

aberrantes (“outliers”), sendo excluídas as observações maiores ou menores que a média ($2 \times$ desvio padrão). Assim como, foi realizado teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e análise de variância, as médias quando significativas foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. As variáveis que não apresentaram distribuição normal foram analisadas por ANOVA de Kruskal-Wallis.

3 Resultados e discussão

Os parâmetros físicos e químicos da água mantiveram-se dentro dos níveis aceitáveis para peixes de águas temperadas, durante o período experimental (ARANA, 2004; BALDISSEROTTO; SILVA, 2004). Os parâmetros observados foram: $0,22 \pm 0,05$ ppm de amônia total; $0,10 \pm 0,05$ ppm para nitrito; $26,14 \pm 0,39^\circ\text{C}$ de temperatura média; $5,08 \pm 0,36$ ppm de oxigênio dissolvido; $40,00 \pm 3,44$ mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ para alcalinidade e $7,36 \pm 0,09$ de pH.

Os juvenis de jundiás aos 30 dias experimentais (Tabela 5), não apresentaram diferenças significativas para as variáveis: peso (P), biomassa total (BT), consumo diário aparente (CDA), ganho em peso diário (GPD) e relativo (GPR). Já para comprimento total (CT) e taxa de eficiência protéica (TEP) observou-se maiores valores para os juvenis alimentados com farelo de arroz desengordurado (FADE) do que para os alimentados com a dieta controle. Entretanto, a conversão alimentar aparente (CAA) foi maior no tratamento com FADE do que no controle. Para taxa de crescimento específico (TCE) e fator de condição (FC) detectou-se melhores resultados com FADE e aveia.

O bom crescimento que os juvenis de jundiá apresentaram no tratamento com FADE pode estar relacionado aos maiores teores de vitaminas e minerais presente nesta fonte (PESTANA et al., 2008). Podendo-se destacar entre as vitaminas, a tiamina, niacina e riboflavina que são importantes no metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas (LOVELL, 1998; STEFFENS, 1987; WEBSTER; LIM, 2002). Entre os minerais destacam-se o magnésio, que atua como ativador de enzimas do metabolismo de carboidratos e em reações de síntese protéica (LOVELL, 1998). E também o cromo que pode potencializar a ação da insulina (WEBSTER; LIM, 2002).

Tabela 5 - Parâmetros zootécnicos dos juvenis de jundiá alimentados com diferentes fontes energéticas vegetais

	Tratamentos			CV	P
	Controle	Aveia	FADE		
Inicial					
P (g)	5,58	5,67	5,51	4,08	NS
CT (cm)	8,75	8,77	8,69	0,86	NS
BT (g)	223,58	226,82	220,77	4,08	NS
30 dias					
P (g)	26,05	28,31	28,97	2,95	NS
CT (cm) #	13,98 ^b	14,17 ^{ab}	14,31 ^a	0,81	*
BT (g)	1042,39	1132,74	1158,85	2,95	NS
FC [#]	0,93 ^b	0,97 ^a	0,96 ^a	5,32	***
TCE (%/dia) #	5,19 ^b	5,49 ^a	5,56 ^a	2,86	**
CAA	0,78 ^b	0,80 ^{ab}	0,88 ^a	4,52	*
CDA (%)	3,74	3,55	3,52	3,17	NS
TEP	3,01 ^b	3,33 ^{ab}	3,43 ^a	4,40	*
GPD (g/dia)	0,68	0,76	0,78	3,69	NS
GPR (%)	366,18	406,59	418,27	3,69	NS
60 dias					
P (g)	62,00	64,24	65,92	12,43	NS
C T (cm) #	18,11	18,29	18,43	1,97	NS
BT (g)	2480,08	2569,85	2637,01	12,43	NS
FC	1,00	1,01	1,01	8,72	NS
TCE (%/dia) #	3,92	3,98	4,02	4,81	NS
CAA	1,12	1,12	1,10	5,28	NS
CDA (%)	2,17	2,26	2,28	3,08	NS
TEP	2,40	2,38	2,39	5,18	NS
GPD (g/dia)	0,94	0,98	1,00	13,62	NS
GPR (%)	1009,16	1049,31	1079,34	13,62	NS

Controle: farelo de trigo + milho; Aveia: aveia descascada; FADE: farelo de arroz desengordurado estabilizado; P: peso; CT: comprimento total; BT: biomassa total; FC: fator de condição; TCE: taxa de crescimento específico; CAA: conversão alimentar aparente; CDA: Consumo diário aparente; TEP: Taxa de eficiência protéica; GPD: ganho em peso diário; GPR: ganho em peso relativo. Médias com letras diferentes, na linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05). CV: coeficiente de variação; NS=não significativo (P>0,05); *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,0001. # ANOVA de Kruskal-Wallis.

Do mesmo modo, os bons resultados apresentados pelos jundiás na dieta com aveia, podem ser justificados pela ausência da casca, que reduz os fatores antinutricionais, assim como, pelo teor lipídico, qualidade protéica e poder antioxidante deste grão (BRENNER, 2007; PETERSON, 2001).

Resultados semelhantes ao presente estudo foram obtidos por Hemre e Hansen (1998), para juvenis de salmão (*Salmo salar*) alimentados com diferentes fontes de amido gelatinizado (trigo, milho e aveia). Os autores não detectaram diferença significativa para peso, FC e TCE. No entanto, os peixes alimentados com trigo apresentaram menor consumo e CAA, assim como maior TEP. Os autores citam que o trigo proporcionou melhor efeito poupador de proteína.

Aos 60 dias experimentais não foram observadas diferenças significativas nos parâmetros zootécnicos dos juvenis de jundiá submetidos às diferentes dietas (Tabela 5). Pode-se inferir com isto que ambas as fontes testadas (FADE e aveia) podem ser utilizadas na dieta de jundiás, sem prejudicar o crescimento. Do mesmo modo, cabe ressaltar o bom desempenho destes animais, com TCE, GPR e CAA de 3,92-4,02%/dia, 1009-1079% e 1,1:1, respectivamente. Desempenho este que foi superior ao observado por Lazzari et al. (2006) para juvenis de jundiá (peso inicial de 15g) (CAA= 1,4-1,9 e TCE=1,7-2,8) alimentados durante 60 dias com diferentes fontes protéicas.

Concordando com os resultados do presente estudo, Valente et al. (2009) não constataram diferença significativa para o peso, TCE, FC e CAA em juvenis de "blackspot seabream" *Pagellus bogaraveo* (Brunnich) alimentados com farelo ou farinha de trigo. Nagae et al. (2001) também não observaram efeito significativo dos teores de inclusão de tritcale na dieta para juvenis de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), sobre os parâmetros de peso, ganho em peso (GP), CAA e TEP. Da mesma forma, larvas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com níveis inclusão de amido de milho purificado (0; 2,5; 5; 7,5 e 10%) na dieta, não apresentaram diferença para peso final, ganho em peso e fator de condição (BOSCOLO et al., 2008).

Os juvenis de carpa húngara não apresentaram diferenças significativas nos parâmetros zootécnicos, tanto aos 30 quanto aos 60 dias experimentais (Tabela 6). Do mesmo modo, como ocorreu com o jundiá ao final do experimento, pode-se inferir que os juvenis de carpa húngara apresentam bom crescimento se alimentados com FADE ou aveia. Przybyl e Mazurkiewicz (2004) também não verificaram

diferença significativa para GP, TCE, CAA e TEP, em carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) avaliando dietas compostas com cevada, trigo, triticale e arroz. Igualmente Signor et al. (2007) não detectaram efeito dos níveis de inclusão de triguilho (0; 7,97; 14,94; 23,91 e 31,88) substituindo até 100% do milho, no peso, GP, CAA e FC de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Porém, em outro trabalho realizado com tilápia-do-Nilo durante a fase de reversão sexual, os autores observaram efeito linear significativo ($P < 0,01$) do nível de milho (0; 2; 4; 6; 8 e 10%) para peso final (MEURER et al., 2004). Os pesquisadores acreditam que este resultado positivo no peso possa estar relacionado aos níveis de amido na ração (1,64 a 7,11%), já que esta espécie possui eficiente aproveitamento desta fração (BOSCOLO et al., 2008).

Tabela 6 - Parâmetros zootécnicos dos juvenis de carpa húngara alimentados com diferentes fontes energéticas vegetais

	Tratamentos			CV	P
	Controle	Aveia	FADE		
	Inicial				
P (g)	5,97	5,66	5,84	8,24	NS
CT (cm)	6,92	6,77	6,77	2,64	NS
BT (g)	239,05	226,50	233,97	8,24	NS
	30 dias				
P (g)	15,58	13,99	15,35	9,20	NS
CT (cm)	9,10	8,79	9,03	3,82	NS
BT (g)	592,31	541,73	589,33	10,81	NS
FC	2,06	2,04	2,08	4,46	NS
TCE (%/dia)	3,27	2,89	3,22	10,54	NS
CAA	1,43	1,57	1,41	4,77	NS
CDA (%)	4,39	4,49	4,37	2,50	NS
TEP	1,87	1,69	1,86	4,76	NS
GPD (g/dia)	0,32	0,27	0,31	15,06	NS
GPR (%)	167,36	139,98	163,39	15,06	NS

Tabela 6 - Parâmetros zootécnicos dos juvenis de carpa húngara alimentados com diferentes fontes energéticas vegetais (continuação)

	Tratamentos			CV	P
	Controle	Aveia	FADE		
60 dias					
P (g)	26,52	24,35	25,82	8,59	NS
CT (cm)	10,68	10,35	10,46	2,91	NS
BT (g)	973,68	879,15	903,12	11,06	NS
FC [#]	2,17	2,17	2,25	2,27	NS
TCE (%/dia)	2,52	2,37	2,47	6,18	NS
CAA	2,27	2,22	2,16	4,01	NS
CDA (%)	3,14	2,98	3,10	2,84	NS
TEP	1,27	1,24	1,23	3,23	NS
GPD (g/dia)	0,34	0,30	0,33	11,13	NS
GPR (%)	354,96	317,75	342,90	11,13	NS

Controle: farelo de trigo + milho; Aveia: aveia descascada; FADE: farelo de arroz desengordurado estabilizado; P: peso; CT: comprimento total; BT: biomassa total; FC: fator de condição; TCE: taxa de crescimento específico; CAA: conversão alimentar aparente; GPD: ganho em peso diário; GPR: ganho em peso relativo. Médias com letras diferentes, na linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). CV: coeficiente de variação; NS=não significativo ($P > 0,05$); [#] ANOVA de Kruskal-Wallis.

No presente estudo, a dieta que continha aveia possuía maior teor de amido disponível (15,63%), enquanto o FADE e o controle possuíam 10,22 e 10,40%, respectivamente, e ambas as espécies apresentaram desempenho indiferente entre as dietas, nos 60 dias experimentais. Desse modo, percebe-se o bom aproveitamento do amido por estes peixes.

Quanto aos parâmetros de rendimento de cortes e índices digestivos, não foram detectadas diferenças significativas entre as dietas para ambas as espécies (Tabela 7). Em estudos anteriores com estes peixes também não foram verificadas variações nestes parâmetros devido a mudanças na fonte de fibra (casca de algodão ou de soja) e proteína (farinha de carne suína, farelo de soja, farelo de canola, farelo de girassol e farelo de linhaça) (PEDRON et al., 2008; BERGAMIN, 2009). Porém, valores inferiores de rendimento de carcaça (80-82%) e superiores de rendimento de filé (34,3-40,02%) foram registrados para juvenis de jundiá alimentados com

combinações de fontes protéicas (farinha de carne e ossos, farinha de peixe, farelo de soja e levedura) (LAZZARI et al., 2006).

A diferença de resultados em relação a rendimento de cortes entre os trabalhos é justificável, pois estes parâmetros além do efeito da dieta também são influenciados por fatores como, a espécie e a fase de vida, formato do corpo, peso dos resíduos e a eficiência do manipulador ou de máquinas (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

Tabela 7 - Rendimento de cortes e índices digestivos dos peixes alimentados com diferentes fontes energéticas vegetais, aos 60 dias experimentais

	Tratamentos			CV	P
	Controle	Aveia	FADE		
	Jundiá				
RC (%)	86,41	85,37	85,06	1,92	NS
RF (%)	30,48	32,03	32,18	6,15	NS
IDS (%)	2,82	2,87	2,84	13,46	NS
IHS (%)	0,86	0,95	0,91	16,03	NS
QI	1,14	0,94	1,06	19,74	NS
	Carpa Húngara				
RC (%)	83,52	82,87	85,07	3,43	NS
IDS (%) #	3,62	3,43	3,46	17,16	NS
IHS (%)	2,66	2,45	2,46	19,35	NS
QI	1,64	1,42	1,51	10,02	NS

Controle: farelo de trigo + milho; Aveia: aveia descascada; FADE: farelo de arroz desengordurado estabilizado; RC: rendimento de carcaça; RF: rendimento de filé; IDS: índice digestivo-somático; IHS: índice hepato-somático; QI: quociente intestinal; CV: coeficiente de variação; NS=não significativo ($P>0,05$); # ANOVA de Kruskal-Wallis.

Em relação aos parâmetros metabólicos, observou-se menores níveis séricos de colesterol total para os juvenis de jundiá alimentados com aveia e FADE. Para este mesmo parâmetro os juvenis de carpa húngara apresentaram menores níveis no tratamento com FADE (Figura 1). Uma possível explicação para estes resultados é a presença de polissacarídeos não amiláceos nas fontes testadas. Estes compostos ao entrarem em contato com a água tornam o bolo fecal maior e mais viscoso, fazendo com que a absorção de substâncias (glicose e colesterol) seja

prejudicada, devido à menor ação das enzimas e sais biliares (FRANCIS et al., 2001; KROGDAHL et al., 2005).

Esta justificativa se confirma com os resultados das composições das dietas (Tabela 4), observou-se alta concentração de fibra em detergente neutro (FDN) tanto na dieta composta com FADE (19,50%) como na com inclusão de aveia (17,38%). No entanto, esta explicação não se verifica com a dieta controle, que embora contendo a maior concentração de FDN (20,41%), os animais alimentados com esta dieta apresentaram altos teores de colesterol total (Figura 1). Acredita-se que esses valores superiores de colesterol total foram devido à maior incorporação de farinha de carne suína nesta dieta, que por sua vez possui alto teor de gordura (Tabela 1).

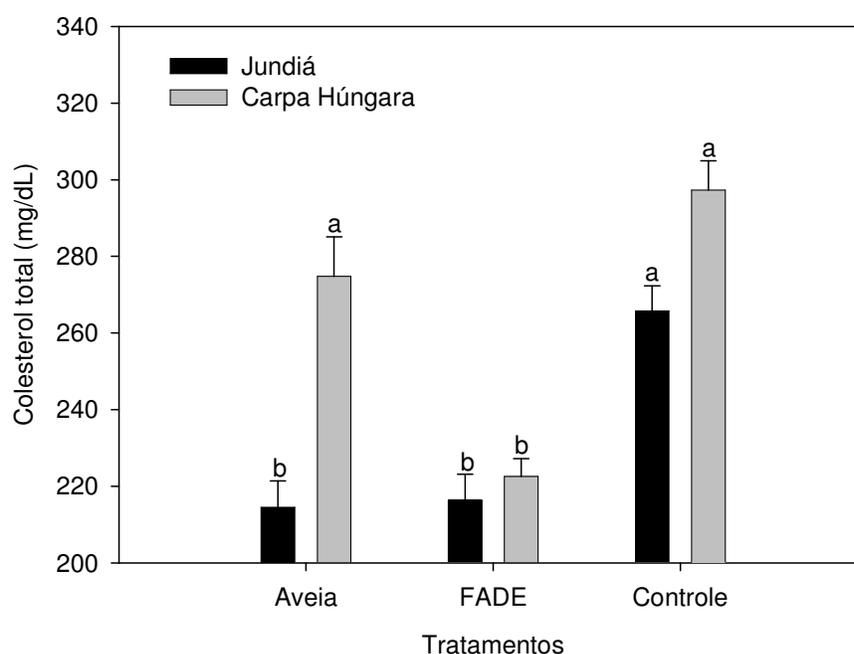


Figura 1 - Valores de Colesterol total (expressos por 100g de peso vivo) dos peixes alimentados durante 60 dias com diferentes fontes energéticas vegetais. Aveia: aveia descascada; FADE: farelo de arroz desengordurado estabilizado; Controle: farelo de trigo + milho. Letras diferentes nas barras indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Com relação ao colesterol HDL (Tabela 8), os juvenis de carpa húngara alimentadas com aveia apresentaram os maiores níveis séricos. Já para os juvenis de jundiá não foram observadas diferença significativa entre os tratamentos (107-

117 mg/dL), mas estes valores são superiores aos já observados com esta espécie (62-98 mg/dL) (BORGES et al., 2004).

Para triglicerídeos, os juvenis de jundiá alimentados com FADE apresentaram os maiores níveis séricos, seguido pelo tratamento controle, e os menores níveis foram detectados na dieta com aveia (Tabela 8). Este resultado pode estar relacionado a necessidade de maior inclusão de óleo de soja nas dietas com FADE e controle para que as mesmas fossem isoenergéticas. Os valores de triglicerídeos para o jundiá no presente estudo (694,52 - 1367,36 g/dL) são bem superiores a dados já existentes para este peixe (138-546 mg/dL) (BORGES et al., 2004). Em relação a este mesmo parâmetro não foram detectadas diferenças entre as dietas para os juvenis de carpa húngara (Tabela 8).

Estes maiores níveis de triglicerídeos (Tabela 8) e menores níveis de colesterol (Figura 1) também sugerem que tenha ocorrido síntese de triglicerídeo hepático (lipogênese). Esta hipótese se confirma com os resultados de composição e retenção de nutrientes (Tabela 9), nos quais observou-se maiores teores de gordura no peixe inteiro para ambas as espécies nas dietas controle e FADE. Além disso, os juvenis de carpa húngara alimentados com estas dietas apresentaram maior deposição de gordura.

Tabela 8 - Parâmetros metabólicos (expressos por 100g peso vivo) dos peixes alimentados com diferentes fontes energéticas vegetais, aos 60 dias experimentais

	Tratamentos			CV	P
	Controle	Aveia	FADE		
	Jundiá				
Triglicerídeos (mg/dL/100g PV)	996,93 ^b	694,52 ^c	1367,36 ^a	9,29	**
Colesterol HDL (mg/dL/100g PV)	117,15	107,18	108,33	11,75	NS
	Carpa Húngara				
Triglicerídeos (mg/dL/100g PV)	575,72	561,59	553,51	14,20	NS
Colesterol HDL (mg/dL/100g PV)	151,05 ^b	184,48 ^a	144,56 ^b	7,97	**
Proteínas Totais (g/dL/100g PV)	6,87	7,17	6,98	4,54	NS
Albumina (g/dL/100g PV)	2,29 ^b	2,76 ^a	2,19 ^b	8,29	**

Controle: farelo de trigo + milho; Aveia: aveia descascada; FADE: farelo de arroz desengordurado estabilizado; Médias com letras diferentes, na linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05). CV: coeficiente de variação; *P<0,05; ***P<0,0001; NS=não significativo (P>0,05).

Os maiores níveis séricos de proteínas totais foram verificados nos juvenis de jundiá na dieta controle (Figura 2). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por outros autores (3,5-4,9 mg/dL) (BORGES et al., 2004). Para os juvenis de carpa húngara não foram detectadas diferenças entre as dietas em relação a este parâmetro (Tabela 8).

Os juvenis de carpa húngara alimentados com tratamento controle e FADE apresentaram os menores níveis de albumina sérica (Tabela 8). Este resultado é positivo, visto que, a atividade da enzima amilase pode ser inativada pela albumina (ROTTA, 2003). O oposto foi detectado com essas mesmas dietas para o jundiá (Figura 2), que apresentaram maiores níveis de albumina. Isto pode estar relacionado aos maiores teores de triglicérideo observados para esta espécie nestas dietas, pois os triglicérides são transportados no sangue combinados com albumina (CHAMPE; HARVEY, 1997).

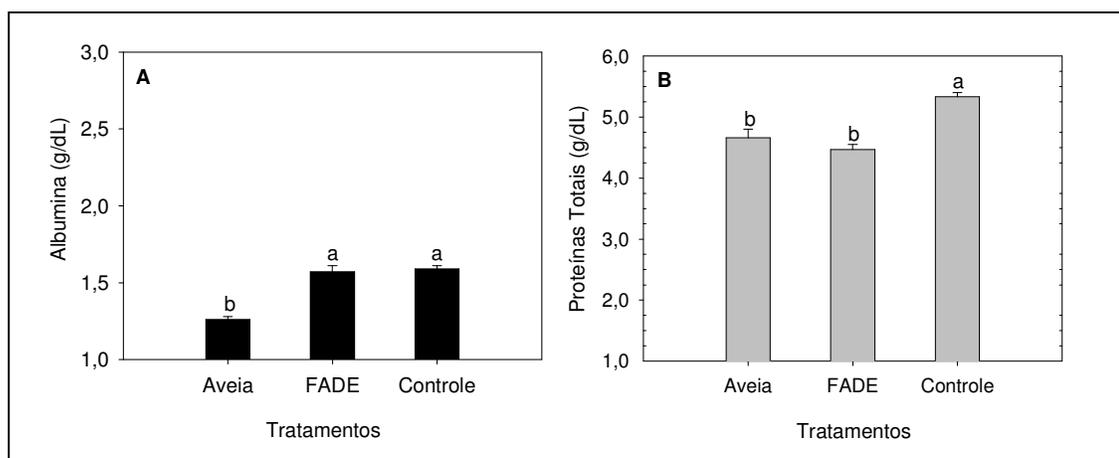


Figura 2 - Valores de albumina (A) e proteínas totais (B), expressos por 100g de peso vivo dos juvenis de jundiá alimentados com diferentes fontes energéticas vegetais. Aveia: aveia descascada; FADE: farelo de arroz desengordurado estabilizado; Controle: farelo de trigo + milho. Letras diferentes nas barras indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Quanto à composição centesimal e deposição de nutrientes, os juvenis de carpa húngara do tratamento com FADE apresentaram maior teor de gordura no peixe inteiro do que os alimentados com aveia (Tabela 9). Concordando com estes resultados, Urbánek et al. (2009) também observaram maior teor de gordura na carne de carpa comum (*Cyprinus carpio*) suplementada com milho em tanques de

terra. Os autores mencionam que esta deposição é causada pelo elevado teor de gordura deste grão.

Tabela 9 - Composição centesimal do peixe inteiro e do filé (%) e deposição de nutrientes nos peixes alimentados com diferentes fontes energéticas vegetais, aos 60 dias experimentais

	Tratamentos			CV	P
	Controle	Aveia	FADE		
Carpa Húngara- Peixe inteiro					
Umidade	73,49 ^a	74,23 ^a	71,50 ^b	1,55	**
Cinza	1,45	1,43	1,45	5,81	NS
Proteína	13,71	13,85	14,12	4,18	NS
Gordura	12,99 ^{ab}	11,88 ^b	13,09 ^a	5,93	*
PBTD (g)	2,78 ^a	2,56 ^b	2,81 ^a	5,46	*
GTD (g)	2,99 ^a	2,46 ^b	2,94 ^a	6,70	**
Jundiá- Peixe inteiro					
Umidade	70,58 ^b	72,52 ^a	69,67 ^b	1,53	**
Cinza	0,45	0,45	0,48	10,66	NS
Proteína	15,86	16,12	15,69	5,12	NS
Gordura	11,72 ^a	10,10 ^b	12,54 ^a	7,66	**
PBTD (g)	8,84	9,14	9,26	5,25	NS
GTD (g)	6,73 ^b	5,83 ^c	7,81 ^a	8,13	***
Jundiá- Filé					
Umidade	77,30	77,00	76,36	0,95	NS
Cinza	0,13	0,12	0,11	27,88	NS
Proteína	18,50	18,67	18,80	2,83	NS
Gordura	3,76 ^b	3,95 ^b	4,82 ^a	12,51	**

Controle: farelo de trigo + milho; Aveia: aveia descascada; FADE: farelo de arroz desengordurado estabilizado; PBTD: proteína bruta total depositada; GTD: gordura total depositada. Médias com letras diferentes, na linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). CV: coeficiente de variação; NS=não significativo ($P > 0,05$); * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Discordando dos resultados do presente estudo, Przybyl e Mazurkiewicz (2004) não detectaram diferença na composição corporal da carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) alimentada com fontes energéticas vegetais (cevada, trigo, triticale e

arroz). Valente et al. (2009) também não constataram diferença significativa na composição corporal de juvenis de “blackspot seabream” *Pagellus bogaraveo* (Brunnich) alimentados com farelo ou farinha de trigo.

Em relação ao teor de gordura no peixe inteiro para o jundiá e deposição de gordura corporal para ambas as espécies, observou-se que os peixes do tratamento com aveia apresentaram os menores valores. Os juvenis de jundiá alimentados com aveia e dieta controle também apresentaram menor deposição de gordura no filé (Tabela 9). No presente estudo, os jundiás alimentados com FADE apresentaram maior teor de gordura no filé (4,82%) se comparado às outras fontes (3,76 e 3,95%) (Tabela 9). No entanto, valores semelhantes ou superiores a estes (3,6-6,5% e 5,4-7,2%) já foram constatados em outros estudos com esta espécie, quando submetidos a diferentes fontes de proteína e fibra (LAZZARI et al., 2006; PEDRON et al., 2008).

Os peixes em confinamento podem apresentar maiores valores de composição e deposição de gordura, pois os seus movimentos são restritos. Esse acúmulo de gordura pode prejudicar a qualidade do produto (vida útil), assim como, afetar a aceitação pelo consumidor (ROJAS et al., 2002).

A espécie trabalhada, o sexo, a fase de vida, o sistema de cultivo adotado e a qualidade da dieta ofertada influenciam na composição química da carne do peixe (BURKERT et al., 2008; KUBOTA; EMANUELLI, 2004). Mas na prática o que interessa ao aquicultor é o peso do peixe a ser entregue à indústria e à quantidade de carne obtida no final do processamento (BURKERT et al., 2008). Porém, o conhecimento da composição química desta carne é fundamental no momento da elaboração e conservação dos produtos (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

4 Conclusões

O farelo de arroz desengordurado e a aveia são boas fontes energéticas para a dieta de juvenis de jundiá e carpa húngara;

Juvenis de carpa húngara e jundiá apresentam menores níveis séricos de colesterol total quando alimentados com farelo de arroz desengordurado;

Juvenis de jundiá alimentados com farelo de arroz desengordurado apresentam maior nível de triglicérido circulante e maior teor de gordura corporal e no filé;

A inclusão de aveia descascada proporciona menor deposição de gordura corporal em ambas às espécies e menor teor de gordura no filé de jundiá.

5 Agradecimentos

A CAPES, pela bolsa de mestrado concedida a Viviani Corrêia e ao CNPq pela bolsa de pesquisador (Pq-1D) ao Prof. João Radünz Neto.

A empresa DOLES® pela doação dos kits para análises. À Irgovel-Ltda e a Luiz Carlos Federizzi pela doação do FADE e aveia descascada, respectivamente.

6 Referências bibliográficas

ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 425-434, abr./jun. 2001.

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

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16th ed. Supplement 1998. Washington: AOAC, 1997.

APHA. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Waste water**. 21th ed. Washington: DC, 2005. 1368 p.

ARANA, L.V. **Princípios químicos de qualidade da água em aqüicultura**: uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis: UFSC, 2004, 231p.

AWWA. American Water Works Association. **Processos simplificados para exame e análise da água**. São Paulo: AWWA, 1970. 276 p.

BALDISSEROTTO, B.; SILVA, L.V.F. Qualidade da água. In: _____; RADÜNZ NETO, J. **Criação do jundiá**. Santa Maria: Ed.UFSM, 2004, p. 73-94.

BERGAMIN, G. T. **Fontes protéicas de origem vegetal em dietas para juvenis de carpa húngara (*Cyprinus carpio*)**. Santa Maria, 2009. 48f. Dissertação (Mestre em Zootecnia). Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

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.

BORGES, A. et al. Hematologic and serum biochemical values for jundiá (*Rhamdia quelen*). **Fish Physiology and Biochemistry**, New York, v. 30, n. 1, p. 21-25. Mar. 2004.

BOSCOLO, W. R. et al. Inclusão de amido em dietas para larvas de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 177-180, fev. 2008.

BRENNER, E. A. **Genética da distribuição de grãos nuda em panículas de aveia hexaplóide (*Avena sativa* L.)**. Porto Alegre, 2007. 80f. Dissertação (Mestre em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

BURKERT, D. et al. Rendimentos do processamento e composição química de filés de surubim cultivado em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1137-1143, jul. 2008.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica Ilustrada**. 2 ed. São Paulo: Artes Médicas, 1997. 446 p.

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409 p.

FRANCIS, G.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 199, n. 3-4, p. 197-227, Aug. 2001.

FRIES, J. **Análisis de trazas: métodos fotométricos comprobados**. Darmstadt: Merck, 1971. 184 p.

HEMRE, G-I.; HANSEN, T. Utilization of different dietary starch sources and tolerance to glucose loading in Atlantic salmon (*Salmo salar*), during parr-smolt transformation. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 161, n. 1-4, p. 145-157, Feb. 1998.

HEMRE, G-I. ; MOMMSEN, T. P. ; KROGDAHL, A. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 175-194, Sept. 2002.

KROGDAHL, A.; HEMRE, G.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.

KUBOTA, E.H.; EMANUELLI, T. Processamento do pescado. In: BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação de Jundiá**. Santa Maria: Ed.UFSM, 2004, p. 201-228.

LAZZARI, R. et al. Diferentes fontes protéicas para a alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 240-246, jan./fev. 2006.

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

MEURER, F. Milheto em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a reversão sexual. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 323-327, jul./set. 2004.

MEYER, G.; FRACALLOSSI, D.M.; BORBA, M.R. A importância da quantidade de energia na ração de peixes. **Panorama da Aqüicultura**, v. 14, n. 83, p. 53-57, maio/jun. 2004.

NAGAE, M. Y.; HAYASHI, C.; GALDIOLI, E. M. Inclusão do tritcale em rações para alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988). **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 849-853, 2001.

PEDRON, F. A. et al. Cultivo de jundiás alimentados com dietas com casca de soja ou de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 93-98, jan. 2008.

PESTANA, V. R.; MENDONÇA, C. R. B.; ZAMBIAZI, R. C. Farelo de arroz: características, benefícios à saúde e aplicações. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 26, n. 1, p. 29-40, jan./jun. 2008.

PETERSON, D. M. Oat antioxidants. **Journal of Cereal Science**. v. 33, n. 2, p. 115-129, Mar. 2001.

PRZYBYL, A.; MAZURKIEWICZ, J. Nutritive value of cereals in feeds for common carp (*Cyprinus carpio*). **Czech Journal of Animal Science**, Poland, v. 49, n. 7, p. 307-314, June 2004.

ROJAS, G. A. A.; FRACALOSSO, D. M.; FIM, J. D. I. Composição Corporal de Tambaqui, *Colossoma macropomum*, e Matrinxã, *Brycon cephalus*, em Sistemas de Cultivo Intensivo, em Igarapé, e Semi-Intensivo, em Viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1059-1069, jun. 2002.

ROTTA, M.A. **Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura**. Embrapa, Corumbá, 2003, 49 p.

SAS - Statistical Analysis System. **User's Guide**. Version 8.02. 4. ed. North Caroline: SAS INSTITUTE INC, 2001.

SENGER, C. et al. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 146, n. 1-2, p. 169-174, Sept. 2008.

SIGNOR, A. A. et al. Triguilho na alimentação da tilapia do nilo (*Oreochromis niloticus* L.): digestibilidade e desempenho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 1116-1121, jul./ago. 2007.

SILVEIRA, U. S.; LOGATO, P. V. R.; PONTES, E. C. Utilização e metabolismo dos carboidratos em peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, V. 6, n. 1, p. 817-836, jan./fev. 2009. Disponível em http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/079V6N1P817_836_JAN2009_.pdf. Acesso em: 02 out. 2009.

STEFFENS, W. **Princípios fundamentais de la alimentacion de los peces**. Zaragoza: Ed. Acribia, 1987, 275 p.

STONE, D. A. J. Dietary carbohydrate utilization by fish. **Reviews in Fisheries Science**, Texas, v. 11, n. 4, p. 337-369, Dec. 2003.

SVIHUS, B.; UHLEN, A.K.; HARSTAD, O.M. Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: A review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 122, n. 3-4, p. 303-320, Sept. 2005.

URBÁNEK, M. et al. Investigation of fat content in market common carp (*Cyprinus carpio*) flesh during the growing season. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, in press DOI: 10.1111/j.1365-2095.2009.00690.x

VALENTE, L. M. P. et al. Effects of carbohydrate sources on growth, body composition and tissue lipid deposition of blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo* (Brunnich). **Journal of Animal Physiology and Nutrition**, in press DOI: 10.1111/j.1439-0396.2008.00900.x

WALTER, M. et al. Comparação de metodologias para determinação de amido resistente. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 5., 2003, Campinas. **Anais...**Campinas: 2003. 1CD-ROM.

WEBSTER, C. D.; LIM, C. Introduction to fish nutrition. In: WEBSTER, C. D.; LIM, C. **Nutrient Requirement and Feeding of Finfish for Aquaculture**. London: CABI Publishing, 2002. Cap. 1, p. 1-27.

6 DISCUSSÃO GERAL

Uma possível explicação para a ausência de diferença significativa nos parâmetros de desempenho do primeiro experimento, é que o período experimental (29 dias) não foi suficiente para a detecção do efeito da densidade sobre o crescimento dos animais. Outro motivo é que as densidades testadas (57 ou 143 peixes/m³) foram baixas. No entanto, como inexistem informações sobre densidade de estocagem no policultivo de jundiá e carpa húngara em sistema de recirculação de água, com este trabalho percebe-se que adensamentos superiores aos avaliados, nas condições do presente estudo, poderão ser testados para a determinação da densidade adequada.

Outra justificativa está nos níveis de cortisol, pois os juvenis de carpa húngara da menor densidade (57 peixes/m³) apresentaram maior valor deste hormônio em relação aos submetidos à maior densidade (143 peixes/m³), e nos juvenis de jundiá não foi verificada alteração. Isto indica que os animais estavam na chamada primeira fase das modificações fisiológicas causadas pelo estresse, e que possivelmente não estavam submetidos a uma condição de estresse crônico, em que o animal perde a capacidade de adaptar-se a esta situação e chega à fase de exaustão (terceira fase), onde ocorre redução na resistência a doenças e no crescimento (ELLIS et al., 2002; LIMA et al., 2006).

O fato das espécies não apresentarem redução nos índices de desempenho zootécnico com o aumento da densidade de estocagem, também pode ser explicado pela maior voracidade na busca do alimento, ou seja, maiores adensamentos podem estimular o consumo de alimento pelos peixes (PIAIA; BALDISSEROTTO, 2000).

Vale salientar que no primeiro experimento, as densidades foram extrapoladas para número de peixes por m³. Optou-se por adotar a unidade peixes por volume ou invés de biomassa por volume, sendo esta unidade mais coerente em vista das variáveis analisadas (coeficiente de variação do peso e níveis de cortisol plasmático). E também por se tratar de policultivo, visto que é necessário considerarmos as diferenças entre espécies. Segundo Saoud et al. (2008) quando designa-se a unidade peixes por volume, estamos considerando o efeito de um peixe sobre o outro. Concordando com esta idéia, Fréchette (2005) menciona que considerar a biomassa por volume como unidade indicadora de densidade de estocagem é inconsistente, pois se dois grupos forem comparados, eles podem ter a

mesma biomassa, porém existem variações no peso da população, portanto diferentes exigências metabólicas. Dessa forma, o autor recomenda que o número e o tamanho dos animais sejam considerados.

Cabe ressaltar neste trabalho os bons valores de conversão alimentar aparente (CAA) tanto aos 30 (0,78-0,88) quanto aos 60 dias experimentais (1,1) apresentados pelos juvenis de jundiá no segundo experimento. Estes valores de CAA normalmente não são observados em sistema fechado, em que os peixes possuem somente a ração como fonte de alimento. Uma explicação para isto, é que a pesagem do lote a cada 10 dias proporcionou bom ajuste na quantidade de alimento ofertado. Outro motivo pode ter sido a observação do consumo, sendo que a oferta de ração foi reduzida no decorrer do período experimental quando verificou-se sobras de alimento, no momento da limpeza dos tanques. Ainda outra justificativa, foi o fracionamento da quantidade de ração diária em três parcelas, o que pode ter reduzido o desperdício.

Segundo Fracalossi et al. (2007) o jundiá apresenta características anatômicas do trato digestório e exigência em proteína de um carnívoro, e não degrada eficientemente ingredientes ricos em amido. Entretanto, com os resultados do segundo experimento, percebe-se que este peixe apresentou bom crescimento, com níveis de amido disponível na dieta entre 10,2-15,6%. Para melhor esclarecimento do aproveitamento do carboidrato pelo jundiá, serão necessários mais estudos que avaliem qual a complexidade, nível e tipo de processamento mais adequado da fonte de carboidrato, buscando-se melhor aproveitamento e disponibilidade dos nutrientes da dieta.

É relevante a avaliação de ingredientes regionais alternativos, uma vez que possuem maior disponibilidade, e neste contexto as fontes energéticas vegetais são boas opções devido à composição química homogênea e o menor custo. No entanto, é necessário o cuidado tanto com a fonte a ser utilizada, quanto o seu nível de inclusão na dieta. Já que os ingredientes de origem vegetal possuem como pontos negativos, o desbalanço em aminoácidos, fatores antinutricionais e baixa palatabilidade. Portanto, devem ser cuidadosamente incluídos nas dietas, pois de nada adianta minimizar as despesas com a ração, se o alimento não possui qualidade nutricional e acarretará em menor produtividade.

Além da densidade de estocagem adequada e o uso de rações nutricionalmente completas, o melhoramento genético e os cuidados com a

prevenção e controle de enfermidades também são fatores decisivos na piscicultura, e diretamente relacionados ao aumento da produção e a utilização mais eficiente do alimento.

7 CONCLUSÕES GERAIS

- A densidade de 143 peixes/m³ (40 peixes/tanque) não afeta o desempenho e os níveis de cortisol plasmático dos juvenis de jundiá e carpa húngara criados em policultivo utilizando sistema de recirculação de água;
- A inclusão de 20% de aveia descascada ou de farelo de arroz desengordurado (FADE) não afeta o crescimento, rendimento de cortes e índices digestivos de juvenis de carpa húngara e jundiá em monocultivo, logo podem ser utilizados como ingredientes alternativos em dietas;
- A composição de carcaça e o metabolismo das espécies estudadas foram influenciados pela inclusão de 20% de FADE ou aveia descascada nas dietas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, M. Z.; JAUNCEY, K. Optimal dietary carbohydrate to lipid ratio in African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). **Aquaculture International**, Netherlands, v.12, n. 2, p. 169-180, Mar. 2004.

BARCELLOS, L. J. G. et al. Nursery rearing of jundiá, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard) in cages: cage type, stocking density and stress response to confinement. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 232, n. 1-4, p. 383-394, Apr. 2004.

_____; SOUZA, S. M. G.; WOEHL, V. M. Estresse em peixes: fisiologia da resposta ao estresse, causas e conseqüências (Revisão). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 99-111, jan./jun. 2000.

BARTON, B. A. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. **Integrative and Comparative Biology**, Oxford, v. 42, n. 3, p. 517-525, July 2002.

BRAUGE, C.; CORRAGE G.; MÉDALE F. Effect of dietary levels of lipid and carbohydrate on growth performance, body composition, nitrogen excretion and plasma glucose levels in rainbow trout reared at 8 or 18°C. **Reproduction Nutrition Development**, France, v. 35, n. 3, p. 277-290, May/June. 1995.

BRENNER, E. A. **Genética da distribuição de grãos nuda em panículas de aveia hexaplóide (*Avena sativa* L.)**. Porto Alegre, 2007. 80 f. Dissertação (Mestre em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

BURKERT, D. et al. Rendimentos do processamento e composição química de filés de surubim cultivado em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1137-1143, jul. 2008.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. 430 p.

CORRÊIA, V. et al. Crescimento de jundiá e carpa húngara criados em sistema de recirculação de água. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1533-1539, ago. 2009.

COTRIM, D. et al. **Agricultura sustentável: rizipiscicultura : manual prático**. Porto Alegre: EMATER, 2001, 7 p.

D'SILVA, A. M.; MAUGHAN, O. E. Polyculture of channel catfish and blue tilapia in cages. **The Progressive Fish-culturist**, Bethesda, v. 54, n. 2, p. 108-111, Apr. 1992.

ELLIS, T. et al. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. **Journal of Fish Biology**, London, v. 61 n. 3, p. 493–531, Sept. 2002.

FRACALLOSSI, D. M. et al. O Mito da onivoria do Jundiá. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 100, p. 36-40, mar./abr. 2007.

_____; ZANIBONI FILHO, E. MEURER, S. No rastro das espécies nativas. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 74, p. 43-49, 2002.

FRANCIS, G.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 199, n. 3-4, p. 197-227, Aug. 2001.

FRÉCHETTE, M. A comment on the methodology of stocking experiments. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 250, n. 1-2, p. 291-299, Nov. 2005.

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

GIVENS, D. I. et al. Effect of variety, nitrogen fertiliser and various agronomic factors on the nutritive value of husked and naked oats grain. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 113, n. 1-4, p. 169–181, Mar. 2004.

GOMES, L. C. et al. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (TELEOSTEI, PIMELODIDAE). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 179-185, jan./mar. 2000.

HEMRE, G-I.; HANSEN, T. Utilization of different dietary starch sources and tolerance to glucose loading in Atlantic salmon (*Salmo salar*), during parr-smolt transformation. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 161, n. 1-4, p. 145-157, Feb. 1998.

_____ ; MOMMSEN, T. P. ; KROGDAHL, A. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 175-194, Sept. 2002.

HERNÁNDEZ, M.; TAKEUCHI, T.; WATANABE, T. Effect of gelatinized corn meal as a carbohydrate source on growth performance, intestinal evacuation, and starch digestion in common carp. **Fisheries Science**, Oxford, v. 60, n. 5, p. 579-582, Sept./Oct. 1994.

HONORATO, C. A. et al. Effects of processing on physical characteristics of diets with distinct levels of carbohydrates and lipids: the outcomes on the growth of pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 16, n. 1, p. 91-99, Feb. 2009.

JENA, J. K. et al. Evaluation of production performance in carp polyculture with different stocking densities and species combinations. **Journal of Applied Ichthyology**, Oxford, v. 18, n. 3, p. 165-171, June 2002.

KESHAVANATH, P.; MANJAPPA, K.; GANGADHARA, B. Evaluation of carbohydrate rich diets through common carp culture in manured tanks. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 169-174, Sept. 2002.

KESTEMONT, P. Different systems of carp production and their impacts on the environment. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 129, n. 1-4, p. 347-372, Jan. 1995.

KROGDAHL, A.; HEMRE, G. 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.

LIMA, L. C. et al. Estresse em peixes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 30, n. 3-4, p. 113-117, jul./dez. 2006.

LITI, D. M. et al. Growth and economic performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed on three brans (maize, wheat and rice) in fertilized ponds. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 12, n. 3, p. 239-245, June 2006.

LUTZ, C. G. Polyculture: principles, practices, problems and promise. **Aquaculture Magazine**, Asheville, v. 29, n. 2, p. 34-39, Mar./Apr. 2003.

NORTH, B. P. et al. The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 255, n. 1-4, p. 466–479, May 2006.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; FRACALLOSSI, D. M. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1581-1587, jul./ago. 2006.

OLIVEIRA, R. F.; GALHARDO, L. Sobre a aplicação do conceito de bem-estar a peixes teleósteos e implicações para a piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, supl. 0, p. 77-86, jul. 2007.

PAPOUTSOGLOU, S. E. et al. Effects of stocking density on behavior and growth rate of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles reared in a closed circulated system. **Aquacultural Engineering**, Oxford, v. 18, n. 2, p. 135–144. Aug. 1998.

_____ et al. Growth and physiological changes in scaled carp and blue tilapia under behavioral stress in mono- and polyculture rearing using a recirculated water system. **Aquaculture International**, Netherlands, v. 9, n. 6, p. 509-518, Nov. 2002.

PESTANA, V. R.; MENDONÇA, C. R. B.; ZAMBIAZI, R. C. Farelo de arroz: características, benefícios à saúde e aplicações. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 26, n. 1, p. 29-40, jan./jun. 2008.

PIAIA, R.; BALDISSEROTTO, B. Densidade de estocagem e crescimento de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 509-513, maio/jun. 2000.

POLI, C. R.; ARANA, L. V. Qualidade da água em aqüicultura. In: _____ et al. **Aqüicultura: experiências brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2004. p. 45-72.

RAWLES, S. D.; LOCHMANN, R. Effects of amylopectin/amylose starch ratio on growth, body composition and glycemic response of sunshine bass *Morone chrysops* ♀ × *M. saxatilis* ♂. **Journal of the World Aquaculture Society**, Oxford, v. 34, n. 3, Sept. 2003.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186 p.

ROWLAND, S. J. et al. Effects of stocking density on the performance of the Australian freshwater silver perch (*Bidyanus bidyanus*) in cages. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 253, n. 1-4, p. 301–308, Mar. 2006.

SAMMOUTH, S. et al. The effect of density on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) performance in a tank-based recirculating system. **Aquacultural Engineering**, Oxford, v. 40, n. 2, p. 72–78, Mar. 2009.

SAOUD, I. P.; GHANAWI J.; LEBBOS N. Effects of stocking density on the survival, growth, size variation and condition index of juvenile rabbitfish *Siganus rivulatus* **Aquaculture International**, Netherlands, v. 16, n. 2, p. 109–116, Apr. 2008.

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

SILVA, L. B. et al. Introduction of jundia *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard) and Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) increases the productivity of carp polyculture in southern Brazil. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 39, n. 5, p. 542-551, Mar. 2008.

SILVEIRA, U. S.; LOGATO, P. V. R.; PONTES, E. C. Utilização e metabolismo dos carboidratos em peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 6, n. 1, p. 817-836, jan./fev. 2009. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/079V6N1P817_836_JAN2009_.pdf. Acesso em: 02 out. 2009.

STEFFENS, W. **Princípios fundamentais de la alimentacion de los peces**. Zaragoza: Ed. Acribia, 1987. 275 p.

SVIHUS, B.; UHLEN, A. K.; HARSTAD, O. M. Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: A review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 122, n. 3-4, p. 303-320, Sept. 2005.

TAKEUCHI, T.; HERNÁNDEZ, M. ; WATANABE, T. Nutritive value of gelatinized corn meal as a carbohydrate source to grass carp and hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Fisheries Science**, Oxford, v. 60, n. 5, p. 573-577, Oct. 1994.

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, 2004. p. 267-305.

TEICHERT-CODDINGTON, D. R. Effect stocking ratio on semi-intensive polyculture of *Colossoma macroporum* and *Oreochromis niloticus* in Honduras, Central America. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 143, n. 3-4, p. 291–302, Aug. 1996.

TOKO, I. et al. Rearing of African catfish (*Clarias gariepinus*) and vundu catfish (*Heterobranchus longifilis*) in traditional fish ponds (whedos): Effect of stocking density on growth, production and body composition. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 262, n. 1, p. 65–72, Feb. 2007.

URBÁNEK, M. et al. Investigation of fat content in market common carp (*Cyprinus carpio*) flesh during the growing season. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, in press DOI: 10.1111/j.1365-2095.2009.00690.x

VOLPATO, G. L.; FERNANDES, M. O. Social control of growth in fish. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, São Paulo, v. 27, p. 797–810, 1994.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, jul. 2008.

WEBSTER, C. D.; LIM, C. Introduction to fish nutrition. In: WEBSTER, C. D. and LIM, C. **Nutrient requirement and feeding of finfish for aquaculture**. London, CABI Publishing, 2002. cap. 1, p. 1-27.