

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

**FIBRA NA ALIMENTAÇÃO DO JUNDIÁ  
(*Rhamdia quelen*)**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Fabio de Araújo Pedron**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2006**

**FIBRA NA ALIMENTAÇÃO DO JUNDIÁ**  
**(*Rhamdia quelen*)**

por

**Fabio de Araújo Pedron**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal – Nutrição de Peixes, 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**

**2006**

Pedron, Fabio de Araújo, 1981

P372f

Fibra na alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*) / por Fabio de Araújo Pedron ; orientador João Radünz Neto. - Santa Maria, 2006.

64 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2006.

1. Zootecnia 2. Carboidrato 3. Digestibilidade 4. Tanque-rede 5. *Rhamdia quelen* 6. Fibra em detergente neutro 7. Temperatura da água I. Radünz Neto, João, orient. II. Título

CDU: 639.3.043

Ficha catalográfica elaborada por  
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

**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

**FIBRA NA ALIMENTAÇÃO DO JUNDIÁ  
(*Rhamdia quelen*)**

elaborada por  
**Fabio de Araújo Pedron**

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

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

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

---

**Leila Picolli da Silva, Dr<sup>a</sup>. (UFSM)**

---

**Silvia Maria Guimarães de Souza, Dr<sup>a</sup>. (UFRGS)**

**Santa Maria, 27 de Novembro de 2006**

*“Dedico esse trabalho ao meu grande amigo  
Fabiano Camargo Ferreira e sua família, pelo  
exemplo de Fé e força de vontade em se recuperar e  
continuar nos dando dias de alegria. Por mostrar  
que quando queremos uma coisa, devemos acreditar  
e correr para buscá-la! A felicidade é a gente quem  
faz! Valeu Seco!”*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por tudo.

Agradeço a minha namorada Viviani Corrêia, pelo apoio, pelo auxílio incansável nos experimentos e principalmente pelo carinho e refúgio nos momentos difíceis. Com certeza o mérito deste trabalho também é seu.

Aos meus pais, Aldo Pedron e Ceres Pedron, por não medirem esforços em possibilitar os estudos dos filhos e por todo o amor e incentivo sempre presente. Aos meus irmãos Fabrício (Jose e Lelli), Fernanda e Flávia, pelo apoio. Minha gratidão não tem tamanho.

Duas pessoas que são muito importantes, meus avós, Elaine e Fernando Araújo, sempre prontos para tudo e com amor e carinho em todos os momentos, amo vocês.

Agradeço ao Prof. João Radünz Neto pelos ensinamentos, amizade, caráter e principalmente na confiança depositada em mais uma jornada.

Uma pessoa que me ajudou muito na fase de redação deste trabalho, Profa. Leila Picolli da Silva, muito obrigado pela ajuda e por estar sempre disposta em participar. Também à Jaqueline Ineu Golombieski pelo apoio no NIDAL.

A Profa. Tatiana Emanuelli pelo auxílio com as análises de composição química dos peixes. E ao André de Moura Victório, quem realizou as análises, e pela amizade.

Aos Profs. Paulo Alberto Lovatto e Bernardo Baldisserotto, pelos ensinamentos e sempre dispostos em ajudar.

A secretária Olirta Giuliani, pelo auxílio durante o curso e pela amizade.

Aos colegas de mestrado (todos) pela amizade.

A empresa Giovelli & Cia Ltda. e a Vitagri Nutrição Animal pela doação de ingredientes, muito obrigado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos. Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Tecnologia (CNPq) por custeio de materiais de consumo.

Finalmente um agradecimento especial para a família do Laboratório de Piscicultura: Rafael, Parra, Giovani, Cátia, Fernando, Suzete, Cristiano, Maria e Filippetto, pelo auxílio nos experimentos e principalmente pela amizade e momentos de alegria, pois lá eu me sinto em casa.

# RESUMO

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

## FIBRA NA ALIMENTAÇÃO DO JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*)

Autor: Fabio de Araújo Pedron

Orientador: João Radünz Neto

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 27 de Novembro de 2006.

O objetivo deste trabalho foi estudar a fração fibrosa da dieta sobre o crescimento, parâmetros digestivos e na carcaça de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), durante 120 dias de criação. Foram realizados 2 experimentos, um com criação em tanque-rede e um ensaio de digestibilidade. Para o experimento de crescimento foram utilizados 18 tanques-rede (1m<sup>3</sup>), em um viveiro de terra de 0,1 ha. Os 450 peixes (peso médio inicial de 129,11±7,8g) foram distribuídos ao acaso nos tanques-rede (25 peixes/tanque). Avaliou-se 6 tratamentos (com 3 repetições) em que foram testados 2 fontes (casca de soja e casca de algodão) e 3 níveis de fibra (4, 7, 10%) na dieta. A cada 20 dias foram realizadas pesagens e medições para o acompanhamento do crescimento. Foram estimadas as variáveis: peso final (g), comprimento total (cm), ganho em peso diário (g/dia), biomassa (kg), sobrevivência (%), rendimento de carcaça e de filé (%), índices digestivo-somático e hepato-somático (%), quociente intestinal (%). Com os valores de composição química do filé, foram calculadas a deposição de proteína e de gordura no filé. O segundo estudo foi um ensaio de digestibilidade das dietas do experimento de crescimento, em que se utilizou 48 jundiás (peso médio inicial=165,45±5,30g) instalados em um sistema de recirculação de água, termoregulado, contendo 6 tanques de formato cônico com capacidade para 200L. Foi adicionado às dietas 0,5% de óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como marcador inerte. As amostras, após as coletas, foram secas em estufa e analisadas pelo método de Weende e fibra em detergente neutro. Foi estimado a digestibilidade aparente da proteína bruta, extrato etéreo, matéria seca e fibra (FDN), em 2 temperaturas da água. Não foi verificado efeito dos fatores estudados (fontes e níveis de fibra) para as variáveis de desempenho produtivo. Para a composição química, a casca de soja na alimentação proporcionou maior acúmulo de lipídios e de matéria mineral nos filés dos peixes (P<0,05). Houve efeito linear decrescente com o aumento dos níveis de fibra das dietas com casca de soja para deposição de proteína no filé (P<0,05). Os valores de digestibilidade dos nutrientes se mostram mais baixos quando a temperatura da água é 18°C, comparados com temperatura da água em 28°C. A dieta com casca de soja (10% FB) obteve diminuição na digestibilidade da proteína bruta e do extrato etéreo, em 18°C. A digestibilidade da matéria seca e FDN têm o mesmo comportamento para as fontes de fibra testadas, sendo que a dieta com casca de algodão em 10% mostra valores menores. Conclui-se que as fontes e os níveis de fibra estudados não afetam o desenvolvimento de jundiás criados em tanques-rede. A digestibilidade dos nutrientes das dietas é maior com temperatura da água em 28°C.

Palavras chave: Carboidratos, digestibilidade, tanque-rede, *Rhamdia quelen*, fibra em detergente neutro, temperatura da água.

## ABSTRACT

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

### **FIBER IN FEEDING OF JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*)**

Author: Fabio de Araújo Pedron

Adviser: João Radünz Neto

Date and Defense Place: Santa Maria, November 27<sup>th</sup>, 2006.

Two experiments were accomplished to study the crude fiber effect on the growth, digestive parameters, and yield and carcass quality of jundiá (*Rhamdia quelen*) juveniles. Six treatments were evaluated (3 replications) in which 2 sources (soy hull and cotton hull) and three levels of crude fiber (4,7,10%) were tested. In the first trial (120 days), 450 fish (129,11±7,8 g) were randomly distributed in 18 net cages with 1m<sup>3</sup> at densities of 25 fish/cage, in 0.1 ha earth fishpond to verify the growth performance: weight, total length, weight gain (g/day), biomass, survival, carcass and fillet yield, digestive and hepatic-somatic indexes, intestinal quotient, with the chemical composition values of fillet, protein and fat deposition on fillet were calculated. No difference was detected in the growth performance. Fish fed with soy hull diets presented more fat and mineral accumulation on fillets (P<0.05). Decreasing linear effect on deposition of protein in fillet was detected with soy hull crude fiber increasing (P<0.05). In the second trial (digestibility essay) 48 fish (165.45 ±30g) were maintained in a water reuse system with 6 conic tanks (200L each). Was added 0.5% of chromo oxide (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) as an inert marker in the same diets. The feces were collected and dried, to estimate apparent digestibility of crude protein, ether extract, drying material and neutral detergent fiber (NDF), in two water temperatures (18° C and 28° C). The digestibility values of nutrients showed themselves lower when water temperature is 18° C, compared to water temperature in 28° C. Soy hull (10%FB) causes reduction in crude protein digestibility and ether extract digestibility with 18°C. NDF and dry matter digestibility have the same behavior for the tested fiber sources, excepted to cotton hull 10%. In conclusion, the sources and fiber levels did not affect the jundiá's performance. The nutrients digestibility is better with 28°C water temperature.

Key words: Carbohydrates, digestibility, net cages, *Rhamdia quelen*, neutral detergent fiber, water temperature.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Composição das dietas experimentais expressa em percentagem.....	21
TABELA 2 - Variáveis de crescimento dos jundiás até os 60 dias de experimento...	30
TABELA 3 - Variáveis de crescimento dos jundiás dos 60 aos 120 dias de criação.	31
TABELA 4 - Variáveis de carcaça de jundiás alimentados com fontes e níveis de fibra na dieta .....	32
TABELA 5 - Composição centesimal dos filés de jundiá alimentados com fontes e níveis de fibra bruta na dieta .....	34
TABELA 6 - Deposição de proteína e gordura nos filés de jundiá aos 120 dias .....	35

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Carboidratos das plantas.....	16
FIGURA 2 - Temperatura da água durante o experimento de criação.....	28
FIGURA 3 - Crescimento dos peixes no período experimental.....	29
FIGURA 4 - Digestibilidade da matéria seca para as fontes de fibra.....	38
FIGURA 5 - Digestibilidade da fibra em detergente neutro para as fontes de fibra...	39
FIGURA 6 - Digestibilidade da proteína bruta para as fontes de fibra.....	40
FIGURA 7 - Digestibilidade do extrato etéreo para as fontes de fibra.....	41
FIGURA 8 - pH das fezes dos jundiás.....	42

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Instalações experimentais - Crescimento em tanque-rede.....	53
ANEXO 2 - Exemplar de jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> ).....	53
ANEXO 3 - Instalações experimentais - Ensaio de digestibilidade.....	54
ANEXO 4 - Instalações experimentais - vista das mangueiras de coleta.....	54
ANEXO 5 - Casca de soja.....	55
ANEXO 6 - Casca de algodão.....	55
ANEXO 7 - Dietas experimentais.....	55
ANEXO 8 - Heterogeneidade dos peixes após 120 dias experimentais.....	56
ANEXO 9 - Roteiro da determinação da matéria seca total e matéria mineral.....	57
ANEXO 10 - Roteiro da determinação da proteína bruta.....	58
ANEXO 11 - Roteiro da determinação do extrato etéreo.....	59
ANEXO 12 - Roteiro da determinação da fibra bruta.....	60
ANEXO 13 - Roteiro da digestão do óxido de cromo.....	61
ANEXO 14 - Roteiro da determinação de gordura (filés).....	62
ANEXO 15 - Roteiro da determinação de fibra em detergente neutro (FDN).....	63
ANEXO 16 - Roteiro da determinação do pH das fezes.....	64

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	14
2.1. Jundiá ( <i>Rhamdia quelen</i> , Heptapteridae) .....	14
2.2. Fibra .....	15
2.3. Fibra na alimentação .....	16
2.4. Digestibilidade e velocidade de passagem .....	17
3. MATERIAL E METODOLOGIA .....	20
3.1. Local e época .....	20
3.2. Crescimento em tanques-rede .....	20
3.2.1. Instalações .....	20
3.2.2. Animais .....	20
3.2.3. Dietas experimentais .....	20
3.2.4. Manejo alimentar .....	22
3.2.5. Qualidade da água .....	22
3.2.6. Coletas de dados e variáveis avaliadas .....	22
3.2.7. Delineamento experimental e análise estatística .....	24
3.3. ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE .....	25
3.3.1. Instalações .....	25
3.3.2. Qualidade da água .....	25
3.3.3. Animais .....	25
3.3.4. Dietas experimentais .....	26
3.3.5. Manejo alimentar .....	26
3.3.6. Coletas e análises laboratoriais .....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
4.1. Influência da fibra sobre o crescimento em tanques-rede .....	28
4.2. Influência da fibra na digestibilidade .....	35
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	43
6. CONCLUSÕES .....	45
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46
8. ANEXOS .....	52

## 1. INTRODUÇÃO

A aqüicultura brasileira vem aumentando gradativamente ao longo dos anos. De 2003 para 2004 o crescimento médio foi de 2% com um total de 269.697,5 toneladas, representando 26,5% da produção total (IBAMA, 2005). Os peixes de água doce tem participação significativa na produção em águas continentais, com destaque de algumas espécies nativas com boas características para a criação em cativeiro (Crescêncio, 2004).

Dentre as espécies brasileiras, o jundiá (*Rhamdia quelen*) é adaptado a diferentes ambientes e vem apresentando bons resultados em cultivo, principalmente em regiões mais frias. É um peixe de fácil reprodução, com boa resistência ao manejo, hábito alimentar onívoro, que contribui para a aceitação de alimentos artificiais (Radünz Neto, 2004; Barcellos et al., 2004; Carneiro & Mikos, 2005). Além disso, apresenta excelente aceitação pelo mercado consumidor, tanto para pesca esportiva quanto para alimentação, com características propícias ao processamento (Carneiro, 2004).

Para o sucesso no cultivo intensivo desta espécie, é necessária a formulação de rações balanceadas e com ingredientes de boa qualidade. Pesquisas com jundiá especificam suas exigências em alguns nutrientes (Meyer & Fracalossi, 2004; Salhi et al., 2004; Lazzari et al., 2006). Entretanto, sobre a fração fibrosa da alimentação não existem informações.

Espécies com hábito alimentar herbívoro, como a carpa-capim, (*Ctenopharyngodon idella*) e onívoro, como a piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*), têm maior capacidade de tolerar níveis elevados de fibra na dieta, por possuírem o sistema digestório adaptado à digestão de alimentos de origem vegetal, geralmente mais fibrosos.

Os ingredientes de origem vegetal vêm sendo utilizados como matéria-prima na formulação de rações por terem composição química homogênea, facilidade de obtenção e preços mais baixos quando comparados aos de origem animal. Porém a fração fibrosa existente nestes ingredientes pode intervir no aproveitamento do alimento pelos peixes. Esta é indigestível por secreções gástricas do animal, mas parcialmente digerida por microorganismos presentes no trato gastrintestinal e em

excesso na dieta, causa diminuição na eficiência alimentar e no crescimento (Tacon, 1989).

Neste contexto, é necessário conhecer o efeito de diferentes fontes e níveis de fibra da dieta no crescimento e nos parâmetros produtivos de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Jundiá (*Rhamdia quelen*, Heptapteridae)

O jundiá é encontrado em quase toda a América do Sul e Central. No ambiente natural, vive em lagos e poços fundos dos rios, dando preferência a águas calmas e com fundo arenoso e argiloso (Baldisserotto, 2004; Gomes et al., 2000).

A criação em tanques-rede viabiliza o cultivo dessa espécie em grandes reservatórios e locais de difícil implantação de sistemas convencionais. Esse sistema de criação possui constante renovação de água, possibilitando altas densidades de estocagem. Barcellos et al. (2004) testaram diferentes densidades de estocagem do jundiá em tanques-rede, usando 100, 200, 300 alevinos/m<sup>3</sup>, com peso inicial entre 10 e 15 g. Os autores mostraram que o número de 100 alevinos/m<sup>3</sup> permitiu melhor desenvolvimento.

Os peixes em tanques-rede são impossibilitados de procurar por alimentos naturais que possam suprir alguma deficiência nutricional apresentada pela dieta fornecida, desta forma todos os nutrientes exigidos pelos peixes devem estar contidos na ração oferecida (Carneiro, 2004). Esse mesmo autor comenta que ainda são poucos os trabalhos sobre o desempenho produtivo do jundiá em tanques-rede, porém alguns estudos apontam a sua rápida adaptação a este sistema intensivo de criação, adequando-se às condições de manejo e alimentação.

O jundiá possui hábito alimentar onívoro bastante variado, com preferência por peixes, crustáceos, insetos, restos vegetais e detritos orgânicos (Gomes et al., 2000). Essa característica facilita a aceitação de alimento artificial (ração) elaborado com diferentes ingredientes, tanto de origem animal como de origem vegetal. Na alimentação de pós-larvas, o alimento natural (plâncton) tem grande importância, pois promove rápido crescimento em viveiros externos.

Com dietas preparadas, Piaia & Radünz Neto (1997) observaram bom desenvolvimento de pós-larvas alimentadas com levedura de cana (*Saccharomyces cerevisiae*) e fígado bovino como fontes protéicas. Já como fontes lipídica a lecitina de soja proporciona bom desenvolvimento (Uliana et al., 2001).

Em relação às exigências nutricionais de alevinos Meyer & Fracalossi (2004) utilizando dietas semipurificadas, observaram que aquelas contendo 33% e 37% de proteína bruta com 3650 e 3200 kcal EM/kg, respectivamente, proporcionam melhor

crescimento. Salhi et al. (2004) concluíram que a exigência de proteína e energia na ração fica em torno de 37% e 3400 kcal ED/kg de ração, respectivamente. Entre os ingredientes utilizados em rações, são mais eficientes como fonte de proteína a farinha de carne e ossos ou farinha de peixe combinados com farelo de soja, quando comparados a dietas contendo somente farelo de soja (Lazzari et al., 2006). Sobre a utilização de lipídios, utilizando banha suína, óleo de soja e óleo de canola em dois níveis 5 e 10%, Melo et al. (2002) concluíram que as fontes e os níveis testados não afetaram o crescimento, mas alteraram o rendimento de carcaça dos alevinos.

Como visto, alguns estudos sobre exigências nutricionais de jundiá vem sendo desenvolvidos nos últimos anos, porém, sem abordar o efeito da fibra sobre os parâmetros produtivos dessa espécie.

## **2.2. Fibra**

Os carboidratos são os principais constituintes das plantas, suas características nutritivas dependem da sua composição (figura 1) e de fatores de natureza físico-química. Neste contexto, são agrupados em duas grandes categorias: estruturais e não estruturais (Van Soest, 1994; citado por Teixeira et al., 2001). Os carboidratos estruturais (fibra) formam a parede celular das plantas e são constituídos pela celulose, hemiceluloses e substâncias pécticas. A lignina constitui um polímero fenólico que se associa aos carboidratos estruturais (celulose e hemiceluloses) durante o processo de formação da parede celular, alterando a digestibilidade destes carboidratos (Teixeira et al., 2001).

A forma de expressar os carboidratos estruturais pela determinação da fibra, deve-se levar em conta a metodologia utilizada.

A fibra bruta (FB) pelo método de Weende, é metodologia limitante, pois parte da hemicelulose e lignina são solubilizadas nas digestões ácida e alcalina, subestimando os valores reais de fibra.

A fração de fibra em detergente neutro (FDN) inclui celulose, hemiceluloses e lignina como principais componentes (Van Soest et al., 1991; Teixeira et al., 2001), porém, não estima a fração solúvel da fibra.

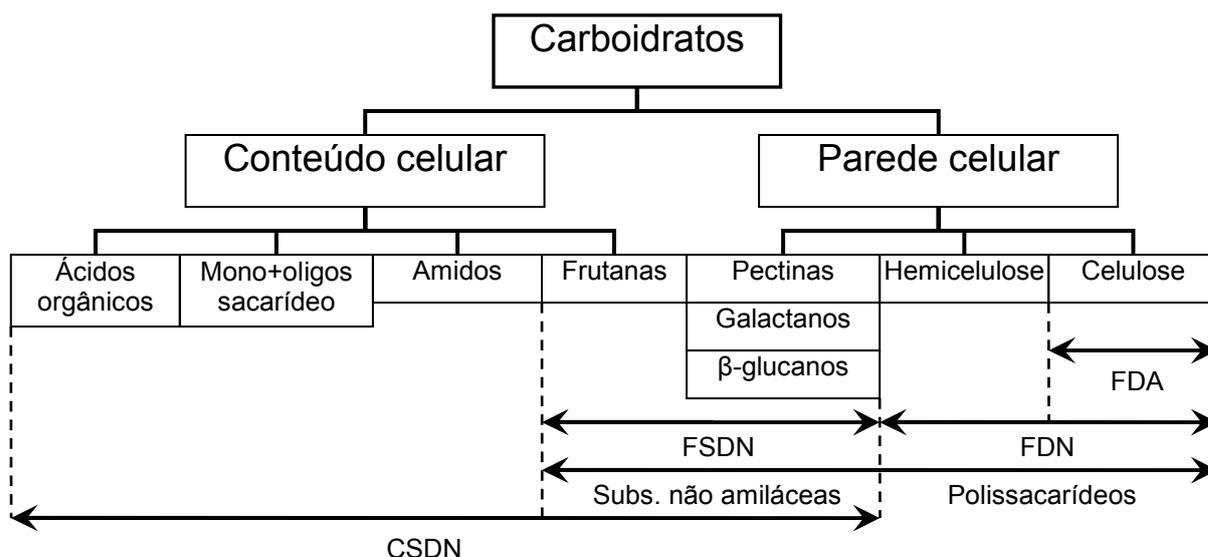


Figura 1 - Carboidratos das plantas. FDA=fibra em detergente ácido, FDN= fibra em detergente neutro, CSDN=carboidratos solúveis em detergente neutro, FSDN= fibra solúvel em detergente neutro (Adaptado de Hall, 2001, citado por Teixeira et al., 2001).

Existe também a possibilidade de fracionar a fibra em solúvel e insolúvel. A fibra solúvel é composta pelas hemiceluloses solúveis e pectina (Van Soest et al., 1991). A fibra insolúvel é formada pela celulose, hemiceluloses insolúveis, lignina e outros compostos.

Nos peixes, os compostos fibrosos são sujeitos a digestão por hidrólise ácida no estômago e especialmente pelas enzimas da flora microbiana intestinal (Kaushik, 2001). O excesso de fibra na dieta diminui a digestibilidade dos nutrientes e aumenta a produção de resíduo fecal, contribuindo para a poluição do ambiente aquático. As soluções para esse problema é utilizar dietas com alta digestibilidade e com conteúdo de fibra limitado (NRC, 1993).

### 2.3. Fibra na alimentação

No ambiente natural, os peixes procuram alimentos que completem suas exigências nutricionais, o que não ocorre em ambientes confinados. Para se obter melhor eficiência alimentar, é necessária a integração de fatores como características fisiológicas, hábito alimentar e exigência nutricional da espécie em cultivo, além da composição química e da disponibilidade de nutrientes dos ingredientes da ração completa (Lanna et al., 2004a). O percentual de fibra na

alimentação afeta os parâmetros produtivos dos peixes, pois está diretamente ligada a digestão e absorção dos nutrientes.

Em relação ao crescimento, Meurer et al. (2003) testando diferentes níveis de FB em dietas para tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) mostraram que os níveis de 3,65 a 8,50% não interferem no desenvolvimento dos peixes, concordando com Anderson et al. (1984), e também com Lanna et al. (2004b) que testaram, para a mesma espécie, rações com diferentes níveis de FB (6,0; 9,0 e 12,0%) com e sem óleo, e concluíram que pode-se utilizar até 9% de FB na dieta. Utilizando carboximetilcelulose como fonte de FB dietária em 5 níveis (0,0; 3,0; 6,0; 9,0 e 12,0%), Morita et al. (1982 citado por Shiau, 1997) mostram que os níveis de 3,0 a 6,0% de fibra bruta proporcionam melhores resultados de ganho em peso e eficiência alimentar em *red sea bream*, comparando com os demais níveis.

Garcia et al. (1999) testando o efeito da fibra sobre o desempenho da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), utilizaram dietas contendo 32% de PB e 3300 kcal/kg de ração e níveis crescentes de fibra bruta (5,0; 7,0; 8,0 e 9,0%), onde teores mais elevados proporcionaram melhores resultados de crescimento. O mesmo foi observado para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) que foram alimentados com rações contendo 3,0; 5,0; 7,0 e 9,0% de fibra bruta. A dieta com 9,0% de fibra bruta mostrou melhores resultados de ganho em peso, eficiência alimentar e conversão alimentar (Zanoni, 1996).

Sobre fontes de fibra bruta, Hayachi et al. (2000) testaram bagaço de cana, bagaço de cana hidrolizado, casca de arroz e sabugo de milho em rações para tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*), e afirmaram que o sabugo de milho e o bagaço de cana hidrolizado proporcionam maior crescimento, em relação às outras fontes. Conforme estes mesmos autores, as diferenças encontradas entre os tratamentos podem ser explicadas pelo fato de haver grande variação em relação aos componentes da porção FB das fontes avaliadas que podem influenciar de maneira significativa o desempenho dos animais.

#### **2.4. Digestibilidade e velocidade de passagem**

O conhecimento dos coeficientes de digestibilidade dos alimentos tem grande importância para avaliar seu valor nutricional (Bomfim & Lanna, 2004). Um dos métodos para determinação dos coeficientes de digestibilidade é o direto, que

envolve coleta total das fezes. Esse método praticamente não é utilizado, pois o ambiente aquático dificulta a coleta e ocasiona perdas do material fecal. O outro é o indireto, que consiste em coleta de amostra representativa do material fecal e estimada a digestibilidade pela diferença de concentração do marcador externo.

Os materiais utilizados como marcadores são totalmente indigestíveis e utilizados em pequenas quantidades nas rações, entre 0,01 e 0,5%. O mais usado é o óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), em função da inércia química em sistemas digestórios (Bremer Neto et al., 2003).

O método de coleta de fezes mais utilizado em experimentação para peixes é o sistema por sedimentação. Nesse método, utilizam-se tanques em forma de cone e as fezes descem por gravidade até o reservatório onde se faz a coleta, evitando o contato direto com os peixes, diminuindo assim o estresse.

Quando falamos de digestibilidade em peixes devemos considerar a fase de vida ou tamanho, pois peixes jovens possuem comportamento fisiológico e digestivo diferenciado de adultos. Existem muitos estudos sobre digestibilidade de ingredientes para rações de peixes (Esquivel et al., 1998; Boscolo et al., 2002; Pezzato et al., 2002; Gonçalves & Carneiro, 2003; Lanna et al., 2004a; Bomfim & Lanna, 2004; Oliveira Filho, 2005; Glencross et al., 2005), que demonstram que cada espécie tem eficiência digestiva diferenciada para cada tipo de alimento. Oliveira Filho (2005) determinou o coeficiente de digestibilidade do farelo de soja, glútem de milho, quirera de arroz, farinha de peixe e milho para juvenis de jundiá, e concluiu que peixes dessa espécie digerem melhor os ingredientes ricos em proteína bruta do que os energéticos. Em grande maioria, os trabalhos científicos desse tipo são realizados com peixes jovens (alevino ou juvenil).

O efeito da fibra sobre a digestibilidade dos alimentos, deve-se ao fato dessa fração alterar a taxa de utilização dos nutrientes, por modificar o tempo de esvaziamento gástrico, agir na motilidade e trânsito intestinal, podendo atuar na atividade de enzimas digestivas. Também, interagir com a parede intestinal, modificando a absorção dos nutrientes (Tacon, 1989).

Utilizando celulose como fonte de fibra em dietas purificadas, Lanna et al. (2004a) testaram níveis crescentes de fibra bruta (2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5%) e descobriram que níveis até 5,0% não diminuíram a digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta, e 7,5% não diminuiu a digestibilidade aparente do extrato etéreo, para tilápia do nilo. Esquivel et al. (1998) trabalhando com alevinos

de piracanjuba alimentados com rações variando os níveis de fibra bruta (5,0; 7,0; 8,0; 9,0%) concluíram que o nível de 9,0% de fibra bruta em dietas práticas, diminuiu o tempo médio de passagem, interferindo no aproveitamento dos nutrientes, e piorando a digestibilidade aparente da proteína bruta.

O tempo de permanência do alimento no sistema digestório esta diretamente ligada a digestibilidade. É importante conhecer o tempo de esvaziamento do trato digestivo nos peixes, pois ele determinará quando o peixe irá se alimentar novamente. Peixes que esvaziam mais rapidamente o intestino apresentam maior apetite, ou seja, precisam ser alimentados com maior frequência (Rotta, 2003). O esvaziamento do trato digestivo depende de fatores como temperatura da água (velocidade dos processos fisiológicos), tamanho ou fase de vida, estresse e tipo de alimento ingerido. Um dos fatores que influenciam a peristalsia é o estiramento da parede intestinal, sendo o tamanho da contração proporcional ao grau de estiramento (Rotta, 2003).

Com dietas contendo níveis crescentes de fibra bruta, essa fração por se manter intacta no sistema digestório, aumenta linearmente a velocidade de passagem do alimento (Lanna et al., 2004a; Meurer et al., 2003; Esquivel et al., 1998).

### **3. MATERIAL E METODOLOGIA**

#### **3.1. Local e época**

Neste trabalho foram realizados dois experimentos, um de crescimento em tanques-rede (item 4.2) e um ensaio de digestibilidade (item 4.3). Ambos foram realizados no Laboratório de Piscicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, localizado em Santa Maria – RS (latitude 29° 43' sul e longitude 53° 42' oeste, com altitude média de 95m do nível do mar). O período de realização dos experimentos foi entre os meses de dezembro de 2005 e julho de 2006, com duração de 120 dias para o de crescimento e 60 dias para o ensaio de digestibilidade.

#### **3.2. CRESCIMENTO EM TANQUES-REDE**

##### **3.2.1. Instalações**

Foram utilizados 18 tanques-rede de 1m<sup>3</sup> cada, dispostos em linha com 1m de distância entre tanques. Estes foram colocados em viveiro de terra com aproximadamente 0,1 ha de lâmina d'água e 1,8m de profundidade. Com sistema de aeração (aerador de pás, Bernauer B105) e embarcação (Chata 500 Levefort) para facilitar o manejo e o acesso aos tanques-rede (Anexo 1). Cada tanque-rede perfazia uma unidade experimental.

##### **3.2.2. Animais**

Foram utilizados 450 jundiás *Rhamdia quelen* – Heptapteridae (Anexo 2), todos de mesma desova com peso médio inicial de 129,11 ± 7,81g e comprimento total inicial de 23,5 ± 0,6cm. Foram distribuídos 25 peixes por unidade experimental, constituindo 3,23kg/m<sup>3</sup>. O período de adaptação aos tanques-rede e ao manejo diário antes do início do experimento foi de 21 dias.

##### **3.2.3. Dietas experimentais**

Os tratamentos foram constituídos de 6 dietas isoprotéicas (32%), com duas fontes (casca de soja e casca de algodão - Anexos 5 e 6) e três níveis (4, 7 e 10%)

de fibra bruta (tabela 1). Foram utilizadas como fontes protéicas a farinha de carne e ossos e o farelo de soja, conforme Lazzari et al. (2006).

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais expressa em percentagem<sup>1</sup>

Ingredientes	Tratamentos <sup>2</sup>					
	CS 4	CS 7	CS 10	CA 4	CA 7	CA 10
Farinha de carne e ossos	30	30	30	30	30	30
Farelo de soja	26,10	24,76	23,41	26,23	26,53	26,83
Farelo de arroz	5	5	5	5	5	5
Milho triturado	19,64	15,98	12,33	20,20	16,14	12,08
Óleo de soja	3	3	3	3	3	3
Casca de soja	4,74	12,74	20,74	-	-	-
Casca de algodão	-	-	-	4,05	10,81	17,57
Material inerte (areia)	6	3	-	6	3	-
Farinha de trigo	2	2	2	2	2	2
Sal comum	1	1	1	1	1	1
Fosfato bicálcico	1	1	1	1	1	1
Vitaminas e minerais <sup>3</sup>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Antioxidante <sup>4</sup>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Composição centesimal<sup>5</sup></b>						
Umidade	5,5	6,3	5,9	5,5	6,1	6,6
Proteína bruta	33,6	33,9	34,4	33,0	33,9	34,6
Extrato etéreo	10,0	9,8	9,6	9,3	9,9	9,6
Matéria mineral	14,0	14,1	14,3	14,3	14,0	14,3
FDN	24,8	26,9	32,2	24,5	28,9	33,4
Fibra bruta	5,0	7,3	9,2	5,3	7,2	9,0

<sup>1</sup>Dietas ajustadas ao experimento de acordo com Lazzari et al.(2006).

<sup>2</sup>Tratamentos: CS 4=Casca de soja 4%FB; CS 7=Casca de soja 7%FB; CS 10=Casca de soja 10%FB; CA 4=Casca de algodão 4%FB; CA 7=Casca de algodão 7%FB; CA 10=Casca de algodão 10%FB.

<sup>3</sup>Composição da mistura vitamínica e mineral (por kg de produto): Ác. Fólico: 400mg, Ác. Nicotínico: 14000mg, Ác. Pantotênico: 8000mg, Cobalto: 1500mg, Cobre: 15000mg, Colina: 1500mg, Ferro: 50000mg, Iodo: 700mg, Manganês: 23000mg, Selênio: 250mg, Vit. A: 6000000UI, Vit. B1: 1400mg, Vit. B2: 3375mg, Vit. B6: 4830mg, Vit. B12: 5000mcg, Vit. C: 25000mg, Vit. D3: 530000UI, Vit. E: 22500mg, Vit. K3: 500mg, Zinco: 40000mg.

<sup>4</sup>Butil hidróxi tolueno (BHT).

<sup>5</sup>Valores analisados e expressos na matéria seca.

### **3.2.4. Manejo alimentar**

As dietas foram produzidas no Laboratório de Piscicultura da UFSM. Primeiramente todos os ingredientes foram pesados e posteriormente misturados em misturador elétrico (amassadeira de pão) incorporando os ingredientes na ordem de maior para o de menor volume, até sua completa homogeneização. Em seguida, as rações foram umedecidas e peletizadas em máquina de moer carne, e levadas a estufa de circulação de ar forçado por 24h a temperatura de 53°C. Após a secagem, as rações foram armazenadas sob refrigeração. As dietas foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) – Departamento de Zootecnia – UFSM, pelo método de Weende, conforme AOAC (1999). A análise de fibra em detergente neutro (FDN) foi realizada no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análise Laboratorial (NIDAL) desta mesma instituição.

A ração foi fornecida uma vez por dia, às 8 horas, na quantia de 3% da biomassa total/dia. A alimentação foi realizada com auxílio de comedouros localizados dentro de cada tanque-rede onde os peixes tinham a possibilidade de se alimentar e evitar o desperdício de ração por lixiviação. A cada 20 dias era feita a biometria e o ajuste da quantidade de ração oferecida.

### **3.2.5. Qualidade da água**

Para o controle da qualidade da água, semanalmente aferiu-se os padrões químicos de pH (ppm), amônia total (ppm), nitrito (ppm), alcalinidade total (mg CaCO<sub>3</sub>/L) e oxigênio dissolvido (mg/L). A temperatura (°C) foi medida diariamente pela manhã e pela tarde.

### **3.2.6. Coletas de dados e variáveis avaliadas**

Os peixes utilizados no experimento passaram por contagem, pesagem e medição inicial, para a obtenção do peso médio individual e comprimento total. Para coleta de dados foram realizadas 7 biometrias, sendo uma inicial e as demais, a cada 20 dias de experimento. Antes das biometrias os peixes foram submetidos a 24 horas de jejum.

Em cada biometria 10 peixes por unidade experimental foram pesados e medidos, totalizando 30 por tratamento. A partir desses dados foram avaliados:

- Peso final (g)
- Comprimento total final (cm)
- Ganho em peso diário (g)
- Sobrevivência (%)
- Biomassa por tanque-rede (kg)

Para avaliação dos parâmetros de carcaça foram coletados 6 peixes antes da biometria inicial. Aos 40, 80 e 120 dias foram coletados um peixe por unidade experimental (3 por tratamento). Os peixes foram abatidos por punção na medula e posteriormente eviscerados e filetados. Pesagem e medida do fígado e trato gastrointestinal foram realizadas. Com esses dados obteve-se os valores sobre:

- Rendimento de carcaça dos jundiás, determinado através da diferença entre o peso inteiro e peso eviscerado (com cabeça e brânquias) (Melo et al., 2002).
- Rendimento de filé (sem pele), calculado pela diferença entre o peso do filé e do peso vivo.
- Índice hepato-somático, obtido pelo quociente entre o peso do fígado e o peso do peixe inteiro.
- Índice digestivo-somático, obtido pelo quociente entre o peso do trato digestório e o peso do peixe inteiro.
- Quociente intestinal, obtido pelo comprimento do intestino dividido pelo comprimento.

Com os filés dos peixes foram realizadas análises da composição química, no NIDAL. A proteína bruta foi determinada pelo método de Kjeldahl com fator de conversão de 6,25. A matéria mineral e a umidade foram determinadas conforme metodologias das NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985). A fração lipídica foi determinada pelo método de Bligh-dyer (Anexo 14).

A partir dessas análises foi possível calcular as variáveis abaixo, conforme Camargo et al. (1999):

- Proteína bruta total depositada no filé

$$PTDF_{(g)} = (PF \times RCF/100 \times \% \text{ PBF Mn}/100) - (PI \times RCI/100 \times \% \text{ PBI Mn}/100)$$

Em que: PTDF é a proteína total depositada no filé; PI e PF são os pesos médio inicial e final; RFI e RFF são os rendimentos de filé inicial e final; e % PBF Mn e % PBI Mn são as percentagens de proteína bruta na matéria natural final e inicial dos filés.

- Deposição diária de proteína no filé

$$DPF_{(mg/dia)} = PTDF / D \times 1000$$

Onde: DPF= Deposição diária de proteína no filé; PTDF é a proteína total depositada no filé e D o número de dias de experimento.

- Gordura total depositada no filé

$$GTDF_{(g)} = (PF \times RFF/100 \times \% \text{ EEF Mn}/100) - (PI \times RCI/100 \times \% \text{ EEI Mn}/100)$$

Em que: GTDF é a gordura total depositada no filé; PI e PF são os pesos médio inicial e final; RFI e RFF são os rendimentos de filé inicial e final; e % EEF Mn e % EEI Mn são as percentagens de gordura na matéria natural final e inicial dos filés.

- Deposição diária de gordura no filé

$$DGF_{(mg/dia)} = GTDF / D \times 1000$$

Onde: DGF= Deposição diária de gordura no filé; GTDF é a gordura total depositada no filé e D o número de dias de experimento.

As pesagens foram realizadas em balança digital com duas casas decimais (Marte P-200). Para as medições utilizou-se um ictiômetro (cm). Foram utilizados materiais cirúrgicos como bisturis, tesouras, pinças e alicates para a retirada das vísceras e separação das partes (fígado, trato gastrintestinal, gordura visceral), bem como, para a retirada da pele e dos filés.

### 3.2.7. Delineamento experimental e análise estatística

O desenho experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial (2 fontes X 3 níveis) com 6 tratamentos e 3 repetições. Os dados foram submetidos a teste de normalidade. Após, foi realizada análise de variância de duas vias para avaliar o efeito das fontes de variação e sua interação. Os dados de níveis, quando significativos, foram submetidos à análise de regressão polinomial e as médias das

fontes comparadas pelo teste “T” de student, todos com  $P < 0,05$ . Para a realização das análises estatísticas utilizou-se o pacote estatístico “SAS” (1997).

### **3.3. ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE**

Com a finalidade de se obter dados sobre as características digestivas do jundiá, o ensaio de digestibilidade foi realizado em duas temperaturas com 10°C de amplitude.

FASE 1 - Com temperatura da água em 18°C

FASE 2 - Com temperatura da água em 28°C

#### **3.3.1. Instalações**

Foi usado sistema de recirculação de água (Anexos 3 e 4) termorregulado, dotado de filtro biológico, formado por 6 tanques de formato cônico com capacidade de 200 litros, com entrada e saída de água independentes. Na parte intermediária de cada tanque foi colocada horizontalmente uma tela para evitar que os peixes chegassem ao fundo do tanque, impedindo o contato dos animais com as fezes já depositadas. Na porção inferior (mais estreita) havia uma mangueira para o recolhimento das amostras de fezes.

#### **3.3.2. Qualidade da água**

Os parâmetros de qualidade da água foram aferidos a cada 3 dias (pH, alcalinidade total, amônia total, nitrito e oxigênio dissolvido). A temperatura foi mantida constante para cada fase.

#### **3.3.3. Animais**

Foram utilizados 48 jundiás com peso médio inicial de  $165,45 \pm 5,30$  g, da mesma origem dos peixes do experimento de crescimento. Utilizou-se 8 peixes por tanque (0,82 g/litro). Antes de iniciar as coletas de fezes, os peixes permaneceram 15 dias nos tanques recebendo o manejo diário de alimentação para adaptação. O período entre a fase 1 e a fase 2 teve duração de 7 dias, para aclimatação ao aumento gradativo da temperatura.

### **3.3.4. Dietas experimentais**

Utilizou-se a mesma formulação das dietas do experimento de crescimento, com adição de 0,5% de marcador inerte (óxido de cromo -  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) em cada dieta. (Bremer Neto, 2003).

O marcador foi incorporado nas rações misturado aos ingredientes de pequeno volume (mistura vitamínica e mineral, farinha de trigo, areia e fosfato bicálcico) e após, aos demais ingredientes. O processo de produção da ração seguiu o mesmo procedimento do experimento de crescimento (item 3.2.4).

Depois de prontas, as rações foram mantidas em refrigerador para conservação.

### **3.3.5. Manejo alimentar**

Os peixes foram alimentados uma vez ao dia, às 8 horas, na quantia de 3% da biomassa. As rações foram pesadas e colocadas em comedouros no interior dos tanques, onde permaneciam durante 5 horas. Após, a retirada dos comedouros, se procedia à limpeza total dos tanques, para evitar a contaminação das amostras de fezes por alimento.

O procedimento de limpeza consistia em confinar os peixes com uma rede (sombrite), retirando-se a tela horizontal, e assim alcançar o fundo cônico do tanque e limpar com uma espuma, eliminando a água residual. Depois de limpos, os tanques permaneciam isolados, sendo manejados somente nos horários de coleta.

### **3.3.6. Coletas e análises laboratoriais**

Foram realizadas 3 coletas de fezes por dia, com intervalo entre coletas de 6 horas (Bomfim & Lanna, 2004) (19:00, 01:00 e 07:00 horas). As amostras foram coletadas através de sifonamento por mangueira acoplada ao fundo do tanque e lento recolhimento em peneira. O material coletado foi colocado em bandejas plásticas e levado a estufa de ar forçado a 50°C por 24 horas. Depois de secas, as fezes foram guardadas em potes plásticos e resfriadas.

As amostras coletadas nos diferentes horários, como em todo o período, foram misturadas e armazenadas em um mesmo recipiente. Este procedimento foi adotado porque a quantidade obtida por coleta era muito pequena, então se optou por misturar e tomar como amostra composta do tratamento.

Foram realizadas análises das frações proteína bruta (Anexo 10), extrato etéreo (Anexo 11), matéria mineral (Anexo 9) e FDN (Anexo 15) nas amostras de fezes, no Laboratório de Nutrição Animal (LANA). Somente a fração FDN foi realizada no NIDAL.

A digestão da amostra para determinar a concentração do óxido de cromo (Anexo 13) também foi realizada no LANA e as leituras, por espectrofotometria de absorção atômica, no Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos – UFSM.

Com os resultados laboratoriais os valores de digestibilidade aparente dos nutrientes das rações (proteína bruta, extrato etéreo, matéria seca e FDN) foram calculados através da seguinte fórmula:

$$CDa = 100 - \left[ 100 \left( \frac{\%Cr_2O_3 d}{\%Cr_2O_3 f} \right) \times \left( \frac{\% Nf}{\% Nd} \right) \right]$$

Onde: CDa = coeficiente de digestibilidade aparente; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> d = óxido de cromo na dieta; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> f = óxido de cromo nas fezes; Nd = nutriente na dieta; Nf = nutriente nas fezes.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. INFLUÊNCIA DA FIBRA SOBRE O CRESCIMENTO EM TANQUES-REDE

Os parâmetros químicos de qualidade da água se mantiveram adequados para a espécie,  $\text{pH} = 7,62 \pm 0,2$ , amônia total ( $\text{NH}_3$ ) =  $0,26 \pm 0,5$  ppm, nitrito ( $\text{NO}_2$ ) = 0,0 ppm, alcalinidade total =  $88,38 \pm 17,8$  mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , oxigênio dissolvido ( $\text{O}_2\text{D}$ ) =  $6,31 \pm 0,8$ . A alcalinidade total teve uma maior oscilação mas seus valores estão dentro de uma faixa adequada para o cultivo que é de 50 – 300 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  (Arana, 2004).

A temperatura foi o parâmetro de qualidade da água que mais oscilou durante o período experimental (Figura 2) chegando, nos dias mais quentes, a  $34^\circ\text{C}$  pela tarde. Cada espécie tem uma zona restrita de tolerância térmica que, quando ultrapassada, altera o metabolismo do peixe reduzindo o consumo, prejudicando o crescimento, reprodução e podendo levar a morte (Baldisserotto, 2002). O aumento da temperatura pode se tornar problemático, uma vez que causa diminuição na solubilidade dos gases e no oxigênio dissolvido, bem como, aumento de sua demanda pelos organismos (Arana, 2004). No presente experimento não foi observado diminuição do oxigênio dissolvido em função da temperatura, pois o viveiro possuía aeração.

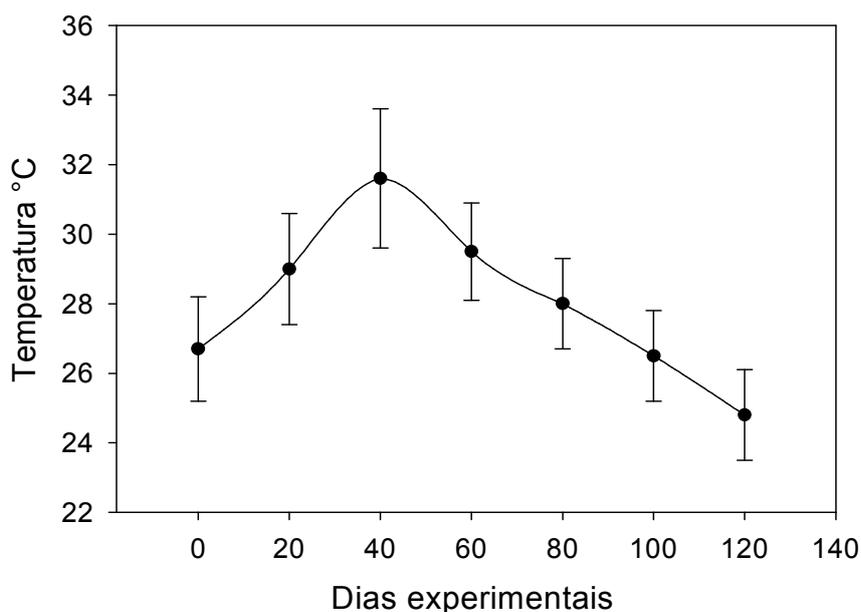


Figura 2 – Temperatura da água durante o experimento de criação (médias com a variação do período).

A temperatura elevada da água do 20º ao 60º dias experimentais, chegando a 34°C, prejudicou efetivamente o ganho de peso dos animais, bem como, o índice de sobrevivência. A partir dos 60 dias experimentais, a temperatura da água baixou a uma faixa tolerável, o que propiciou ganho de peso compensatório e desenvolvimento satisfatório (Figura 3).

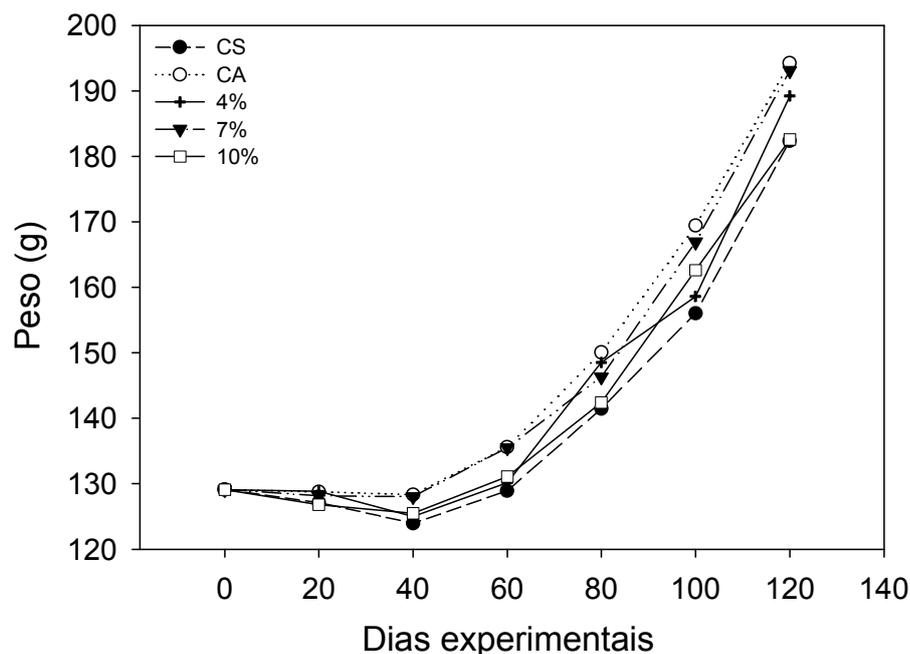


Figura 3 - Crescimento dos peixes no período experimental.

Na tabela 2 estão os valores das variáveis de crescimento dos jundiás até os 60 dias de criação, os quais não se diferiram estatisticamente ( $P>0,05$ ). No entanto, visualizando a tabela pode-se observar o efeito negativo de temperaturas elevadas no peso médio, comprimento total, biomassa, ganho de peso diário e sobrevivência. Essas variáveis não diferem dos valores iniciais do experimento, reforçando que foram 60 dias de criação, o que torna preocupante o efeito deste fator climático sobre estes resultados zootécnicos do ponto de vista produtivo.

Nos resultados das variáveis peso final, comprimento total, ganho em peso diário (tabela 3), não observou-se diferença significativa ( $P>0,05$ ) para os fatores estudados (níveis e fontes de fibra). Porém, comparando-se os dados da tabela 2 com a tabela 3, pode-se observar a melhoria do desempenho entre os períodos

experimentais (0 - 60 e 60 - 120 dias). O peso médio aumentou de 50 a 60g dos 60 aos 120 dias. Em média os peixes tiveram um ganho de 0,94g/dia semelhantes aos valores obtidos por Losekann (2006) com ganho de 0,95g/dia, com 90 dias de criação e com a mesma espécie, o jundiá. Aliado a isto, a sobrevivência foi de 100% entre os 60 e 120 dias.

Os dados de biomassa apresentaram correlação positiva com os valores de sobrevivência (0,68), então foi realizada análise com a sobrevivência como covariável, para excluir seu efeito sobre a biomassa.

A partir dos 60 dias o nível de 7% de fibra aumentou a biomassa ( $P < 0,05$ ), não havendo diferença para essa variável nas fontes de fibra estudadas.

Tabela 2 - Variáveis de crescimento dos jundiás até os 60 dias de experimento

Tratamentos	Variáveis <sup>1</sup>				
	PM	CT	GPD	BIO	SOB
inicial	129,1	23,51	-	3.227,2	-
ni <sup>2</sup>					
4%	130,1	23,76	0,01	2.855,8	92,00
7%	135,5	24,06	0,10	2.927,3	97,33
10%	131,1	23,89	0,03	2.845,8	95,33
ft <sup>3</sup>					
CS	128,9	23,81	-0,01	2.804,3	94,22
CA	135,6	24,00	0,10	2.948,2	95,55
dpr <sup>4</sup>	7,82	0,23	0,13	175,2	6,03
Análise de variância (Valor de P)					
ni	ns	ns	ns	ns	ns
ft	ns	ns	ns	ns	ns
ni x ft	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>1</sup>PM=Peso Médio (g), CT=Comprimento total (cm), GPD=Ganho em peso diário (g/dia), BIO=Biomassa total (g), SOB=Sobrevivência (%)

<sup>2</sup>Níveis de fibra bruta nas dietas

<sup>3</sup>Fontes de fibra bruta nas dietas (CS=Casca de soja; CA=Casca de algodão)

<sup>4</sup>Desvio padrão residual.

Tabela 3 – Variáveis de crescimento dos jundiás dos 60 aos 120 dias de criação

Tratamentos	Variáveis <sup>1</sup>				
	PM	CT	GPD	BIO	SOB
ni <sup>2</sup>					
4%	190,15	25,77	1,01	3.612,7 <sup>b</sup>	100
7%	187,17	25,93	0,96	4.255,3 <sup>a</sup>	100
10%	179,43	25,63	0,83	3.845,1 <sup>b</sup>	100
ft <sup>3</sup>					
CS	180,47	25,62	0,85	3.783,1	100
CA	189,61	25,93	1,00	4.039,5	100
dpr <sup>4</sup>	16,57	0,54	0,27	226,35	-
Análise de variância (Valor de P)					
ni	ns	ns	ns	0,002	ns
ft	ns	ns	ns	ns	ns
ni x ft	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>1</sup>PM=Peso médio (g), CT=Comprimento total (cm), GPD=Ganho em peso diário (g/dia), BIO=Biomassa (g), SOB=Sobrevivência (%)

<sup>2</sup>Níveis de fibra bruta nas dietas

<sup>3</sup>Fontes de fibra bruta nas dietas (CS=Casca de soja; CA=Casca de algodão)

<sup>4</sup>Desvio padrão residual

Alguns trabalhos foram realizados para verificar o efeito da fibra dietária em peixes. Avaliando o crescimento de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*), Lanna et al. (2004b) não observaram redução no crescimento desses peixes alimentados com o nível de até 9% de fibra bruta na dieta, resultado esse semelhante ao encontrado por Meurer et al. (2003), em que níveis de até 8,5% de fibra bruta na alimentação não afetam o desempenho.

Uma característica observada no final do experimento foi a heterogeneidade dos peixes, com grande variação no peso individual por tanque-rede, característica essa existente para a espécie (Fracalossi et al., 2004). Conforme Hengsawat et al. (1997) um maior número de peixes proporciona maior biomassa, porém, o peso médio individual é cada vez menor, já com uma menor biomassa o ganho individual foi maior, mas propiciou um lote mais heterogêneo.

Os valores de rendimento de carcaça (tabela 4), como os de rendimento de filé, não diferiram estatisticamente ( $P>0,05$ ), estando de acordo com alguns trabalhos já realizados com o jundiá, com valores entre 80 e 87% de rendimento de

carcaça (Carneiro, 2003; Losekann, 2006; Lazzari et al., 2006) e 30 a 32% de rendimento de filé (Losekann, 2006; Lazzari et al., 2006).

O índice digestivo-somático e o quociente intestinal não apresentaram diferença significativa entre médias. Essas variáveis são indicativas de adaptação do trato gastrintestinal ao tipo de alimento ingerido. Conforme a composição dos ingredientes, o trato digestivo do peixe pode aumentar de tamanho e de peso (volume) na tentativa de aumentar a área de contato com o alimento, possibilitando dessa forma, melhora na digestibilidade (Leenhouders et al., 2006). Porém, não foi observado efeito do aumento do nível de fibra, e nem das fontes estudadas nestas variáveis (tabela 4). Da mesma forma, não foi observada diferença entre médias para o índice hepato-somático. Existe a possibilidade de pouco tempo para esses índices mostrarem resposta ao efeito dos níveis de fibra deste experimento.

Tabela 4 – Variáveis de carcaça de jundiás alimentados com fontes e níveis de fibra na dieta

Tratamento	Variáveis <sup>1</sup>					
	RC %	RF %	IDS %	IHS %	QI	GV %
ni <sup>2</sup>						
4%	81,07	32,02	3,28	1,35	1,68	2,88
7%	81,30	31,60	2,85	1,28	1,39	1,75
10%	81,97	31,56	2,82	1,19	1,59	3,26
ft <sup>3</sup>						
CS	82,22	32,10	2,76	1,23	1,60	2,35
CA	80,67	31,35	3,21	1,32	1,51	2,91
dpr <sup>4</sup>	4,55	2,67	0,45	0,21	0,27	1,59
Análise de variância (Valor de P)						
ni	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ft	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ni x ft	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>1</sup>RC=Rendimento de carcaça; RF=Rendimento de filé; IDS= Índice digestivo somático; IHS=Índice hepato somático; QI=Quociente intestinal; GV=Gordura visceral.

<sup>2</sup>Níveis de fibra bruta nas dietas.

<sup>3</sup>Fontes de fibra bruta nas dietas (CS=Casca de soja; CA=Casca de algodão).

<sup>4</sup>Desvio padrão residual.

A gordura visceral é um fator que afeta diretamente o rendimento de carcaça aumentando o volume das vísceras. Essa variável não diferiu entre fontes e níveis estudados, sendo os valores semelhantes aos encontrados por Webster et al. (1995), em cultivo de “blue catfish” (*Ictalurus furcatus*) em tanque-rede.

Na tabela 5 pode-se observar que não houve diferença estatística para a umidade e para a quantidade de proteína bruta nos filés aos 120 dias de criação. Esses níveis estão de acordo com os encontrados por Lazzari et al. (2006) testando fontes proteicas encontraram valores entre 17,4 e 17,8% de PB no filé. Com a mesma espécie Losekann (2006) obteve valores mais elevados de PB no filé (em torno de 20,43 e 20,95%). As dietas utilizadas por esses dois autores, continham entre 2 e 4% de fibra bruta, sendo estes níveis inferiores aos testados neste trabalho. Outro trabalho, avaliando o efeito de níveis crescentes de fibra bruta na dieta de tilápias, não demonstrou influência na composição química da carcaça (Lanna et al., 2004b).

Não foi observado efeito do nível de fibra na quantidade de matéria mineral e de lipídios, entretanto, houve influência das fontes de fibra testadas. Os filés dos peixes alimentados com rações contendo casca de soja tiveram maior quantidade matéria mineral no filé. Isso pode ser explicado pela diferença na composição da fração fibrosa dos diferentes ingredientes. A casca de algodão possui mais lignina que a casca de soja, a qual tem forte capacidade de se complexar com íons metálicos impossibilitando a absorção destes pelo epitélio (Ferrera, 1994 citado por Hayashi et al., 2000). Este fato pode ter causado menor acúmulo de minerais no filé dos peixes alimentados com este ingrediente.

Os peixes alimentados com a casca de soja também mostraram maior quantidade de lipídios no filé ( $P < 0,05$ ). A explicação para este resultado pode ter como base as diferenças de fermentabilidade nas fontes testadas. A casca de soja, comparada a casca de algodão, possui grande quantidade de substâncias pécticas na sua fração fibrosa, que tem elevado grau de fermentação por microorganismos do TGI (Silva et al., 2004; Zambom et al., 2001; Teixeira et al., 2001 ; Van Soest et al., 1991), o que propicia maior produção de ácidos graxos voláteis (AGV) no intestino. Estes são utilizados como fonte de energia pelo epitélio, influenciando a absorção e a deposição de gordura no organismo do animal (Bach Knudsen, 2001).

Tabela 5 – Composição centesimal dos filés de jundiá alimentados com fontes e níveis de fibra bruta na dieta.

Tratamento	Composição <sup>1</sup>			
	Umidade	Proteína	Cinzas	Lipídios
ni <sup>2</sup>				
4%	74,24	17,55	1,63	6,28
7%	75,57	17,66	1,53	6,42
10%	75,00	17,02	1,70	6,22
ft <sup>3</sup>				
CS	75,19	17,61	1,74 <sup>a</sup>	7,22 <sup>a</sup>
CA	74,69	17,20	1,51 <sup>b</sup>	5,38 <sup>b</sup>
dpr <sup>4</sup>	1,65	1,80	0,20	1,45
Análise de variância (Valor de P)				
ni	ns	ns	ns	ns
ft	ns	ns	0,036	0,046
ni x ft	ns	ns	ns	ns

ns=não significativo ( $P>0,05$ ), médias das fontes quando significativas comparadas pelo teste “T” ( $P<0,05$ )

<sup>1</sup>Expresso na matéria natural

<sup>2</sup>Níveis de fibra bruta nas dietas

<sup>3</sup>Fontes de fibra bruta nas dietas (CS=Casca de soja; CA=Casca de algodão)

<sup>4</sup>Desvio padrão residual.

A tabela 6 mostra o efeito dos níveis de fibra bruta em cada fonte testada. Para proteína total depositada e deposição diária de proteína, houve efeito linear decrescente ( $P<0,05$ ), demonstrando que o aumento da fibra na dieta causa diminuição na deposição de proteína no filé, quando se utiliza a casca de soja como fonte de fibra bruta. Isso pode acontecer pela elevada quantidade de fibra solúvel da casca de soja, causando aumento na viscosidade da digesta. Leenhouders et al. (2006), avaliando dietas suplementadas com diferentes níveis de polissacarídeos não amiláceos solúveis para o bagre africano, concluíram que o aumento desses níveis eleva a viscosidade da digesta, não prejudica o crescimento, mas reduz a digestibilidade dos nutrientes e aumenta o peso dos órgãos digestivos. Esses mesmos autores ainda salientam que mais estudos são necessários para avaliar se fontes protéicas de origem vegetal ricas em polissacarídeos não amiláceos solúveis que também aumentam a viscosidade da digesta em peixes, uma vez que este efeito ocorre com outras espécies animais, tais como suíno (Bach Knudsen, 2001).

Tabela 6 – Deposição de proteína e gordura nos filés de jundiá aos 120 dias

Variável <sup>1</sup>	CS <sup>2</sup>			dpr	P
	4%	7%	10%		
GTDF <sub>(g)</sub>	3,67	2,69	1,51	1,27	0,075
DGF <sub>(mg/dia)</sub>	30,64	22,48	12,60	10,60	0,075
PTDF <sup>4</sup> <sub>(g)</sub>	8,46	6,49	5,18	1,23	0,014
DPF <sup>5</sup> <sub>(mg/dia)</sub>	70,50	54,14	43,18	10,28	0,014
	CA <sup>3</sup>				
	4%	7%	10%		
GTDF <sub>(g)</sub>	3,97	2,27	3,08	2,40	0,660
DGF <sub>(mg/dia)</sub>	33,15	18,99	25,66	20,01	0,660
PTDF <sub>(g)</sub>	10,39	7,30	8,63	4,96	0,678
DPF <sub>(mg/dia)</sub>	86,58	60,83	71,98	41,34	0,678

<sup>1</sup>GTDF=gordura total depositada no filé, DGF=deposição diária de gordura no filé, PTDF=proteína total depositada no filé, DPF=deposição diária de proteína no filé

<sup>2</sup>CS=casca de soja; <sup>3</sup>CA=casca de algodão

<sup>4</sup>Efeito linear:  $Y=10,53-0,54X$ ,  $r^2=0,60$

<sup>5</sup>Efeito linear:  $Y=87,82-4,55X$ ,  $r^2=0,60$

Para a casca de algodão não foi verificado efeito dos níveis nestes parâmetros ( $P>0,05$ ).

#### 4.2. INFLUÊNCIA DA FIBRA NA DIGESTIBILIDADE

A metodologia utilizada no ensaio de digestibilidade é uma das mais difundidas (sedimentação), pois propicia menor manejo com os peixes, causando menos estresse, além de facilitar a coleta das fezes (Oliveira-Filho, 2005). O sistema de coleta por sedimentação (Guelph modificado) pode variar para cada laboratório, pois a metodologia é adaptada conforme a disponibilidade das instalações e equipamentos.

Conforme Bomfim & Lanna (2004), esse método pode provocar lixiviação do material fecal afetando os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes. No entanto, Cho et al. (1985) afirmam que a lixiviação dos nutrientes nesse método de coleta é mínima, além de ser um método bastante prático.

Os intervalos de coletas das fezes é uma questão bastante discutida, o tempo em que a amostra fica em contato com a água pode afetar os resultados de

digestibilidade, com maior perda de material em função do tempo de permanência (Bomfim & Lanna, 2004).

Neste ensaio, a coleta de fezes foi por sifão acoplado ao fundo do tanque de coleta, que pode aumentar o risco de perda de material fecal pelo movimento da água, por mais cuidadosa que seja a coleta (transferência).

As figuras a seguir (figuras 4, 5, 6, 7) mostram os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, fibra em detergente neutro, proteína bruta e extrato etéreo, respectivamente, sob os fatores estudados.

A digestibilidade da matéria seca e FDN têm o mesmo comportamento para as fontes de fibra testadas, sendo que a casca de algodão em 10% mostra valores inferiores (figuras 4A e 5A). Na temperatura mais elevada é observada a mesma tendência, porém os valores de digestibilidade são mais elevados que na temperatura de 18°C (figuras 4B e 5B). Na figura 5, nota-se que a digestibilidade da FDN da casca de soja não apresenta variações bruscas pelo efeito dos níveis, já que grande parte dessa fibra é solúvel e altamente fermentável (Zambom et al., 2001).

Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta e extrato etéreo para a temperatura de 18°C (figuras 6A e 7A) apresentam comportamento semelhante. Não foram observadas grandes variações na digestibilidade desses nutrientes em função dos níveis de fibra para a casca de algodão. No entanto, na casca de soja a digestibilidade dos nutrientes aumenta do nível de 4% para o de 7% de fibra, mostrando uma diminuição até o nível de 10%. Essa queda na digestibilidade da proteína bruta e do extrato etéreo com o aumento da fibra, pode ser explicada pela alta fermentabilidade da casca de soja pelos microorganismos, proporcionando grande desenvolvimento dos mesmos (Bach Knudsen, 2001). Dessa forma, a massa bacteriana excretada também pode ser grande, mascarando os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta e extrato etéreo, com a temperatura da água em 18°C.

Esse fato pode ser evidenciado pelo pH das fezes, pois a maioria das bactérias desenvolvidas no trato gastrointestinal (TGI) são produtoras de ácidos orgânicos, que reduzem o pH luminal (Silva & Nörnberg, 2003) e conseqüentemente o das fezes. Na figura 8A observa-se o comportamento do pH das fezes dos jundiás na fase 1 (18°C) que se assemelha com a digestibilidade da proteína bruta e extrato etéreo para essa mesma fase, principalmente com a casca de soja. Para a fase 2 os

valores de pH fecal foram confusos, o que salienta o efeito do estresse dos peixes nessa temperatura de cultivo, podendo desestabilizar a população microbiana no TGI.

Nas figuras 6B e 7B, é possível observar que a digestibilidade da PB e EE apresentam valores semelhantes para níveis e fontes de fibra. Dessa forma, pode-se fazer um paralelo entre esses valores e os de crescimento em tanque-rede, por estarem em mesma faixa de temperatura, onde não se observou diferença no crescimento nos tratamentos testados.

O efeito da temperatura da água é observado quando comparamos a digestibilidade da proteína bruta e extrato etéreo com uma diferença de 10°C (figura 6 e figura 7).

A casca de soja possui maior quantidade de fibra solúvel (17%) comparado com a casca de algodão (4%), essa característica proporciona aumento na viscosidade formando uma barreira física, dificultando a atuação de enzimas e sais biliares, reduzindo a digestibilidade dos nutrientes (Silva, 2002). No entanto, as dietas com casca de soja proporcionaram maior teor de lipídios nos filés dos jundiás no presente trabalho.

Lanna et al. (2004a) testaram níveis de fibra bruta para tilápia do nilo e afirmaram que níveis até 5% não diminuíram a digestibilidade da matéria seca e proteína bruta, e 7,5% não afetou a digestibilidade do extrato etéreo. Com alevinos de piracanjuba, Esquivel et al. (1998) testaram níveis de fibra bruta (5; 7; 8; 9%) e concluíram que o nível de 9% piora a digestibilidade aparente da proteína bruta.

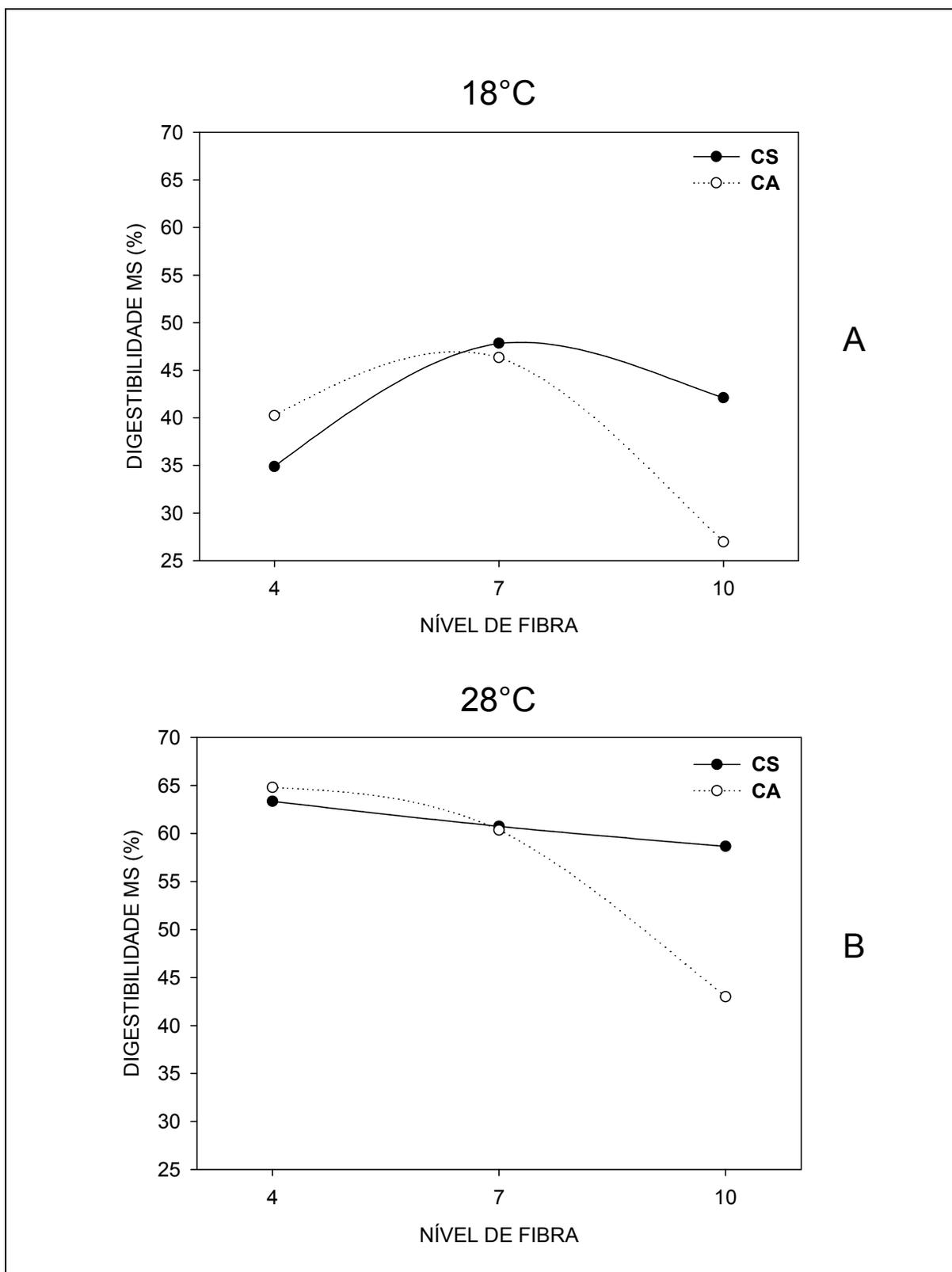


Figura 4 - Digestibilidade da matéria seca para as fontes de fibra para fase 1 (A=18°C) e para a fase 2 (B=28°C), CS=Casca de soja CA=Casca de algodão.

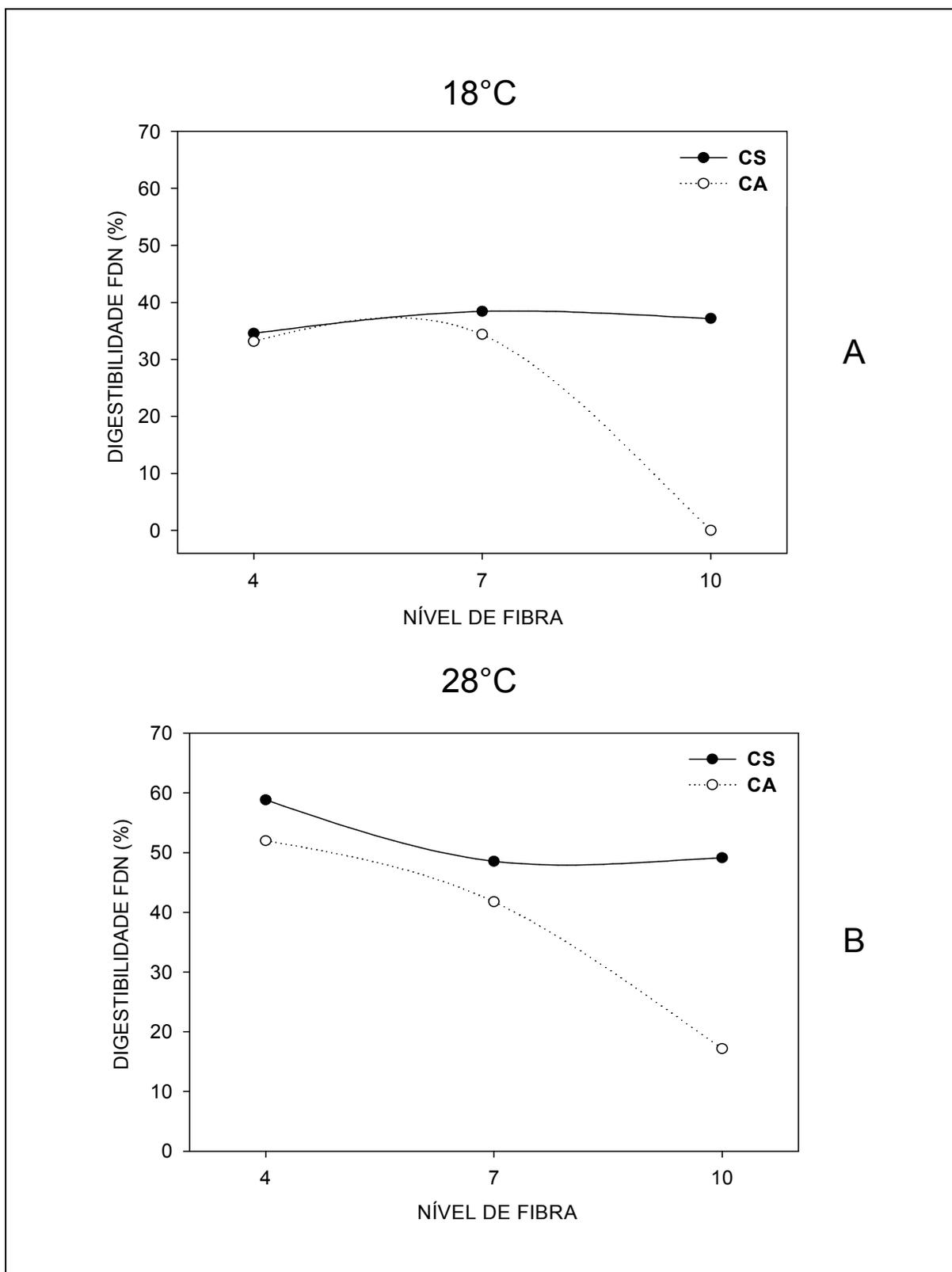


Figura 5 - Digestibilidade da fibra em detergente neutro para as fontes de fibra para fase 1 (A=18°C) e para a fase 2 (B=28°C), CS=Casca de soja CA=Casca de algodão.

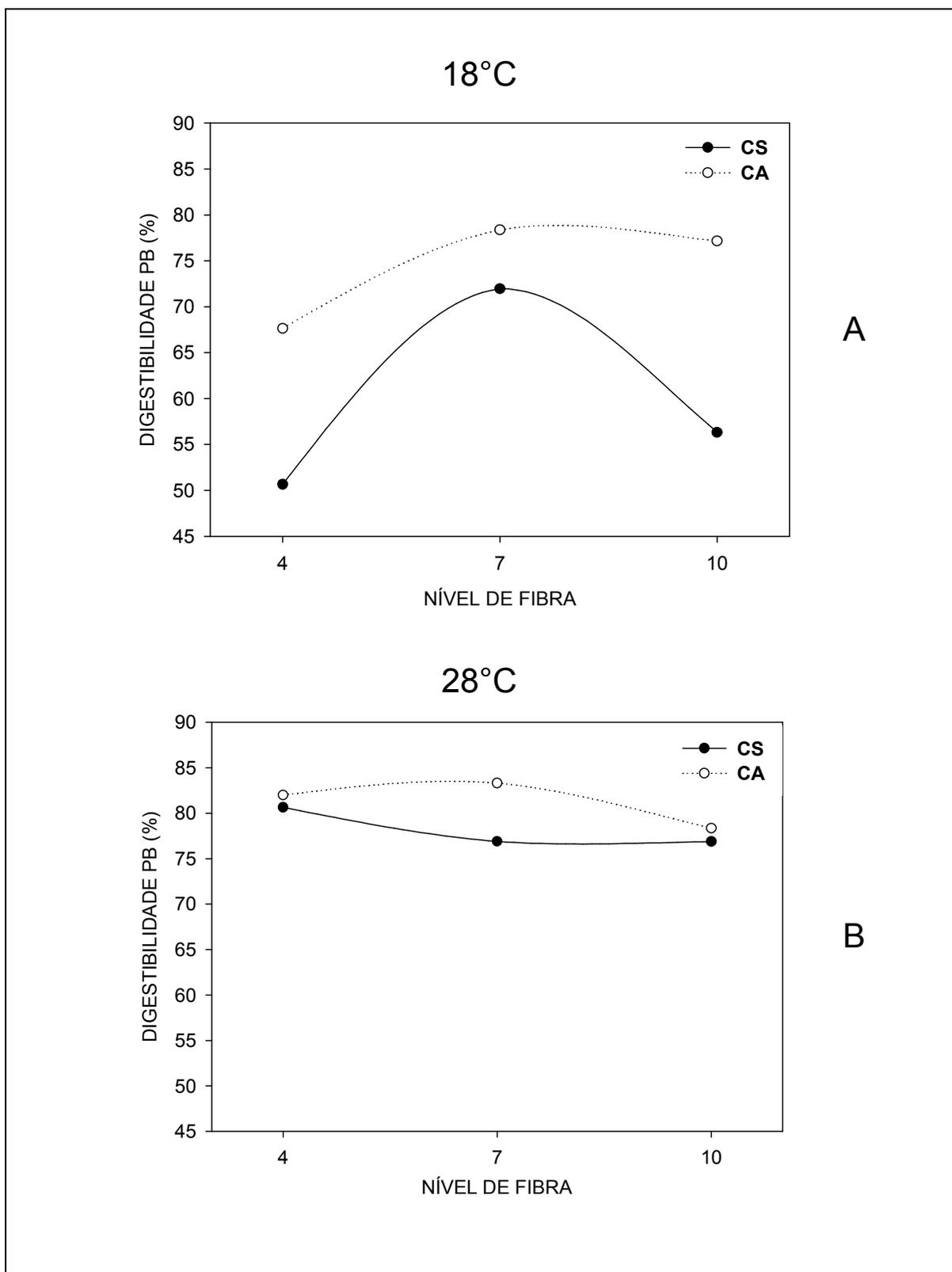


Figura 6 - Digestibilidade da proteína bruta para as fontes de fibra para fase 1 (A=18 °C) e para a fase 2 (28 °C), CS=Casca de soja CA=Casca de algodão.

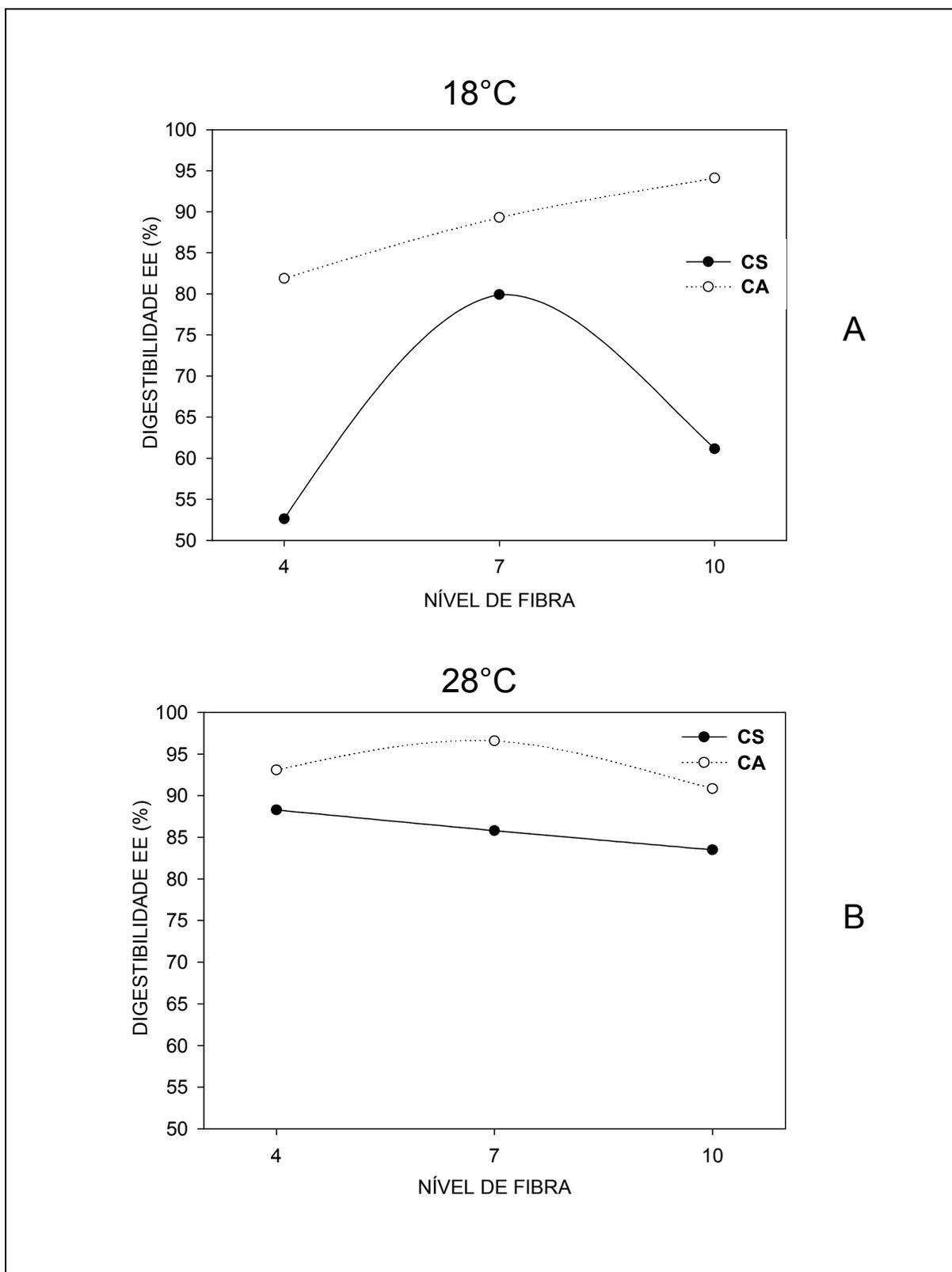


Figura 7 - Digestibilidade do extrato etéreo para as fontes de fibra para fase 1 (A=18°C) e para a fase 2 (B=28°C), CS=Casca de soja CA=Casca de algodão.

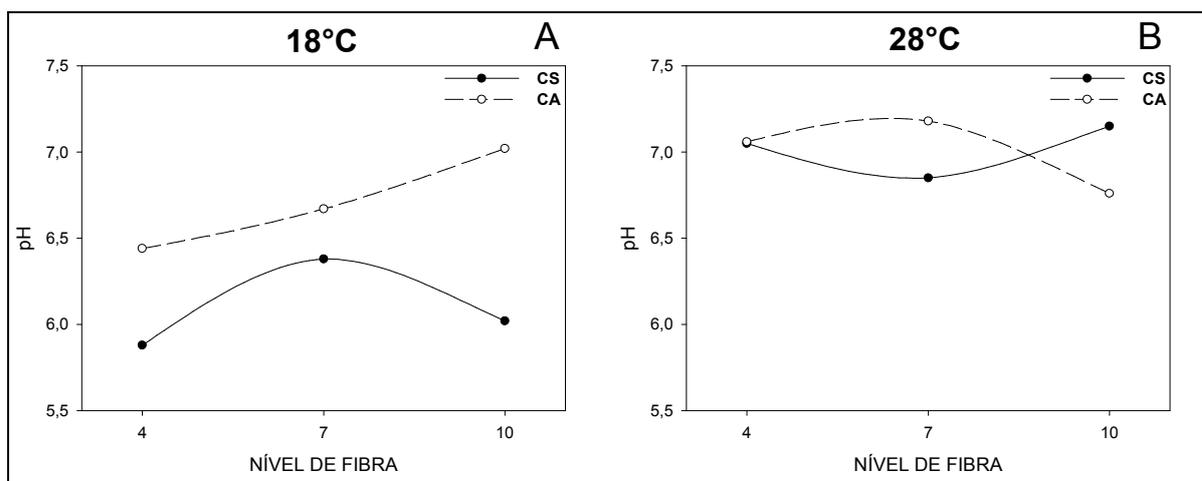


Figura 8 - pH das fezes dos jundiás para fase 1 (A=18 °C) e para a fase 2 (B=28 °C), CS=Casca de soja CA=Casca de algodão.

A atuação da fibra da ração na digestibilidade esta diretamente relacionada com a velocidade de passagem do alimento pelo TGI.

Foram estimados os tempos mínimos de passagem do alimento pelo TGI, para as dietas experimentais e nas diferentes temperaturas da água (18 e 28 °C). Entre as dietas, os tempos mínimos de passagem foram semelhantes. Em 18°C os tempos ficaram em torno de 15 a 20 horas, para 28°C, em torno de 10 a 17 horas. Carneiro et al. (1990, citado por Dias-Koberstein et al., 2005) observaram que a temperatura da água teve efeito marcante sobre o tempo de trânsito gastrintestinal das dietas. Esse efeito (temperatura) não foi observado neste trabalho, sendo que os tempos foram próximos.

A questão da temperatura sobre os tempos mínimos de passagem não pode ser avaliada sem considerarmos a temperatura de conforto da espécie trabalhada, já que o metabolismo dos peixes é influenciado pela temperatura da água (Baldisserotto, 2002). A temperatura de 28°C é limite superior da zona de conforto e pode ser estressante para o jundiá, sendo que a 18°C os peixes estão em ambiente de conforto e o comportamento alimentar não é alterado. Porém os coeficientes de digestibilidade aparente se mostram mais baixos com a temperatura a 18°C.

As metodologias utilizadas em experimentos de velocidade de passagem em peixes não são padronizadas e variam para cada laboratório, dificultando muitas vezes a comparação entre os trabalhos, e a adaptação (utilização) das técnicas experimentais em outros laboratórios.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cabe salientar algumas considerações gerais sobre este trabalho:

O sistema de criação em tanque-rede vem sendo estudado, pois propicia a criação de peixes em ambientes aquáticos de grandes dimensões ou de difícil implantação de sistemas convencionais. Também viabiliza ao produtor realizar diferentes estratégias de cultivo. A recria em tanques-rede é uma alternativa de otimizar a produção, evitando principalmente ataque de predadores, como facilitando o manejo com os peixes. No presente estudo, o cultivo dos peixes em tanques-rede mostrou o efeito de temperaturas elevadas (acima de 30°C) no conforto dos animais, que perderam peso. Nas biometrias dos 20 e 40 dias foram visíveis as condições corporais dos peixes (muito magros).

A colmatação das redes do tanque foi outro problema observado. A proliferação de algas nas malhas das redes pode obstruir a renovação da água pelo tanque, com a diminuição da malha fica mais complicada a situação.

Na alimentação dos peixes foram utilizados comedouros (bacias) para evitar a sedimentação da ração, mesmo assim, observou-se acúmulo de resíduos nas malhas do fundo dos tanques-rede. Periodicamente foram realizadas limpezas nos comedouros (a cada 3 dias).

Uma das formas de minimizar esse problema é dimensionar o experimento a um número de tanques adequado (número de repetições), que não seja tão trabalhosa a condução experimental. A utilização de rações extrusadas é outra maneira de facilitar o manejo, além de permitir a visualização do consumo pelos animais.

O ensaio de digestibilidade auxiliou o esclarecimento dos resultados obtidos. Entretanto, partindo do pressuposto que a amostra fica em contato com a água, se tornam complicados os procedimentos e metodologias de coleta. Cabe lembrar, que neste estudo a técnica de coleta utilizada foi a de sifão fixo ao fundo cônico do tanque. A metodologia utilizada por Oliveira-Filho (2005), possibilita maior segurança na integridade da amostra. O procedimento desse autor também foi por sedimentação, no entanto, utilizando um recipiente no fundo do tanque onde ocorreu a deposição da amostra, ficando este dentro de uma caixa térmica com gelo, o que possibilitou maior conservação.

São necessários mais estudos sobre criação de jundiás em tanques-rede, bem como sobre digestibilidade de alimentos para essa espécie, a fim de auxiliar no desenvolvimento de seu cultivo, principalmente na região sul do Brasil.

Sobre a influência da fração fibrosa dos alimentos utilizados na nutrição de peixes, existem poucas informações. Mas considerando que a fibra está presente em quantidades variadas em alimentos de origem vegetal, que podem afetar características digestivas e de produção, tornam-se necessários mais estudos sobre essa fração.

## 6. CONCLUSÕES

- Os níveis e as fontes de fibra testadas nas dietas não afetam o desempenho produtivo, índices digestivos e rendimento de carcaça e de filé de jundiás cultivados em tanques-rede instalados em tanques escavados.
- Os peixes alimentados com casca de soja como fonte fibrosa apresentaram maior quantidade de lipídios no filé.
- Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes se mostram mais baixos com a temperatura da água em 18°C, comparados com 28°C.
- A casca de soja em níveis elevados (10% FB) demonstrou diminuição na digestibilidade aparente da proteína bruta e do extrato etéreo, em temperatura da água em 18°C.
- A digestibilidade aparente da matéria seca e fibra em detergente neutro tem o mesmo comportamento para as fontes de fibra testadas, sendo que a casca de algodão em 10% mostra valores menores.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, J., et al. Effects of dietary carbohydrate and fiber in the tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 37, p. 303-314, 1984.

AOAC.(Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis of AOAC**, 16<sup>a</sup> ed., Patricia Cunniff (editora), Washington, DC, 1141p., 1999.

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

BACH KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of “dietary fiber” analysis. **Animal feed science and technology**, v. 90, p. 3-20, 2001.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria, Ed. UFSM, 2002. 212 p.

BALDISSEROTTO, B. Biologia do jundiá. In: BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação de Jundiá**. Santa Maria, Ed. UFSM, 2004. cap. 3, p. 67-71.

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, p. 383-394, 2004.

BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T. Fatores que afetam os coeficientes de digestibilidade nos alimentos para peixes. **Revista eletrônica nutritime**, ano 1, v. 1, 2004. Disponível em: <<http://www.nutritime.com.br>>. Acesso em: março 2005.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 539-545, 2002.

BREMER NETO, H., et al. Diminuição do teor de óxido de crômio (III) usado como marcador externo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 249-255, 2003.

CAMARGO, A. C. S., et al. Níveis de Energia Metabolizável para Tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 180 gramas de peso vivo. 1. Composição das carcaças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.3, p. 409-415, 1999.

CARNEIRO, P.C.F. A produção do jundiá em cativeiro. In: BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação de Jundiá**. Santa Maria, Ed. UFSM, 2004. cap. 7, p. 117-141.

CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 187-191, 2005.

CHO. C.Y.; COWEY, C. B.; WANATABE, T. **Finfish nutrition in Ásia: Methodological Approaches to Research and Development**. Ottawa: International Development Research Center, 1985. 154p.

CRESCÊNCIO, R. Ictiofauna brasileira e seu potencial para criação. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria, Ed. UFSM, 2005. cap. 1, p. 23-36.

DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R., et al. Tempo de trânsito gastrointestinal e esvaziamento gástrico do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes temperaturas de cultivo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 413-417, 2005.

ESQUIVEL, J.G., et al. Ação da fibra bruta sobre a digestibilidade aparente da proteína e trânsito gastrointestinal da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Boletim técnico CEPTA**, v. 11, p. 59-69, 1998.

FRACALOSSO, D.M., et al. Desempenho do jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terra na região sul do Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 345-352, 2004.

GARCIA, R.E., et al. Utilização da fibra bruta na nutrição de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 21, n. 3, p. 725-731, 1999.

GLENCROSS, B., et al. Evaluation of the digestible value of lupin and soybean protein concentrates and isolates when fed to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, using either stripping or settlement faecal collection methods. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 245, p. 211-220, 2005.

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

GONÇALVES, E.G.; CARNEIRO, D.J. Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 779-786, 2003.

HAYASHI, C., et al. Fontes de fibra em dietas de alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 3, p. 689-694, 2000.

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, p. 67-76, 1997.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da pesca 2004, Brasil Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Brasília, 2005, 98p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz . Vol. I- Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo, 1985, 368p.

KAUSHIK, S.J. Carbohydrate nutrition: importance and limits of carbohydrate supplies. In: GUILLAUME, J.; KAUSHIK, S.J.; BERGOT, P., et al. **Nutrition and feeding of fish and crustaceans**. Springer Praxis, Chichester, 2001, cap. 8, p. 131-144.

LANNA, E.A.T., et al. Digestibilidade aparente e trânsito gastrintestinal em tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da fibra bruta da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2186-2192, 2004a.

LANNA, E.A.T., et al. Fibra bruta e óleo em dietas práticas para alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2177-2185, 2004b.

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, 2006.

LEENHOUWERS, J.I., et al. Digesta viscosity, nutrient digestibility and organs weights in African catfish (*Clarias gariepinus*) fed supplemented with different levels of

a soluble non-starch polysaccharide. **Aquaculture nutrition**, Amsterdam, v. 12, p. 111-116, 2006.

LOSEKANN, M. E. **Produção de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas contendo óleos de arroz, canola ou soja**. 2006, 47f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.

MELO, J.F.B., et al. Desenvolvimento e composição corporal de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 323-327, 2002.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Fibra bruta para alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 256-261, 2003.

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

NRC - National Research Council, **Nutrients requirements of fish**. National Academy Press. 114p., 1993.

OLIVEIRA FILHO, P.R.C. **Coefficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá, *Rhamdia quelen***. 2005, 47f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2005.

PEZZATO, L.E., et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1595-1604, 2002.

PIAIA, R.; RADÜNZ NETO, J. Avaliação de diferentes fontes protéicas sobre o desempenho inicial de larvas de jundiá *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 319-323, 1997.

RADÜNZ NETO, J. Manejo alimentar – Nutrição. In: BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação de Jundiá**. Santa Maria, Ed. UFSM, 2004. cap. 8, p. 143-157.

ROTTA, M.A. **Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura**. Embrapa Pantanal, Corumbá, 2003, 48 p.

SALHI, M., et al. Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen*, fry fed diets containing different protein and energy levels. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 231, p. 435-444, 2004.

SAS. **Statistical Analysis System**. User's Guide. Version 6.08, SAS INSTITUTE INC.4. ed. North Caroline. <SAS INSTITUTE INC>, 846 p., 1997.

SHIAU, S.Y. Utilization of carbohydrates in warmwater fish – with particular reference to tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 151, p. 79-96, 1997.

SILVA, D.C., et al. Digestibilidade *in vitro* e degradabilidade *in situ* da casca do grão de soja, resíduo de soja e casca de algodão. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 501-506, 2004.

SILVA, L. P. **Composição química de trigo e de aveia e efeito dos teores e proporções de fibra alimentar sobre a resposta biológica de frangos de corte e ratos**. 2002. 188f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SILVA, L. P.; NÖRNBERG, J. L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 983-990, 2003.

STEFFENS, W. **Principios fundamentales de la alimentacion de los peces**. Zaragoza: Ed. Acribia S. A., 1987, 275p.

TACON, A.G.J. **Nutricion y alimentacion de peces y camarones cultivados – Manual de capacitacion**. FAO, doc. 04, Brasília – DF, 1989, 136p.

TEIXEIRA, J. C.; ANDRADE, G. A. Carboidratos na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001.

ULIANA, O.; SILVA, J.H.S.; RADÜNZ NETO, J. Substituição parcial ou total de óleo de canola por lecitina de soja em rações para larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*), Pisces, Pimelodidae. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 677-681, 2001.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

WEBSTER, C.D., et al. Effects of feeding the repartitioning agent L644,969 on growth and body composition of blue catfish, *Ictalurus furcatus*, fed diets containing two protein levels reared in cages. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 134, p. 247-256, 1995.

ZAMBOM, M.A., et al. Valor nutricional da casca de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 937-943, 2001.

ZANONI, M.A. **Níveis de fibra bruta em dietas de crescimento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) HOLMBERG, 1887**. 1996, 66f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1996.

## **8. ANEXOS**



**ANEXO 1** - Instalações experimentais - Crescimento em tanque-rede.



**ANEXO 2** - Exemplar de jundiá (*Rhamdia quelen*).



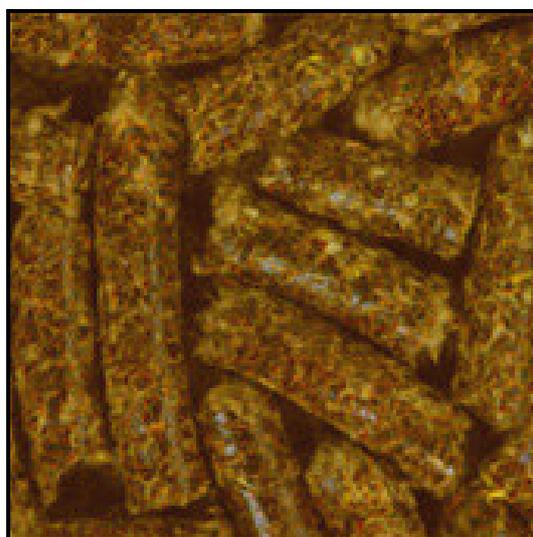
**ANEXO 3** - Instalações experimentais - Ensaio de digestibilidade.



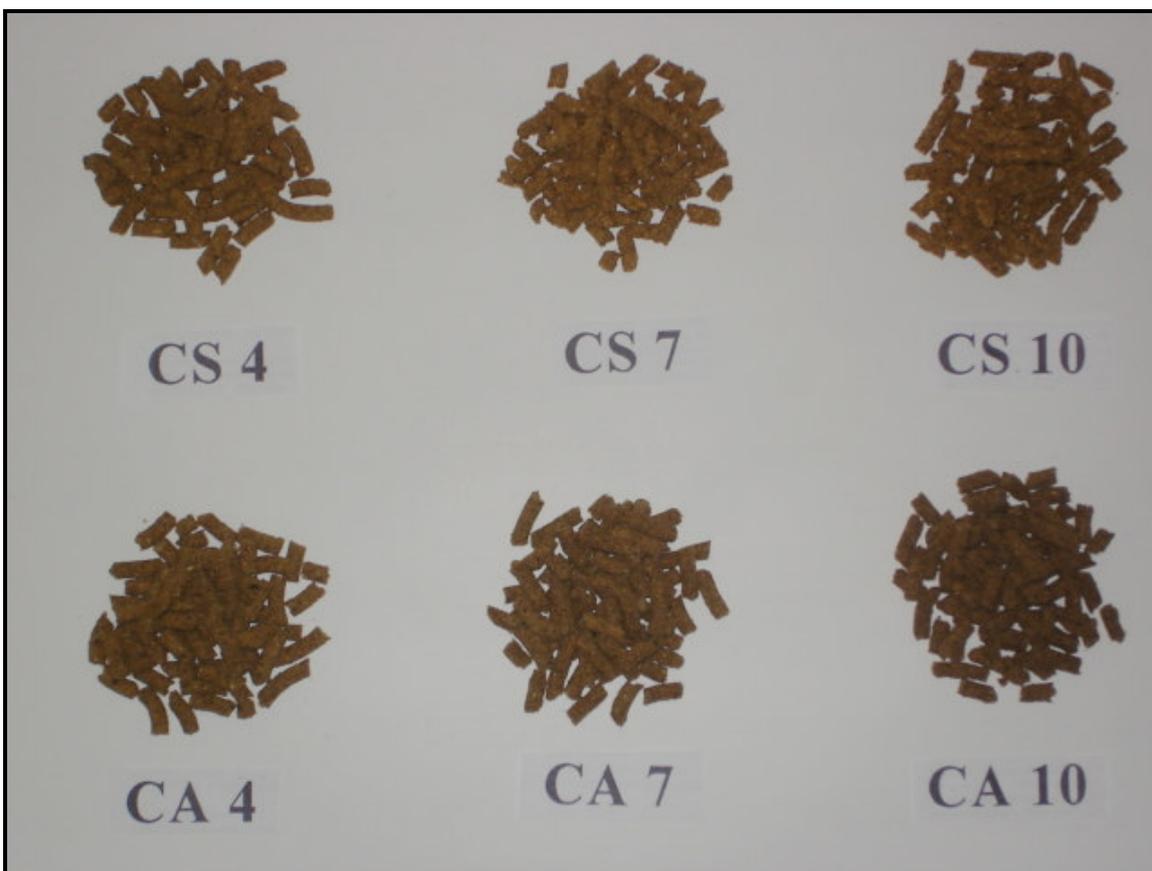
**ANEXO 4** - Instalações experimentais - vista das mangueiras de coleta.



**ANEXO 5 - Casca de soja**



**ANEXO 6 - Casca de algodão (peletizada)**



**ANEXO 7 - Dietas experimentais.**



**ANEXO 8** - Heterogeneidade dos peixes após 120 dias experimentais.

**ANEXO 9 - Roteiro da determinação da matéria seca total e matéria mineral**  
Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia

**Pesagem**

Quantia em torno de 2,0g de amostra em recipiente identificado e tarado



**Secagem**

Levar a estufa a 105 °C até peso constante  
(foi deixado por no mínimo 12 horas)



Retirado da estufa, o recipiente + amostra é colocado diretamente em dessecador para esfriar



Realizar a pesagem do material seco



Após a realização da matéria seca total, se utiliza a mesma amostra para a realização da análise de matéria mineral



**Incineração**

A amostra é levada à mufla e incinerada a 600 °C por 3 horas



Após incineradas as amostras são colocadas em dessecador para esfriar



Depois de 20 a 30 min. realiza-se a pesagem da matéria mineral

**ANEXO 10 - Roteiro da determinação da proteína bruta**  
Método de Kjeldahl (Micro) adaptado ao Laboratório de Nutrição Animal do  
Departamento de Zootecnia

**Pesagem**

0,2g de amostra em duplicata  
e colocado nos tubos de micro-kjeldahl



**Digestão**

É incluído em cada tubo 0,5g de reagente catalisador  
(7g de sulfato de cobre  $\text{CuSO}_4$  + 93g de sulfato de sódio  $\text{NaSO}_4$ )



Adicionado 2 ml de ácido sulfúrico concentrado por tubo



Realizar a digestão por cerca de 60 min. com a temperatura em torno de  
 $150^\circ\text{C}$ , e se aumenta gradativamente até atingir  $300^\circ\text{C}$ . A solução quente  
apresenta coloração esverdeada e após esfriar, torna-se incolor.



Depois de esfriar, adicione 10 ml de água destilada em cada tubo e  
misture bem para dissolver o sal amônia formado.



**Destilação**

Para cada tubo, preparo de um erlenmeyer de 50 ml contendo  
5 ml da solução de ácido bórico como indicador.



Colocar o tubo no aparelho destilador e adicionar 10 ml  
de hidróxido de sódio. Destilar até atingir 25 ml de solução  
no erlenmeyer.



**Titulação**

Titule o conteúdo dos erlenmeyer com ácido sulfúrico 0,1 N padronizado,  
até o ponto de viragem da coloração.

**ANEXO 11 - Roteiro da determinação do extrato etéreo**

Método de Soxhlet adaptado ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia

Pesar cerca de 2,0 g de amostra em um quadrado de papel de filtro comum (cerca de 10 x 10 cm, previamente tarado) fazer um envelope para reter a amostra



Pesar os béckers de gordura secos



Colocar os envelopes de papel com as amostras nos tubos extratores



A quantidade de éter etílico a ser utilizado é duas vezes o volume do tubo extrator



Acoplar os béckers sob os tubos no aparelho



Ligar a circulação da água (refrigeração) e deixar extraíndo por 8 horas



Após a extração recolher o éter e levar os béckers com gordura para a estufa



Após 2 horas esfriar os béckers e realizar a pesagem

**ANEXO 12 - Roteiro da determinação da fibra bruta**

Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia

Utilizar o resíduo desengordurado da amostra do extrato etéreo  
(com o peso original da amostra antes de desengordurar)



Colocar a amostra no copo digestor



Adicionar 200ml de solução de ácido sulfúrico quente e colocar  
no aquecedor pré aquecido e tampar com o condensador



Ferver por 30 minutos



Após, remover o copo e filtrar a amostra em pano de nylon  
sobre um funil, lavar a amostra com água quente para remoção  
total do ácido



Colocar a amostra novamente no copo digestor com 200ml  
de solução de hidróxido de sódio quente e colocar no aquecedor



Ferver por 30 minutos



Após, remover o copo e filtrar a amostra em pano de nylon  
como no procedimento anterior



Transferir a amostra para um cadinho e secar em estufa a  
105°C até peso constante



Esfriar em dessecador, pesar e colocar no forno mufla a 600°C  
por 2 horas, esfriar e pesar.

**ANEXO 13 - Roteiro da digestão do óxido de cromo**  
Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia

Pesar 0,5g de amostra e colocar em bécker de 50ml



Levar ao forno mufla por 2 horas a 600°C



Após incinerada, adicionar 5ml de solução solubilizadora do cromo  
(150ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado + 200ml ácido perclórico 70%) em 1 litro



Levar as amostras para uma chapa de aquecimento a 200°C  
e deixar ferver até trocar a coloração de verde claro para um tom  
de laranja (o tempo pode variar dependendo da amostra)



Depois, diluir a amostra (5ml) em um balão volumétrico de 50ml



Realizar a filtragem do material diluído com papel filtro



A leitura é feita em espectrofotômetro de absorção atômica  
(espectrofotômetro de chama) calibrado com curva padrão

**ANEXO 14 - Roteiro da determinação de gordura (filés)**

Método de Bligh-dyer adaptado ao Núcleo Integrado de Análises Laboratoriais (NIDAL)

Pesar 2,8g de amostra e transferir para tubos plásticos



Adicionar 8ml de clorofórmio 0,02% BHT, 10ml de metanol e 4,3ml de água destilada



Homogeneizar completamente a amostra, lavando a haste do homogeneizador com mais 6ml de metanol (total 16ml)



Colocar os tubos no agitador rotatório por 30 minutos



Adicionar exatamente 8ml de clorofórmio 0,02% BHT e 8ml de solução de sulfato de sódio 1,5%



Tampar e agitar por mais 2 minutos



Centrifugar por 2 minutos para acelerar a separação



Retirar 10ml da camada inferior (clorofórmio+gordura) com seringa e colocar em tubo com tampa contendo 1g de sulfato de sódio anidro

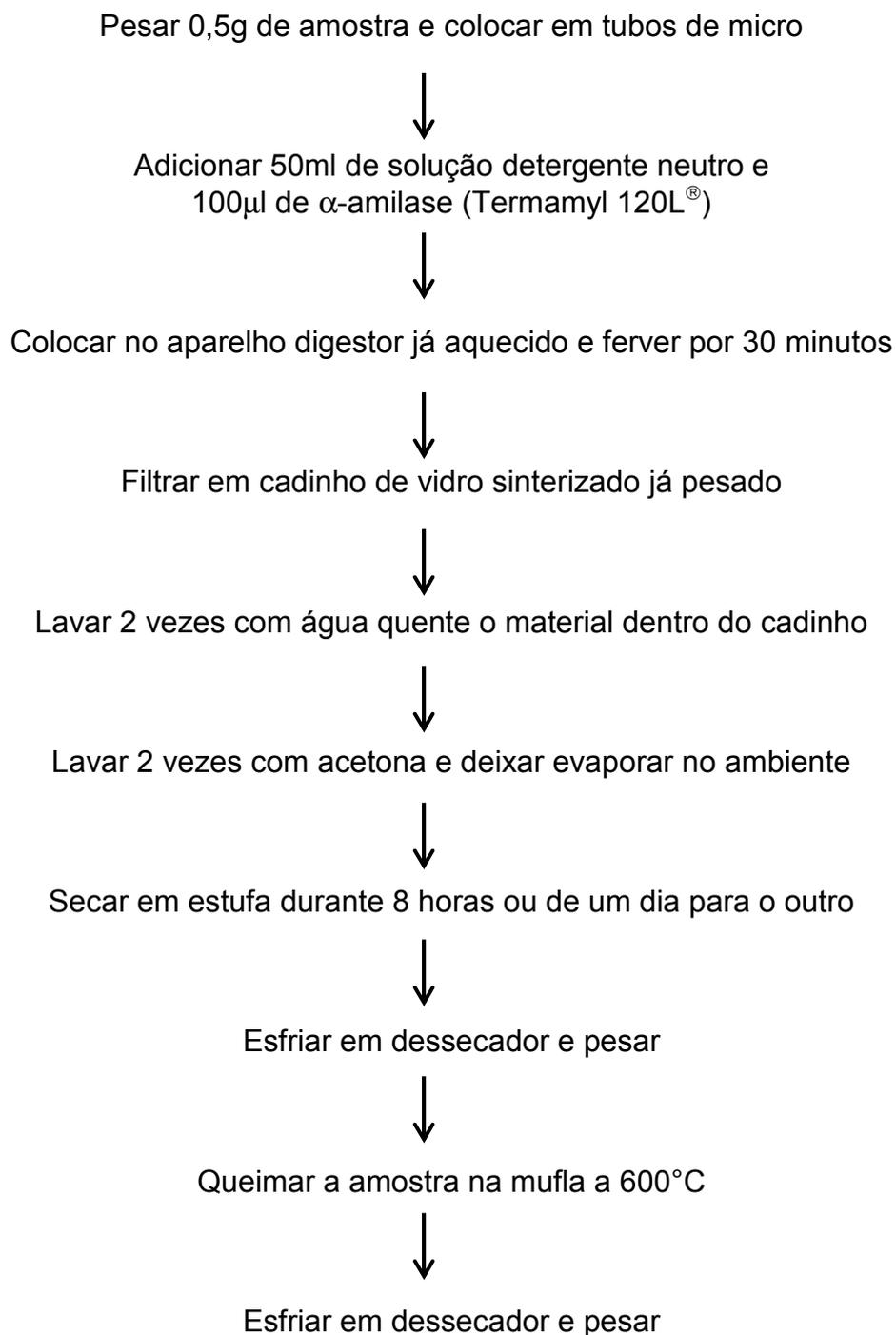


Filtrar em papel-filtro, medir 5ml e despejar em cápsula previamente pesada



Colocar a cápsula na estufa a 105°C, até evaporar o solvente. Resfriar em dessecador e pesar

**ANEXO 15 - Roteiro da determinação de fibra em detergente neutro (FDN)**  
Método de FDN adaptado ao Núcleo Integrado de Análises Laboratoriais (NIDAL)



**ANEXO 16 - Roteiro da determinação do pH das fezes**

Pesar 1g de amostra de fezes



Colocar em bécker de 50ml e adicionar 10ml de  
água destilada



Agitar vagarosamente



Esperar 15 minutos



Fazer leitura com pHmetro.