

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

**DENSIDADE DE ESTOCAGEM, NÍVEIS PROTÉICOS
E LIPÍDICOS DA DIETA NA PRODUÇÃO E
ACEITABILIDADE DO FILÉ DE JUNDIÁ**

TESE DE DOUTORADO

Rafael Lazzari

Santa Maria, RS, Brasil

2008

**DENSIDADE DE ESTOCAGEM, NÍVEIS PROTÉICOS E
LIPÍDICOS DA DIETA NA PRODUÇÃO E ACEITABILIDADE
DO FILÉ DE JUNDIÁ**

por

Rafael Lazzari

Tese apresentada ao Curso de Doutorado 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 obtenção do grau de **Doutor em Zootecnia.**

Orientador: Prof. Dr. João Radünz Neto

Santa Maria, RS, Brasil

2008

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**DENSIDADE DE ESTOCAGEM, NÍVEIS PROTÉICOS E LIPÍDICOS DA
DIETA NA PRODUÇÃO E ACEITABILIDADE DO FILÉ DE JUNDIÁ**

elaborada por
Rafael Lazzari

como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Zootecnia

COMISSÃO EXAMINADORA:

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

Tatiana Emanuelli, Dr^a. (UFSM)

Irineo Zanella, Dr. (UFSM)

José Fernando Bibiano Melo, Dr. (UNEB)

Katia Padilha Barreto, Dr^a. (UFSM)

Santa Maria, 09 de Dezembro de 2008.

AGRADECIMENTOS

A minha namorada Cristiane Rosa Moreira, pelo apoio, carinho e compreensão. Não tenho palavras para agradecer a sua ajuda.

Aos meus pais Nilo e Iraci e a minha irmã Fernanda Lazzari, pelo incentivo, pela educação, pelo carinho e pelo exemplo de vida.

Ao professor, orientador e amigo João Radünz Neto, muito obrigado por oportunizar este momento, por acreditar que a formação e o conhecimento são as ferramentas imprescindíveis para o sucesso profissional. Sua conduta pessoal é um exemplo a ser seguido, muito obrigado por tudo. Seus ensinamentos nunca serão esquecidos.

A todo grupo do Laboratório de Piscicultura, em especial a Fabio, Viviani, Cátia, Giovani, Suzete, Cristiano, Daniel, Suziane, Fernando Jonas, Maria e todos os demais integrantes. Obrigado por todos os momentos de convivência, amizade e de aprendizagem. Sem a ajuda de vocês certamente não conseguiria chegar até aqui.

Ao professor e amigo Diniz Fronza, obrigado pelo constante incentivo. Aos professores Paulo Alberto Lovatto, Bernardo Baldisserotto, Irineo Zanella e José Henrique Souza da Silva, pelos valiosos ensinamentos recebidos durante o curso. Também a secretária do Programa, Olirta Giuliani, por todo o auxílio e paciência durante o decorrer do curso.

A professora Tatiana Emanuelli, a Cristiane Portes Ribeiro e equipe do NIDAL, pela organização e execução de análises dos peixes e dos filés. A equipe do Laboratório de Bioquímica adaptativa, em especial a Alexandra Pretto e à professora Vania Loro.

A CAPES pela concessão de bolsa de estudos, ao SEAP/MCT/FINEP/Fundo Setorial Agronegócio/Fundo CT Hidro-Aqüicultura (processo n.3602/05) pelo auxílio financeiro, ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa para o professor João Radünz Neto, à FAPERGS pela bolsa de iniciação científica para as alunas Viviani Corrêia e Suzete Rossato.

Às empresas Adisseo, Frigorífico Silva, Vitagri Nutrição Animal e ao Laboratório de Análises Micotoxicológicas da UFSM, na pessoa do professor Carlos Augusto Mallmann, pelo fornecimento de ingredientes e análises de dietas. Aos amigos e colegas do CEFET – Unidade de Ensino de Santo Augusto, pela amizade e incentivo. Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram, muito obrigado.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria

DENSIDADE DE ESTOCAGEM, NÍVEIS PROTÉICOS E LIPÍDICOS DA DIETA NA PRODUÇÃO E ACEITABILIDADE DO FILÉ DE JUNDIÁ

AUTOR: RAFAEL LAZZARI

ORIENTADOR: JOÃO RADÜNZ NETO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 09 de Dezembro de 2008.

Este trabalho foi conduzido para avaliar o crescimento, perfil lipídico, metabolismo e aceitabilidade dos filés de jundiás. Para isso foram conduzidos quatro experimentos delineados inteiramente ao acaso, onde jundiás de mesma origem genética foram criados em sistemas com recirculação de água. No primeiro, foram avaliados quatro densidades de estocagem (4,2, 6,4, 8,6 e 10,8 kg/m³) em jundiás de ambos os sexos. Utilizou-se um total de 420 peixes (Pi=182,95 ± 2,96 g), que foram alimentados durante 120 dias até a saciedade aparente. Verificou-se diminuição no peso dos peixes com o aumento da densidade utilizada, com elevação do cortisol plasmático. No segundo experimento, testou-se a influência do sexo e do nível de proteína dietário. Em arranjo fatorial 2 X 3 (dois sexos e três níveis protéicos: 24, 27 e 30% de PB), 270 peixes (Pi=207,02 ± 26,73 g) foram alimentados controladamente durante 100 dias. As fêmeas apresentaram crescimento superior, com exigência protéica menor (24% PB) que os machos (30% PB), os quais apresentaram maior rendimento de filé. O aumento da proteína da dieta proporcionou melhora no perfil lipídico dos filés. Foram conduzidos mais dois experimentos separadamente avaliando a utilização do óleo de soja na dieta (0, 2, 4, 6, 8 e 10% de inclusão, alimentação até a saciedade). Os machos (234, Pi=193,32 ± 18,78 g – 120 dias de experimento) alimentados com 8% de óleo apresentaram melhor desempenho. As fêmeas (144, Pi=237,75 ± 22,35 g – 80 dias de experimento) alimentadas com 10% de óleo obtiveram maior peso final. O consumo aparente de alimento foi maior nos machos. A maior inclusão de óleo de soja nas dietas proporcionou diminuição na quantidade de ácidos graxos saturados e aumento de poliinsaturados (PUFAS) nos filés dos jundiás. Não foram detectadas diferenças pelo painel de provadores no sabor, textura e aparência dos filés de jundiás de ambos os sexos.

Palavras-chaves: estresse, óleo de soja, proteína, qualidade, *Rhamdia quelen*.

ABSTRACT

Animal Science Doctorate Thesis
Post-Graduate Program in Animal Science
Federal University of Santa Maria

STOCKING DENSITY, DIET LIPID AND PROTEIN LEVELS IN PRODUCTION AND FILLET ACCEPTABILITY OF JUNDIÁ

AUTHOR: RAFAEL LAZZARI

ADVISER: JOÃO RADÜNZ NETO

Date and Defense Place: Santa Maria, December, 09th, 2008.

This study was conducted to evaluate growth, lipid profile, metabolism and fillet acceptability of jundiá. For this purpose four experiments were conducted in a completely randomly design, where jundiás of the same genetic origin were reared in water re-use system. In the first, it was evaluated four densities (4.2, 6.4, 8.6 and 10.8 kg/m³) in jundiás of both sexes. It was used a total of 420 fish (IW=182.95 ± 2.96 g), that were fed for 120 days until the apparent satiation. It was verified a weight decrease of fish with the increase of the SD used, with elevation of the plasmatic cortisol. In the second experiment, it was tested the sex and dietary protein level influence. In factorial arrangement 2 X 3 (two sexes and three protein levels: 24, 27 and 30% of CP), 270 fish (IW=207.02 ± 26.73 g) were fed controlled during 100 days. The females showed higher growth, with lower protein requirement (24% CP) than that of males (30% CP). These showed higher fillet yield. The increase of the diet protein provided improvement in the fillet lipid profile. Two additional experiments were conducted separately to evaluate the use of soybean oil in the diet (0, 2, 4, 6, 8 e 10% of inclusion, feeding until the satiation). The males (234, IW=193.32 ± 18.78 g – 120 days experiment) fed with 8% soybean oil showed better performance. The females (144, IW=237.75 ± 22.35 g – 80 days experiment) fed with 10% soybean oil had obtained higher final weight. The feed apparent consumption was higher in males. The higher soybean oil inclusion in the diets decreased the amount of saturated fatty acids and increased polynsaturated fatty acids in jundiá fillets. No differences were detected by the taste panel in the flavor, texture and appearance of the fillets regardless of fish sex.

Keywords: stress, soybean oil, protein, quality, *Rhamdia quelen*.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Formulação e composição (%) da dieta utilizada no experimento 1.....	22
TABELA 2 - Valores dos parâmetros de qualidade da água analisados durante o experimento.....	27
TABELA 3 – Comprimento total (cm), comprimento padrão (cm), conversão alimentar aparente (CAA), coeficiente de variação do peso (%) e fator de condição de jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem.....	29
TABELA 4 - Rendimento de cortes de jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem.....	32
TABELA 5 - Composição (%) dos filés de jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem.....	34
TABELA 6 – Composição corporal (%) de jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem.....	35
TABELA 7 - Perfil lipídico corporal de jundiás criados em diferentes densidades de estocagem.....	36
TABELA 8 - Perfil lipídico dos filés de jundiás criados em diferentes densidades.....	37
TABELA 9 - Parâmetros hematológicos de jundiás em diferentes densidades de estocagem.....	38
TABELA 10 - Parâmetros metabólicos do plasma de jundiás submetidos a diferentes densidades.....	39
TABELA 11 - Composição das dietas experimentais (%) utilizadas no experimento 2.....	50
TABELA 12 - Composição em aminoácidos essenciais (% da proteína) das dietas experimentais.....	51
TABELA 13 - Rendimentos de cortes e índices digestivos de jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína e separados por sexo.....	57
TABELA 14 - Composição centesimal dos filés e corporal de jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína na dieta e separados por sexo..	59
TABELA 15 - Perfil lipídico corporal de jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína e separados por sexo.....	60

TABELA 16 - Perfil lipídico dos filés de jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína e separados por sexo.....	62
TABELA 17 - Enzimas digestivas em jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína e separados por sexo.....	64
TABELA 18 - Parâmetros metabólicos em jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína e separados por sexo.....	65
TABELA 19 – Parâmetros hematológicos em jundiás alimentados com dietas contendo diferentes níveis protéicos e separados por sexo.....	66
TABELA 20 - Valores de volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) em jundiás alimentados com dietas contendo diferentes níveis protéicos e separados por sexo.....	67
TABELA 21 - Composição das dietas experimentais para os machos (%).....	84
TABELA 22 - Composição das dietas experimentais para as fêmeas (%).....	85
TABELA 23 - Valores dos parâmetros de qualidade da água analisados durante os experimentos 3 e 4.....	91
TABELA 24 - Parâmetros produtivos de machos de jundiá alimentados com dietas contendo óleo de soja.....	93
TABELA 25 - Parâmetros produtivos de fêmeas de jundiá alimentadas com dietas contendo óleo de soja.....	96
TABELA 26 - Composição centesimal de filés e peixe inteiro (%) de machos de jundiá alimentados com dietas contendo óleo de soja.....	97
TABELA 27 - Perfil lipídico dos filés de machos de jundiás alimentados com óleo de soja na dieta.....	98
TABELA 28 - Perfil lipídico corporal de machos de jundiás alimentados com óleo de soja na dieta.....	100
TABELA 29 - Composição centesimal do peixe inteiro e de filés (%) de fêmeas de jundiá alimentadas com dietas contendo óleo de soja.....	101
TABELA 30 - Perfil lipídico corporal de fêmeas de jundiás alimentadas com dietas contendo óleo de soja.....	102
TABELA 31 - Perfil lipídico dos filés de fêmeas de jundiá alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja.....	103

TABELA 32 - Escore sensorial de teste de ordenação de acordo com a preferência de filés de machos de jundiás alimentados com diferentes níveis de óleo de soja.....	104
TABELA 33 - Escore sensorial de teste de ordenação de acordo com a preferência de filés de fêmeas de jundiás alimentados com diferentes níveis de óleo de soja.....	104
TABELA 34 - Enzimas digestivas de machos de jundiá alimentados com dietas contendo níveis de óleo de soja.....	105
TABELA 35 - Metabólitos em machos de jundiá alimentados com dietas contendo níveis de óleo de soja.....	106
TABELA 36 - Enzimas digestivas em fêmeas de jundiá alimentados com dietas contendo níveis de óleo de soja.....	107
TABELA 37 – Parâmetros hematológicos em machos de jundiá alimentados com dietas contendo níveis de óleo de soja.....	108
TABELA 38 – Metabólitos em fêmeas de jundiá alimentados com dietas contendo níveis de óleo de soja.....	111
TABELA 39 – Parâmetros hematológicos em fêmeas de jundiá alimentadas com dietas contendo níveis de óleo de soja.....	113
TABELA 40 – Composição analisada dos ingredientes utilizados nas dietas dos experimentos 1 e 2 (%)......	144
TABELA 41 – Composição analisada dos ingredientes utilizados nas dietas dos experimentos 3 e 4 (%)......	145
TABELA 42 – Composição analisada em aminoácidos totais (T) e digestíveis (D) dos ingredientes utilizados nas dietas dos experimentos 1 e 2 (%)......	146
TABELA 43 - Composição analisada em aminoácidos totais (T) e digestíveis (D) dos ingredientes utilizados nas dietas dos experimentos 3 e 4 (%)......	147

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Variação da temperatura da água (°C) durante o período experimental.....	27
FIGURA 2 - Peso de jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem.....	28
FIGURA 3 – Biomassa total (g) de jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem.....	29
FIGURA 4 - Consumo aparente diário dos jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem.....	30
FIGURA 5 - Índice hepato-somático de jundiás criados em diferentes densidades.....	31
FIGURA 6 - Índice digestivo-somático de jundiás criados em diferentes densidades.....	31
FIGURA 7 – Valores ajustados de taxa de eficiência protéica em jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem.....	33
FIGURA 8 - Teores de glicose plasmática de juvenis de jundiá em diferentes densidades de estocagem.....	40
FIGURA 9 - Valores de cortisol plasmático de jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem.....	40
FIGURA 10 - Peso médio individual dos jundiás separados por sexo.....	56
FIGURA 11 - Peso final de jundiás de acordo com o nível de proteína da dieta.....	57
FIGURA 12 - Fator de condição de machos e fêmeas de jundiá alimentados com diferentes níveis de proteína na dieta.....	58
FIGURA 13 - Valores de quimiotripsina em jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína na dieta.....	63
FIGURA 14 - Quantidade de plaquetas em jundiás de acordo com o sexo.....	67
FIGURA 15 - Teor de glicogênio hepático em jundiás de acordo com o sexo....	68
FIGURA 16 – Proteína no fígado de jundiás separados por sexo.....	68
FIGURA 17 – Quantidade de lactato no fígado de jundiás separados por sexo.	69
FIGURA 18 – Quantidade de glicose plasmática (mg/dL) em jundiás separados por sexo.....	70
FIGURA 19 – Quantidade de glicogênio no fígado (mg/dL) de jundiás	

separados por sexo.....	70
FIGURA 20 – Quantidade de triglicerídeos plasmáticos em jundiás alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta.....	71
FIGURA 21 – Valores médios de HDL em jundiás alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta.....	71
FIGURA 22 - Peso médio ajustado ao consumo de alimento de jundiás machos alimentados com dietas contendo óleo de soja.....	92
FIGURA 23 – Peso médio ajustado ao consumo de alimento de fêmeas de jundiá alimentadas com dietas contendo óleo de soja.....	92
FIGURA 24 - Valores de consumo diário aparente (CDA) em jundiás alimentados com dietas contendo óleo de soja.....	94
FIGURA 25 – Valores de conversão alimentar aparente (CAA) em jundiás alimentados com dietas contendo óleo de soja.....	95
FIGURA 26 – Biomassa total de machos e fêmeas de jundiá alimentadas com dietas contendo óleo de soja.....	95
FIGURA 27 – Quantidade de plaquetas em machos de jundiá alimentados com dietas contendo óleo de soja.....	109
FIGURA 28 – Valores de volume corpuscular médio (VCM) em machos de jundiá alimentados com dietas contendo óleo de soja.....	109
FIGURA 29 – Quantidade de proteína no fígado e rim de fêmeas de jundiá alimentadas com dietas contendo óleo de soja.....	110
FIGURA 30 – Quantidade de colesterol total em jundiás alimentados com dietas contendo óleo de soja.....	112
FIGURA 31 – Quantidade de triglicerídeos plasmáticos em jundiás alimentados com dietas contendo óleo de soja.....	112
FIGURA 32 - Quantidade de hemoglobina em fêmeas de jundiá alimentadas com dietas contendo óleo de soja.....	113
FIGURA 33 - Hematócrito de fêmeas de jundiá alimentadas com dietas contendo óleo de soja.....	114

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas	
AGE – ácidos graxos essenciais	r^2 – coeficiente de determinação
AGS – ácidos graxos	RF – rendimento de filé
AST – aspartato aminotransferase	SFA – ácidos graxos saturados
ALT – alanina aminotransferase	TEP – taxa de eficiência protéica
BHT – butil-hidróxi-tolueno	UFA – ácidos graxos insaturados
CAA – conversão alimentar aparente	VCM – volume corpuscular médio
CDA – consumo diário aparente	RC – rendimento de carcaça
CHCM – concentração de hemoglobina corpuscular média	
CP – comprimento padrão	Pi – peso inicial
CT – comprimento total	
CV – coeficiente de variação	
CVP - coeficiente de variação do peso	
DE – densidade de estocagem	
DIC – delineamento inteiramente ao acaso	
Dpr – desvio padrão residual	
ED – energia digestível	
EB – energia bruta	
FC – fator de condição	
GI – gordura intraperitoneal	
IDS – índice digestivo-somático	
IHS – índice hepato-somático	
HCM – hemoglobina corpuscular média	
HDL – lipoproteína de alta densidade	
HT - hematócrito	
HB – hemoglobina	
LDL – lipoproteína de baixa densidade	
NS – não-significativo ($P>0,05$)	
PB – proteína bruta	
P/E – relação proteína/energia	
PUFA – ácidos graxos poliinsaturados	
PV – peso vivo	

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Protocolo da determinação da matéria seca total e matéria mineral.....	139
ANEXO 2 - Protocolo da determinação da proteína bruta.....	140
ANEXO 3 - Protocolo da determinação do extrato etéreo.....	141
ANEXO 4 - Protocolo da determinação da fibra bruta.....	142
ANEXO 5 – Protocolo da determinação de lipídios (carcaça).....	143
ANEXO 6 - Tabela 40. Composição analisada dos ingredientes utilizados nas dietas dos experimentos 1 e 2 (%)......	144
ANEXO 7 - Tabela 41. Composição analisada dos ingredientes utilizados nas dietas dos experimentos 3 e 4 (%)......	145
ANEXO 8 - Tabela 42. Composição analisada em aminoácidos totais (T) e digestíveis (D) dos ingredientes utilizados nas dietas dos experimentos 1 e 2 (%)......	146
ANEXO 9 - Tabela 43. Composição analisada em aminoácidos totais (T) e digestíveis (D) dos ingredientes utilizados nas dietas dos experimentos 3 e 4 (%)......	147
ANEXO 10 - Questionário de recrutamento de painelistas para painel sensorial.....	148

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	15
2 OBJETIVOS	17
3 PRIMEIRO CAPÍTULO: CRESCIMENTO, HEMATOLOGIA E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE JUNDIÁS CRIADOS EM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM	18
3.1 Introdução	18
3.2 Material e métodos	20
3.2.1 Instalações e animais.....	20
3.2.2 Qualidade da água.....	21
3.2.3 Manejo alimentar.....	22
3.2.4 Coleta de dados e variáveis estimadas.....	23
3.2.5 Análises laboratoriais.....	25
3.2.6 Análises estatísticas.....	26
3.3 Resultados	27
3.3.1 Qualidade da água.....	27
3.3.2 Desempenho e carcaça.....	28
3.3.3 Composição centesimal e perfil lipídico.....	34
3.3.4 Hematologia e metabolismo.....	38
3.4 Discussão	41
3.5 Conclusões	46
4 SEGUNDO CAPÍTULO: CRESCIMENTO E QUALIDADE DA CARNE DO JUNDIÁ DE ACORDO COM O SEXO E O NÍVEL DE PROTEÍNA DA DIETA ..	47
4.1 Introdução	47
4.2 Material e métodos	48
4.2.1 Instalações e animais.....	48
4.2.2 Qualidade da água.....	49
4.2.3 Manejo alimentar.....	50
4.2.4 Coleta de dados e variáveis estimadas.....	52
4.2.5 Análises laboratoriais.....	53
4.2.6 Análises estatísticas.....	55
4.3 Resultados	56
4.3.1 Qualidade da água.....	56

4.3.2 Desempenho e carcaça.....	56
4.3.3 Composição centesimal e perfil lipídico.....	59
4.3.4 Enzimas digestivas, metabolismo e hematologia.....	63
4.4 Discussão.....	72
4.5 Conclusões.....	78
5 TERCEIRO CAPÍTULO: DESEMPENHO, QUALIDADE E ACEITABILIDADE DE FILÉS DE MACHOS E FÊMEAS DE JUNDIÁ ALIMENTADOS COM ÓLEO DE SOJA NA DIETA.....	79
5.1 Introdução.....	79
5.2 Material e métodos.....	81
5.2.1 Instalações e animais.....	81
5.2.2 Qualidade de água.....	82
5.2.3 Manejo alimentar.....	83
5.2.4 Coleta de dados e variáveis estimadas.....	86
5.2.5 Análises laboratoriais.....	87
5.2.6 Painel sensorial.....	89
5.2.7 Análises estatísticas.....	90
5.3 Resultados.....	91
5.3.1 Qualidade da água.....	91
5.3.2 Desempenho e carcaça.....	92
5.3.3 Composição centesimal, perfil lipídico e aceitabilidade.....	97
5.3.4 Enzimas, metabolismo e hematologia.....	105
5.4 Discussão.....	115
5.5 Conclusões.....	123
6 DISCUSSÃO GERAL.....	124
7 CONCLUSÕES GERAIS.....	126
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	127
9 ANEXOS.....	139

1. INTRODUÇÃO GERAL

A aquicultura brasileira cresce a uma taxa superior a 20% ao ano, muito maior que todas as demais atividades de produção animal no Brasil (Ostrensky et al., 2008). Nosso país é o segundo produtor de organismos aquáticos da América do Sul, atrás somente do Chile. Em relação à criação de peixes de água doce, 67% da produção nacional está baseada na produção de carpas, tilápias e peixes redondos (tambaquis e pacus).

A carência de tecnologias adequadas de criação para as espécies nativas é um fator limitante na expansão da piscicultura brasileira. Esta se caracteriza pela importação de modelos criatórios baseados em espécies exóticas mundialmente difundidas (carpas, catfish, salmões), o que, muitas vezes, não proporciona a mesma resposta pelas diferentes condições de criação.

O jundiá (*Rhamdia quelen*) é um bagre de hábito alimentar onívoro, encontrado desde o sul do México até a Argentina. Apresenta carne de sabor agradável, sendo bem aceita pelos consumidores. O peso final de abate pode variar de 350 gramas a até 1 kg com um tempo de engorda de 6 meses a 1 ano (Barcellos et al., 2004). A produção brasileira de jundiá é de 547 toneladas, representando 0,2% do total da aquícola nacional (Boscardin et al., 2008). Para os próximos anos, espera-se o aumento desta quantidade.

É uma espécie que exige adequado manejo alimentar desde os primeiros dias de vida, sendo classificado como um onívoro exigente (Radünz Neto, 2004; Meyer & Fracalossi, 2005). Alguns estudos foram realizados sobre a nutrição desta espécie na fase de larvicultura (Piaia & Radünz Neto, 1997; Cardoso et al., 2004; Lazzari et al., 2004), alevinagem (Coldebella & Radünz Neto, 2002; Meyer & Fracalossi, 2004) e recria (Lazzari et al., 2008; Pedron et al., 2008). No entanto, existe carência de trabalhos na fase de terminação, relacionados ao manejo criatório e qualidade do pescado.

O conhecimento da digestão, das atividades enzimáticas e metabólicas é de fundamental importância para o planejamento de um manejo nutricional adequado para peixes. Os lipídios e as proteínas são os principais constituintes em dietas para peixes, com os carboidratos sendo menos expressivos (De Silva & Anderson, 1995). Para peixes, as dietas caracterizam-se pelos altos níveis de proteína.

As relações deste nutriente com os lipídios e carboidratos ocasionam mecanismos metabólicos distintos que afetam diretamente o crescimento dos animais. Neste aspecto, a utilização de rotas gliconeogênicas é de fundamental importância, pois o peixe pode, a partir de fontes não-glicídicas, produzir glicose para produção de energia.

No matrinxã (*Brycon cephalus*) observou-se redução no glicogênio hepático de acordo com o aumento da proteína da dieta (Vieira et al., 2005). Para *Gadus morhua* alimentados com dieta sem amido, esta espécie pode realizar gliconeogênese a partir de aminoácidos e triglicérides para manter os teores de glicogênio (Hemre et al., 1989). O pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) apresenta, com base nos conteúdos metabólicos observados no rim e fígado, uma caracterização de realizar gliconeogênese (Lundstedt et al., 2004).

Diante das informações existentes para a produção do jundiá, este estudo visa aprofundar questões relacionadas ao manejo, composição do alimento, alterações metabólicas e reflexos na qualidade da carne. O trabalho foi composto por quatro experimentos, que estão organizados e descritos nos próximos três capítulos deste texto.

2. OBJETIVOS

- Determinar a melhor densidade de estocagem para a engorda de jundiás em sistema de recirculação de água;
- Estabelecer níveis de óleo de soja na dieta para a engorda de machos e fêmeas de jundiá;
- Observar a composição química de filés de jundiá e sua relação com o alimento;
- Verificar a aceitabilidade do filé de jundiá através de painel de provadores;
- Avaliar o efeito do sexo no crescimento e na qualidade da carne;
- Detectar alterações metabólicas e enzimáticas em jundiás alimentados com diferentes concentrações energéticas;
- Mensurar o efeito da densidade de estocagem e composição da dieta sobre o perfil hematológico do jundiá.

3. PRIMEIRO CAPÍTULO

Crescimento, hematologia e composição centesimal de jundiás criados em diferentes densidades de estocagem

3.1 Introdução

Os sistemas de produção de peixes em cativeiro são eficientes à medida que se estabelece um manejo padronizado para cada espécie. Um fator que afeta muito a produtividade é a quantidade de animais utilizados por unidade de área ou volume, representada pela densidade de estocagem (DE). A não adaptação a altas DE pode limitar a criação de uma espécie de peixe em escala comercial (Montero et al., 1999; Molnár et al., 2004).

O potencial de crescimento de um peixe depende de fatores ambientais, da espécie e da DE utilizada na criação, onde se espera conseguir, em menor espaço e tempo possíveis, maior produtividade (Ouattara et al., 2003). Até as exigências nutricionais de uma espécie diferem de acordo com as instalações de cultivo e densidades de estocagem (Webster et al., 1992).

A melhor DE para cada espécie varia de acordo com o sistema de criação, alimentação, potencial de crescimento da espécie e tamanho ótimo no momento da despesca. Por isso, é muito difícil estabelecer o que é uma alta ou baixa densidade. A DE está condicionada ao estabelecimento de uma estrutura populacional, que resulta em interações sociais entre os indivíduos dentro da unidade de criação. Assim, alguns peixes tornam-se dominantes, ocasionando desuniformidade do lote e redução da eficiência alimentar (Grand & Grant, 1994).

Os mecanismos fisiológicos relacionados à DE no crescimento e utilização do alimento pelos peixes são variados (Boujard et al., 2002). Em muitas situações, alta DE é um fator estressante, ocasionando efeitos negativos no crescimento (Pickering & Pottinger, 1987; Vijayan & Leatherland, 1988). Nestes casos, a glicose sangüínea é um bom indicador de distúrbios fisiológicos, por ser a principal fonte de energia utilizada para suportar situações metabólicas desfavoráveis (Brandão et al., 2004). O aumento na concentração de glicose e posterior diminuição do crescimento acontecem por que a energia é desviada para compensar uma situação de estresse (Procarione et al., 1999). Outro indicador de estresse em peixes é o cortisol,

hormônio responsável por várias alterações fisiológicas, como o metabolismo hepático e intermediário (Barcellos et al., 2000). Uma elevação do nível deste hormônio indica uma condição de estresse.

Peixes criados em menores DE geralmente apresentam maior crescimento individual e sobrevivência, entretanto, a produção por área é baixa (Gomes et al., 2000). O surgimento de dominância e aumento da condição de estresse é característico de altas DE (Cavero et al., 2003; Iguchi et al., 2003). Neste sentido, espera-se que maiores DE apresentem grandes variações entre indivíduos, como observado para o matrinxã (*Brycon cephalus*) e "black bass" (*Micropterus salmoides*) (Gomes et al., 2000; Petit et al., 2001).

Para determinadas espécies de peixes, altas DE resultam em maior sobrevivência, sem redução de crescimento, consumo e conversão alimentar (Molnár et al., 2004). Em alguns estudos, foram demonstrados que, em maiores densidades, os peixes são mais agressivos na busca e ingestão do alimento (Piaia & Baldisserotto, 2000; Rowland et al., 2004). Em juvenis de "gilthead seabream" (*Sparus aurata*), altas DE provocam alterações comportamentais, baixa utilização do alimento, resultando em mortalidade e crescimento reduzido (Montero et al., 1999). Para o tambaqui (*Colossoma macropomum*), menor densidade proporciona peixes de maior tamanho e a sobrevivência não é afetada (Brandão et al., 2004). Para jundiás criados em tanques-rede de pequeno volume, o aumento da DE proporciona maior peso individual (Vaz et al., 2003). Segundo os autores, em baixas densidades não ocorre competição por alimento, o que influencia na quantidade ingerida.

A piscicultura está evoluindo no sentido de intensificar e maximizar o uso da água. Por isso, é importante realizar estudos sobre a criação e a influência da densidade de estocagem no estresse e glicemia dos peixes nativos brasileiros. Para o jundiá, é fundamental a determinação da melhor densidade de estocagem para aperfeiçoar o manejo alimentar e verificar o potencial desta espécie em sistemas intensivos de criação.

O presente estudo teve o objetivo de avaliar o crescimento, a composição corporal, o perfil lipídico (filés e peixe inteiro) e a hematologia de jundiás em diferentes densidades de estocagem.

3.2 Material e métodos

Para o estudo foi realizado um experimento com 120 dias de duração (Janeiro a Maio de 2006), conduzido nas instalações experimentais do Laboratório de Piscicultura da Universidade Federal de Santa Maria – RS (altitude 95m, longitude 29°43'S, latitude 53°42'W). Os peixes utilizados foram adquiridos em piscicultura comercial (Piscicultura Tramontini, Salto do Jacuí/RS), mantidos em tanque de terra (1000m²) e alimentados com dieta comercial (32% PB) antes de serem conduzidos para as instalações experimentais.

3.2.1 Instalações e animais

Utilizou-se para a criação dos peixes um sistema com recirculação de água composto de 12 tanques (1000 L, 850 L de volume útil) de cimento-amianto revestidos com fibra de vidro, dispostos em 3 fileiras com 4 unidades. Cada tanque possuía entrada e saída individual de água, onde a vazão mantida em cada um foi de 6 L/min. O sistema possuía também termostatos para controle da temperatura, biofiltros contendo pedra britada para filtragem biológica e sistema de retrolavagem para eliminação de resíduos (Radünz Neto et al., 1987).

Os peixes foram acondicionados nos tanques de criação uma semana antes do início do experimento para adaptação ao manejo diário e às instalações. Neste manejo, foi realizada uma aplicação individual preventiva de oxitetraciclina (20 mg/kg peso vivo), via intramuscular (Brandão, 2004). Foram utilizados no experimento 420 jundiás de ambos os sexos (peso inicial=182,95 ± 2,96 g), distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 3 repetições. Foram testadas 4 densidades de estocagem: 4,2, 6,4, 8,6 e 10,8 kg/m³ (equivalentes a 20, 30, 40 e 50 peixes/tanque).

3.2.2 Qualidade da água

O controle da qualidade da água do sistema de criação foi realizado através de limpeza dos encanamentos, sifonagem diária de resíduos, renovação diária (10% do volume total) e monitoramento dos parâmetros físico-químicos: temperatura, amônia total, nitrito, oxigênio dissolvido, alcalinidade total e pH. A água para todas as análises foi coletada na entrada do primeiro filtro biológico, antes de cada alimentação. Para medição da temperatura, utilizou-se termômetro (bulbo de mercúrio) e para oxigênio oxímetro digital (YSI-Yellowsprings-EUA). Para as demais análises foi utilizado kit colorimétrico (Alfakit[®]), onde: - a análise de amônia é baseada no método Indotest, e a alcalinidade total no método de neutralização (volumétrico), ambos descritos no manual da APHA (2005); o nitrito é analisado pelo método da alfa-naftilamina (método proposto por Fries (1971)); e o pH pelo uso de indicador seguindo AWWA (1970).

3.2.3 Manejo alimentar

A alimentação dos peixes foi realizada uma vez ao dia (10h - até a saciedade aparente). A dieta experimental foi baseada em Lazzari et al. (2006), conforme Tabela 1. Foi realizada a pesagem da quantidade de alimento fornecido por unidade experimental para cálculo do consumo e demais índices produtivos.

Para o preparo da dieta experimental, os ingredientes foram moídos, pesados e posteriormente misturados, através de amassadeira, até completa homogeneização. Posteriormente a mistura foi umedecida, peletizada e levada a estufa de circulação de ar forçado por 24 h a 55 °C. Após foi acondicionada em sacos plásticos e conservada em freezer (-18 °C) até a utilização.

Tabela 1. Formulação e composição da dieta utilizada no experimento 1

Ingredientes	Quantidade (%)
Farinha de carne e ossos bovina	23
Farelo de soja	24
Milho moído	23,99
Farelo de trigo	20
Óleo de soja	5
Sal comum	1
Fosfato bicálcico	1
Vitaminas e minerais	2
Antioxidante (BHT)	0,01
Composição analisada (%)	
Umidade	5,90
Proteína Bruta	31,09
Matéria mineral	11,49
Extrato etéreo	9,42
Fibra bruta	3,80
Cálcio	2,52
Fósforo	1,57
Rancidez (reação de Kreiss)	negativo

Composição da mistura vitamínica e mineral (SUPRE MAIS[®]/kg de produto): Ác. Fólico: 1200mg, Ác. Nicotínico: 24000mg, Ác. Pantotênico: 12000mg, Cobalto: 10mg, Cobre: 3000mg, Cloreto de colina: 108 g, Ferro: 50000mg, Biotina: 48 mg, Iodo: 100mg, Manganês: 20000mg, Selênio: 100mg, Vit.A: 1200000UI, Vit. B1: 4800mg, Vit. B2: 4800mg, Vit. B6: 4800mg, Vit. B12: 4800mcg, Vit. C: 48 g, Vit. D3: 200000UI, Vit. E: 12000 mg, Vit. K3: 2400mg, Zinco: 3000mg.

3.2.4 Coleta de dados e variáveis estimadas

Antes do início do experimento, uma amostra de 20 peixes foi separada para análises iniciais de hematologia e composição química. A cada 60 dias, 6 peixes por tratamento foram capturados (2 por tanque), sendo 3 abatidos (hipotermia) para a realização da análise de composição corporal (peixe inteiro moído) e os demais para retirada de filé. Em todos os procedimentos, os peixes passaram por jejum (24 horas) e foram previamente anestesiados com trifenóxi-etanol (0,03%).

Foram realizadas 3 biometrias para coleta de dados de peso e comprimento, uma inicial, na metade (60 dias) e ao término do experimento (120 dias). Utilizou-se para este procedimento balança digital com 3 casas decimais e ictiômetro graduado.

Foram estimadas as seguintes variáveis:

Peso médio (g): medido nas biometrias, representa a média de peso individual em cada densidade de estocagem testada.

Biomassa total (g): obtida a partir do peso médio individual dos peixes multiplicado pelo número total de peixes em cada tanque.

Comprimento total (cm): medida que representa toda a extensão do peixe, da cabeça ao final da cauda.

Comprimento padrão (cm): medido da cabeça até a inserção do pedúnculo caudal.

Coeficiente de variação do peso: $CVP = (\text{desvio padrão} / \text{média peso}) * 100$;

Fator de condição: calculado segundo a fórmula:

$$FC = ((\text{Peso} \times 100) / (\text{Comprimento total}^3)).$$

Conversão alimentar aparente: $CAA = (\text{consumo de alimento (g)} / \text{ganho em peso (g)})$.

Consumo diário aparente: $CDA = \text{consumo no período (g)} / \{(\text{peso final (g)} + \text{peso inicial (g)}) / 2\} / \text{dias} \times 100$.

Taxa de eficiência protéica: $TEP = \text{ganho em peso (g)} / \text{proteína ingerida (g)}$.

Rendimento de carcaça: peso eviscerado, com brânquias, expresso em % do peso inteiro.

Rendimento de filé: peso dos filés, expresso em % do peso inteiro.

Rendimento de couro: peso do couro, expresso em % do peso inteiro.

Gordura intraperitoneal: gordura separada das vísceras, expresso em % do peso inteiro.

Índice hepato-somático: IHS= (peso fígado (g) / peso inteiro (g)) x 100.

Índice digestivo-somático: IDS= (peso trato digestório (g) / peso inteiro (g)) x
100.

3.2.5 Análises laboratoriais

As cinzas e umidade foram determinadas através da metodologia descrita nas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). A gordura foi extraída e quantificada pelo método de Bligh-Dyer (1959), extração com clorofórmio/metanol, a frio. A proteína bruta foi quantificada pelo método de Kjeldahl (fator de conversão=6,25) (AOAC, 1995).

Para determinação do perfil lipídico a gordura extraída foi metilada de acordo com Hartman & Lago (1973) e analisada por cromatografia gasosa de alta resolução (cromatógrafo Hewlett-Packard, modelo HP 6890, equipado com detector de ionização de chama – FID), em coluna capilar DB-23 (Agilent – 60 m x 0,25 mm x 0,25 µm).

Após 60 dias e ao final do período de alimentação (120 dias), dois peixes por tanques (6 por tratamento) foram capturados para coleta de sangue. Para este procedimento, os peixes foram imobilizados, onde se retirou cerca de 2 mL de sangue por peixe. As amostras foram acondicionadas em recipientes (5 mL) com EDTA em gelo e imediatamente levados para análise. A análise do eritrograma (contagem total de eritrócitos, hematócrito e hemoglobina) foi determinada a partir da amostra coletada com EDTA, no contador eletrônico de células Pentra 120.

As enzimas alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST) foram determinadas por química seca, em analisador bioquímico Vitros 950 (Johnson & Johnson), pelo método enzimático. O cortisol foi analisado por um ensaio imunométrico quimioluminescente em fase sólida de alta sensibilidade, no equipamento Immulite 2000 (DPC).

O colesterol total foi determinado por química seca (Vitros, 1997), pelo método enzimático similar ao proposto por Allain et al. (1974). O colesterol HDL foi separado por precipitação de LDL e VLDL com sulfato de dextran e cloreto de magnésio (Warnick et al., 1983). O HDL foi determinado por química seca pelo método enzimático utilizando o mesmo reativo do colesterol total. O colesterol LDL foi estimado pela equação de Friedewald et. al (1972). Os triglicerídeos foram determinados por química seca, pelo método enzimático conforme descrito por Spayd (1978).

3.2.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificação de normalidade. Os valores de glicose foram analisados por ANOVA de Kruskal-Wallis e os de triglicérides foram transformados por logaritmo de base 10. O procedimento MIXED do software SAS[®] (2001) foi aplicado para avaliar o efeito do tempo (60 ou 120 dias) em cada variável resposta. Foram testados também os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as variáveis. Para os valores de peso e biomassa total, utilizou-se o consumo de ração como co-variável. O efeito da densidade de estocagem em cada variável foi analisado por regressão polinomial. As análises foram consideradas significativas quando a probabilidade (P) foi menor que 0,05. O software SAS[®] (2001) foi utilizado para realizar as análises estatísticas e o Sigma Plot[®] para a construção das figuras.

3.3 Resultados

3.3.1 Qualidade da água

Até os 80 dias de experimento, a temperatura da água do sistema de criação manteve-se na faixa dos 22-26°C (Figura 1). Após este período (outono no Sul do Brasil), ocorreram oscilações, porém não afetaram o comportamento alimentar dos peixes. Os demais parâmetros de qualidade de água estiveram em níveis adequados para a criação da espécie (Tabela 2) e não apresentaram correlação significativa com os resultados obtidos.

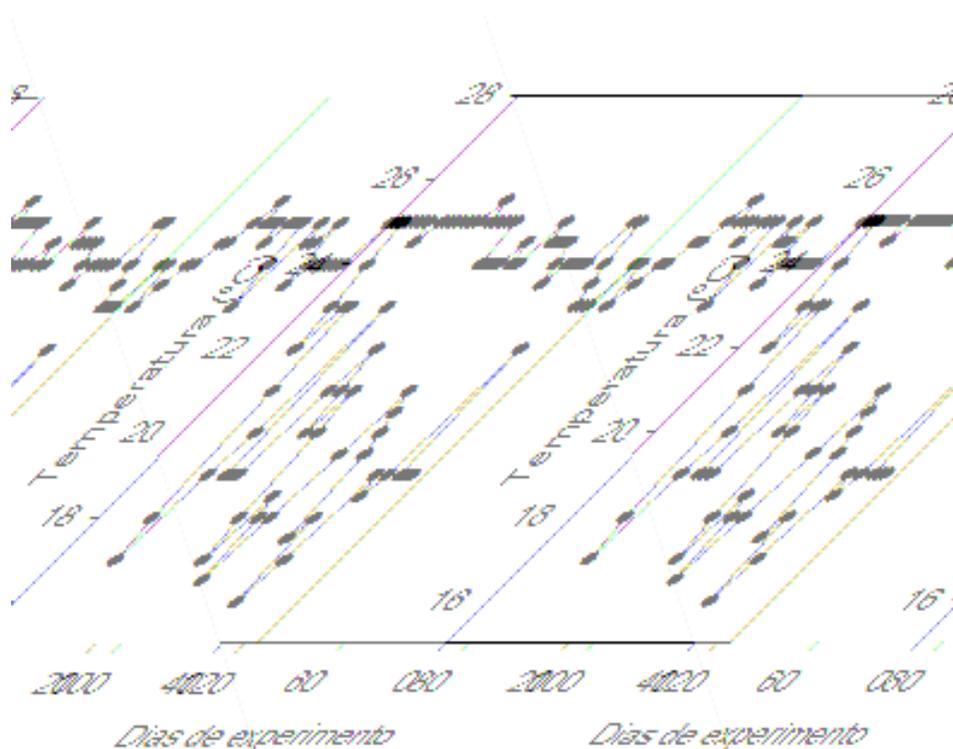


Figura 1. Variação da temperatura da água (°C) durante o período experimental.

Tabela 2. Valores dos parâmetros de qualidade da água analisados durante o experimento*

Parâmetro	mínimo	máximo	média	desvio
Oxigênio dissolvido (mg/L)	3,75	9,0	5,05	1,12
Amônia total (mg/L)	0,5	2,0	0,92	0,55
Nitrito (mg/L)	0,025	0,3	0,10	0,09
pH	6,0	7,0	6,72	0,29
Alcalinidade total (mg CaCO ₃ /L)	20	44	31,95	6,05

*Amostras coletadas na entrada do primeiro filtro biológico.

3.3.2 Desempenho e carcaça

O peso individual dos peixes diminuiu de acordo com o incremento da DE (Figura 2), nos dois períodos de avaliação (60 e 120 dias). Ao final do experimento, os peixes da DE 4,2 kg/m³ atingiram maior peso (315 g). Os resultados deste trabalho evidenciam diminuição no crescimento do jundiá em densidades acima de 4,2kg/m³ em sistema de recirculação de água. Em ambos os períodos, observaram-se efeitos lineares decrescentes (60 dias: $Y=279,48 - 6,40X$, $r^2=0,67$, $P=0,001$; 120 dias: $Y=298,34 - 6,02X$, $r^2=0,68$, $P=0,003$).

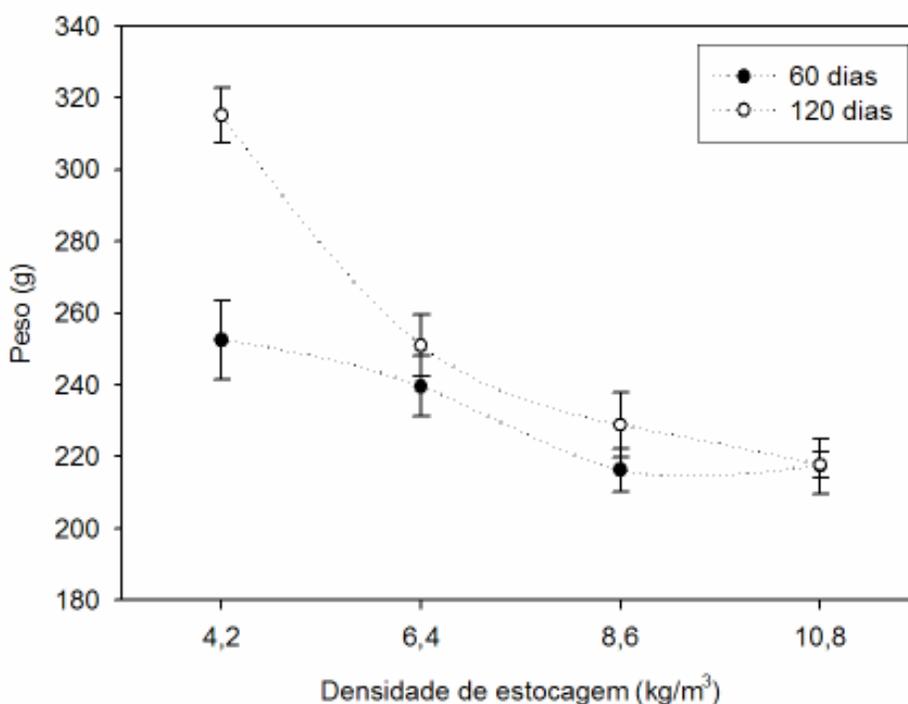


Figura 2. Peso de jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem.

A elevação da DE implicou em maior biomassa total por tanque (Figura 3). Tanto aos 60 ($Y=1606,57 + 842,35X$, $r^2=0,97$, $P=0,0001$) como aos 120 dias ($Y=1560,53 + 951,29X$, $r^2=0,96$, $P=0,0001$), o efeito da DE sobre a biomassa foi crescente e altamente significativo. Observou-se correlação negativa ($-0,72$, $P=0,007$) entre o peso individual dos jundiás e a biomassa total. Aos 60 dias, a conversão alimentar aparente dos peixes apresentou efeito quadrático ($Y=-0,03 + 0,51X - 0,03X^2$, $r^2=0,45$), onde os peixes submetidos à DE 8,6 kg/m³ apresentaram maior valor (Tabela 3). Já ao final do experimento, a CAA dos jundiás aumentou de acordo com a DE ($Y= 0,79 + 0,28X$, $r^2=0,78$, $P=0,0001$).

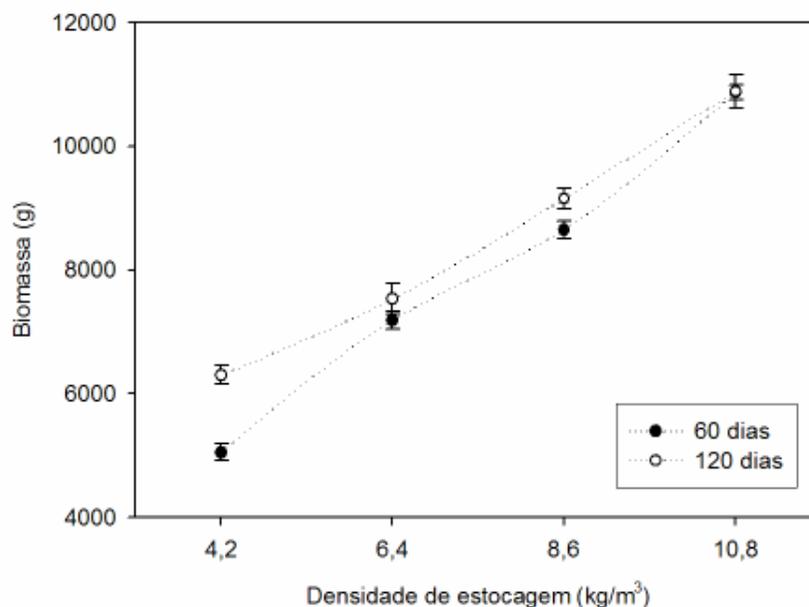


Figura 3. Biomassa total de jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem.

Tabela 3. Comprimento total, comprimento padrão, conversão alimentar aparente (CAA), coeficiente de variação do peso (CVP) e fator de condição (FC) de jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem

Variáveis	Densidade de estocagem (kg/m ³)				dpr	P
	4,2	6,4	8,6	10,8		
60 dias						
Comprimento padrão (cm)	23,26	22,71	23,18	22,49	1,57	NS
Comprimento total (cm)	27,78	27,37	27,23	27,20	0,79	NS
CAA	1,65	1,78	2,35	1,90	0,26	*
CVP (%)	4,26	7,85	2,75	3,56	5,20	NS
FC ¹	1,19	1,18	1,07	1,07	0,03	**
120 dias						
Comprimento padrão (cm)	23,95	23,58	23,16	23,18	0,49	NS
Comprimento total (cm)	28,62	28,33	27,81	28,08	0,96	NS
CAA	1,69	3,08	3,30	3,72	0,32	***
CVP (%)	10,32	16,29	13,90	14,66	7,30	NS
FC ²	1,16	1,14	1,08	1,05	0,02	***

¹Y=1,28 - 0,02X, r²=0,68; ² Y=1,24 - 0,01X, r²=0,91; *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,0001.

Não ocorreu efeito da densidade de estocagem sobre os valores do comprimento total e padrão dos jundiás (Tabela 3). Da mesma forma, o coeficiente de variação do peso não foi afetado pelas diferentes DE testadas ($P>0,05$). Para o fator de condição, verificou-se efeito linear decrescente nos dois períodos de avaliação (60 dias – $P<0,01$ e 120 dias – $P<0,0001$). Não ocorreu mortalidade de peixes durante o experimento.

O consumo aparente diário dos peixes (Figura 4) diminuiu de acordo com o aumento da DE (60 dias: $Y=2,10 - 0,09X$, $r^2=0,93$, $P=0,0001$; 120 dias $Y=1,74 - 0,06X$, $r^2=0,69$, $P=0,0008$). Aos 60 dias, o consumo variou de 1,05%/dia para os peixes da DE $10,8 \text{ kg/m}^3$ até 1,6 %/dia para os da DE $4,2 \text{ kg/m}^3$. Observou-se diminuição significativa dos valores de índice hepato-somático ($P=0,04$) ao final do experimento em relação à amostragem dos 60 dias (Figura 5). Aos 120 dias, verificou-se efeito quadrático ($P=0,04$) da DE sobre IHS, onde os peixes submetidos a menor densidade ($4,2 \text{ kg/m}^3$) apresentaram menor valor (0,86).

Aos 60 dias, os valores de índice digestivo somático (Figura 6) não foram afetados pelas DE testadas. Ao final do experimento, observou-se efeito quadrático ($P=0,02$) para IDS, onde o máximo valor para esta variável foi obtido com a densidade de $8,6 \text{ kg/m}^3$.

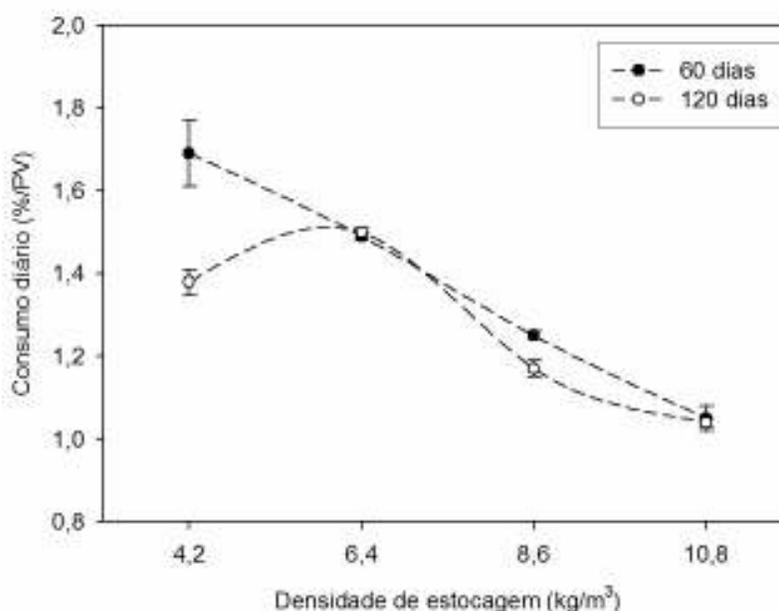


Figura 4. Consumo aparente diário dos jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem.

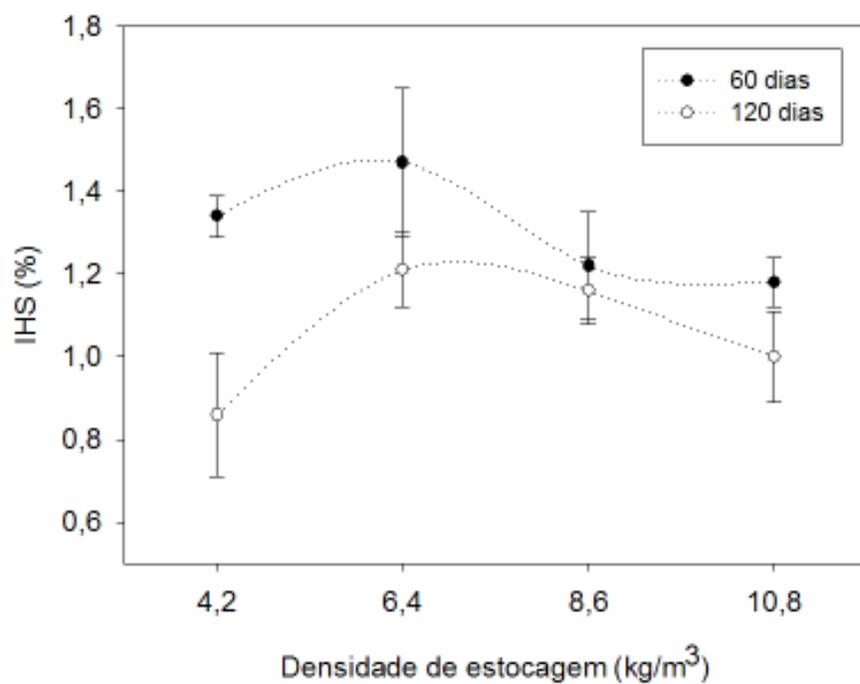


Figura 5. Índice hepato-somático de jundiás criados em diferentes densidades.

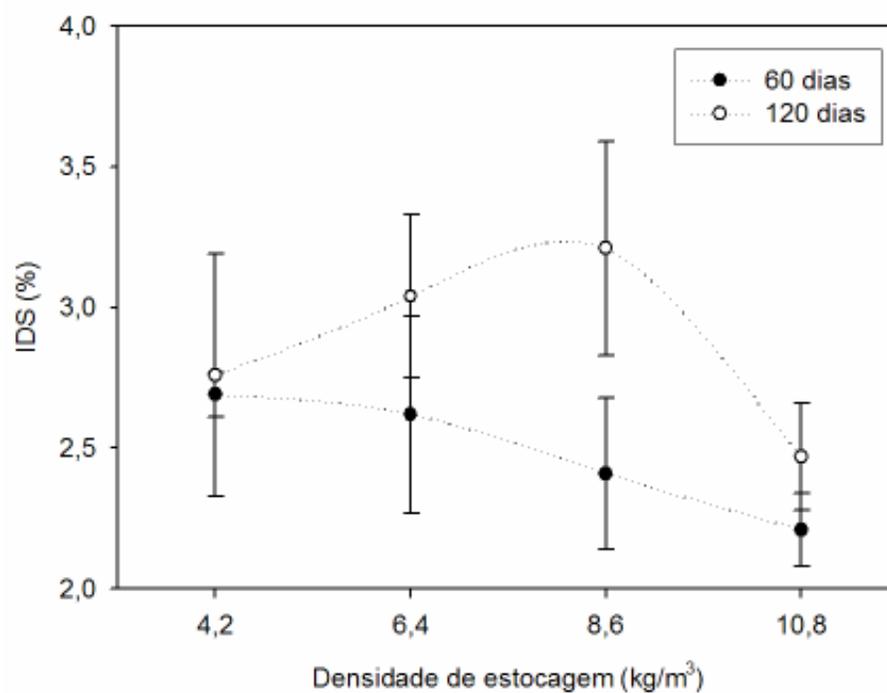


Figura 6. Índice digestivo-somático de jundiás criados em diferentes densidades.

Tabela 4. Rendimento de cortes (%) de jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem

Parâmetros	Densidade de estocagem (kg/m ³)				dpr	P
	4,2	6,4	8,6	10,8		
60 dias						
Rendimento de carcaça	82,26	81,68	84,57	81,43	4,59	NS
Rendimento de filé	31,91	31,61	30,53	31,92	2,71	NS
Couro	3,30	3,20	3,42	3,28	1,80	NS
Gordura intraperitoneal	1,46	3,23	3,39	2,08	1,16	*
120 dias						
Rendimento de carcaça	83,84	83,28	82,92	84,46	1,76	NS
Rendimento de filé	33,37	33,77	33	34,54	1,47	NS
Couro	3,61	3,16	3,34	3,30	0,64	NS
Gordura intraperitoneal	3,92	3,30	2,57	1,88	1,68	*

NS: Não significativo (P>0,05). *P<0,05.

Não foi observado efeito da densidade sobre os valores de rendimento de carcaça, couro e filé dos jundiás nos dois períodos de avaliação (Tabela 4). Foi verificada correlação positiva e significativa entre os valores de rendimento de carcaça e filé ($r=0,73$, $P<0,0001$).

Na coleta de dados aos 60 dias, observou-se maior quantidade de gordura intraperitoneal (GI) nos peixes submetidos à DE 6,4 e 8,6 kg/m³ (Tabela 4). Ao final do experimento, a gordura intraperitoneal diminuiu proporcionalmente ($Y=5,25 - 0,31X$, $r^2=0,40$, $P<0,05$) ao incremento da densidade de estocagem.

A taxa de eficiência protéica (TEP) apresentou alta correlação com as densidades testadas. Assim, utilizou-se a DE como co-variável. A TEP ajustada foi maior ($P<0,05$), nos dois períodos de avaliação, nos peixes submetidos a menor DE testada (60 dias=1,13; 120 dias=1,08; Figura 7).

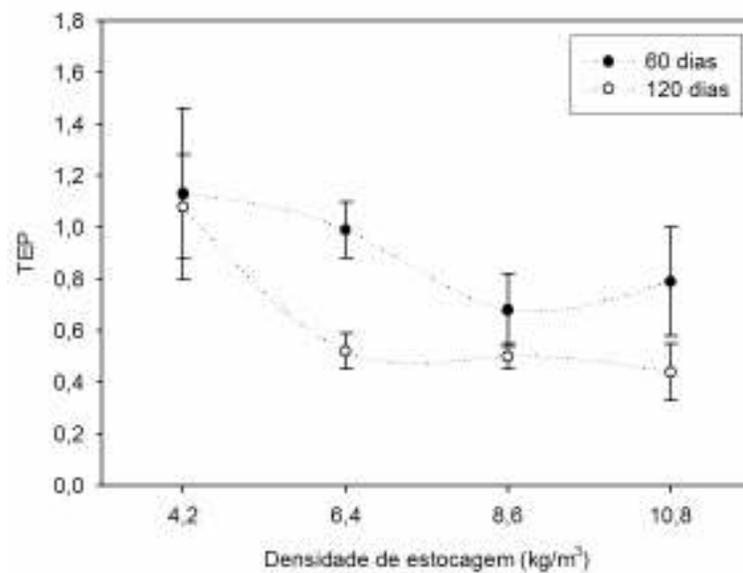


Figura 7. Valores ajustados da taxa de eficiência protéica em jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem.

3.3.3 Composição centesimal e perfil lipídico

Aos 60 dias, a umidade dos filés ($Y=69,72 + 0,51X$, $r^2=0,71$) aumentou de acordo com as DE testadas, ocorrendo o inverso para os lipídios ($Y=12,06 - 0,57X$, $r^2=0,76$) (Tabela 5). Os teores de cinzas e proteínas, neste período, bem como a composição total dos peixes ao final do experimento, não sofreu influência da DE.

Em relação ao peixe inteiro (Tabela 6), aos 60 dias, verificou-se aumento linear dos teores de umidade ($Y=65,65 + 0,29X$, $r^2=0,40$) e proteína ($Y=12,99 + 0,41X$, $r^2=0,61$), enquanto que a gordura diminuiu ($Y=19,20 - 0,79X$, $r^2=0,61$) de acordo com o aumento da DE. Não ocorreu efeito significativo da DE no teor de cinzas dos peixes. Aos 120 dias, observou-se efeito quadrático da DE ($Y=25,72 - 2,68X + 0,18x^2$, $r^2=0,62$) sobre os teores de proteína. Os demais componentes não foram afetados pelas diferentes DE testadas.

Tabela 5. Composição (%) dos filés de jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem

	Densidade de estocagem (kg/m ³)				dpr	P
	4,2	6,4	8,6	10,8		
Composição (%)	60 dias					
Umidade	72,02	72,74	74,24	75,27	0,87	**
Cinzas	1,39	1,44	1,37	1,40	0,09	NS
Proteína	18,26	17,75	18,68	17,83	0,70	NS
Lipídios	9,06	9,35	7,04	5,63	0,87	**
	120 dias					
Umidade	75,29	73,57	75,38	73,68	2,83	NS
Cinzas	1,16	1,10	1,38	1,18	0,15	NS
Proteína	19,39	19,67	18,78	19,80	0,88	NS
Lipídios	6,04	8,73	6,37	7,35	2,41	NS

**P=0,01. NS: Não significativo (P>0,05).

Quanto ao perfil lipídico corporal dos jundiás (Tabela 7), observou-se maior quantidade de ácidos graxos saturados nos peixes submetidos a menor densidade testada (4,2 kg/m³). À medida que se aumentou a DE, a quantidade de AG saturados diminuiu linearmente (P<0,05). Dos AG insaturados, o único que foi afetado pelas DE foi o C22:5n-3, ocorrendo em maior quantidade nas duas maiores

densidades testadas ($P < 0,01$). Foi verificado aumento linear na quantidade de ácidos graxos insaturados ($P < 0,05$) de acordo com o incremento da densidade de estocagem. A relação n-3/n-6 e também entre os AG insaturados/saturados também foram maiores nas DE mais altas ($P < 0,05$). A relação n-6/n-3 foi maior na DE 6,4 kg/m^3 .

Tabela 6. Composição corporal (%) de jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem

Composição (%)	Densidade de estocagem (kg/m^3)				dpr	P
	4,2	6,4	8,6	10,8		
60 dias						
Umidade	66,95	67,37	68,26	68,79	0,96	*
Cinzas	2,49	2,63	2,83	2,64	0,26	NS
Proteína	14,72	15,88	16,10	17,67	0,88	**
Lipídios	16,76	12,76	12,56	11,05	1,37	**
120 dias						
Umidade	69,30	67,60	70,55	68,80	1,94	NS
Cinzas	2,49	2,90	2,75	3,16	0,46	NS
Proteína	17,41	16,23	15,29	17,54	0,96	*
Lipídios	12,55	13,23	10,95	10,80	1,57	NS

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$. NS=não significativo ($P > 0,05$).

Não ocorreu efeito ($P > 0,05$) da densidade de estocagem sobre o perfil lipídico e as relações entre ácidos graxos nos filés dos jundiás (Tabela 8).

Tabela 7. Perfil lipídico corporal de jundiás criados em diferentes densidades de estocagem (% de ácidos graxos nos lipídios totais)

Ácidos graxos	Densidade de estocagem (kg/m ³)				dpr	P
	4,2	6,4	8,6	10,8		
C14:0	1,48	1,54	1,45	1,30	0,11	**
C16:0	24,34	22,84	23,37	22,10	1,08	*
C18:0	8,57	8,14	7,93	8,12	0,44	NS
∑ Saturados	34,87	33,12	33,20	32,26	1,24	*
C16:1n-7c	5,69	6,40	6,30	5,61	0,78	NS
C18:1n-9c	35,47	35,53	35,75	36,48	0,79	NS
C20:1n-9	0,90	0,94	0,68	1,09	0,31	NS
∑ Mono	42,15	42,97	42,81	43,24	1,50	NS
C18:2n-6c	18,97	19,76	19,33	19,66	1,04	NS
C18:3n-3	1,34	1,32	1,35	1,61	0,27	NS
C20:4n-6	1,07	1,15	1,29	1,23	0,27	NS
C22:5n-3	0,29	0,33	0,44	0,39	0,07	**
C22:6n-3	1,29	1,32	1,55	1,57	0,20	NS
∑ PUFA	22,97	23,90	23,99	24,49	1,58	NS
∑ Insaturados	65,13	66,87	66,79	67,73	1,24	*
∑ n - 3	2,93	2,98	3,36	3,58	0,43	NS
∑ n - 6	20,04	20,91	20,63	20,90	1,24	NS
n-3/n-6	0,14	0,14	0,16	0,17	0,01	*
n-6/n-3	6,91	7,10	6,18	5,88	0,68	**
UFA/SFA	1,87	2,02	2,01	2,10	0,10	*

*=P<0,05; **=P<0,01; NS=não significativo (P>0,05).

Mono= AGS monoinsaturados; PUFA=AGS poliinsaturados;
UFA/SFA=Insaturados/saturados.

Tabela 8. Perfil lipídico dos filés de jundiás criados em diferentes DE (% de ácidos graxos nos lipídios totais)

Ácidos graxos	Densidade de estocagem (kg/m ³)				dpr	P
	4,2	6,4	8,6	10,8		
C14:0	1,41	1,29	1,27	1,32	0,10	NS
C16:0	22,45	21,65	22,68	22,66	1,01	NS
C18:0	7,93	8,54	7,93	7,48	0,87	NS
∑ Saturados	32,13	31,55	32,02	31,88	1,28	NS
C16:1n-7c	6,25	5,14	5,42	6,30	1,13	NS
C18:1n-9c	35,24	35,84	35,45	37,01	1,42	NS
C20:1n-9	0,85	0,90	0,89	1,05	0,37	NS
∑ Mono	42,35	41,90	41,77	44,37	2,37	NS
C18:2n-6c	19,91	20,76	20,86	19,52	1,67	NS
C18:3n-3	1,30	1,34	1,33	1,35	0,07	NS
C20:4n-6	1,37	1,67	1,45	0,96	0,55	NS
C22:5n-3	0,49	0,52	0,47	0,33	0,14	NS
C22:6n-3	2,42	2,23	2,08	1,56	0,65	NS
∑ PUFA	25,51	26,54	26,20	23,74	2,52	NS
∑ Insaturados	67,86	68,44	67,98	68,11	1,28	NS
∑ n - 3	4,23	4,10	3,88	3,25	0,80	NS
∑ n - 6	21,28	22,43	22,31	20,48	1,94	NS
n-3/n-6	0,19	0,18	0,17	0,16	0,02	NS
n-6/n-3	5,13	5,72	5,90	6,32	0,84	NS
UFA/SFA	2,11	2,18	2,12	2,13	0,13	NS

NS=não significativo (P>0,05).

Mono= AGS monoinsaturados; PUFA=AGS poliinsaturados;

UFA/SFA=Insaturados/saturados.

3.3.4 Hematologia e metabolismo

Não ocorreu efeito da densidade de estocagem sobre os parâmetros hematológicos testados, tanto aos 60 dias como ao final do experimento (120 dias) (Tabela 9). Após a análise em relação ao tempo (60 ou 120 dias), verificou-se uma diminuição significativa ($P < 0,05$) do número de plaquetas ao final do experimento.

Tabela 9. Parâmetros hematológicos de jundiás em diferentes densidades de estocagem

	Densidade de estocagem (kg/m^3)				dpr	P
	4,2	6,4	8,6	10,8		
60 dias						
Eritrócitos ($10^6/\text{mm}^3$)	2,40	2,33	2,73	2,89	0,60	NS
Hemoglobina (g/dL)	11,35	12,48	11,80	14,15	1,06	NS
Hematócrito (%)	35,40	38,16	40,00	40,35	6,19	NS
VCM (nm^3)	157,15	162,20	169,60	156,75	14,27	NS
HCM (pg)	48,30	46,14	44,40	48,85	5,22	NS
CHCM (g/dL)	29,10	28,34	26,90	31,15	2,35	NS
Plaquetas	106,00	101,25	114,00	109,00	11,46	NS
120 dias						
Eritrócitos ($10^6/\text{mm}^3$)	2,32	2,40	2,33	2,12	0,37	NS
Hemoglobina (g/dL)	11,02	11,45	11,57	11,50	1,06	NS
Hematócrito (%)	37,30	39,93	38,37	34,18	5,71	NS
VCM (nm^3)	162,13	167,17	165,63	162,58	8,57	NS
HCM (pg)	47,90	47,88	49,83	48,85	2,37	NS
CHCM (g/dL)	29,57	28,68	30,05	30,30	1,29	NS
Plaquetas	78,20	74,00	76,75	80,00	4,50	NS

NS: Não significativo a um nível mínimo de 5% ($P > 0,05$).

VCM: Volume corpuscular médio; HCM: Hemoglobina corpuscular média;

CHCM: Concentração de hemoglobina corpuscular média.

Valores iniciais: eritrócitos=2,73 ($10^6/\text{mm}^3$); hemoglobina=11,00 (g/dL); hematócrito=41,3%; VCM=151,3 (nm^3); HCM=40,3 (pg); CHCM= 26,6 (g/dL); Plaquetas=104,00;

Não foi observado efeito da DE sobre os valores de triglicerídeos, glicose, HDL, LDL e colesterol total (tabela 10 e figura 8). Entretanto, ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$) para todas as variáveis em relação ao tempo de coleta. Os valores de colesterol total, HDL ($P = 0,0001$), LDL ($P = 0,0001$) e triglicerídeos ($P = 0,008$) foram significativamente maiores ao final do experimento. A glicose plasmática foi inferior à coleta dos 60 dias. Aos 120 dias verificou-se efeito linear decrescente ($Y = 45,82 - 0,41X$, $r^2 = 0,67$) nos valores de uréia de acordo com o incremento das DE testadas ($P = 0,02$).

Os valores de triglicerídeos dos jundiás não foram afetados pelas densidades de estocagem testadas ($P > 0,05$). Entretanto, ao final do experimento os jundiás apresentaram maior concentração deste metabólito ($P = 0,008$) em relação aos 60 dias. Da mesma forma, os valores de HDL e LDL não foram influenciados pelas DE testadas, porém aos 120 dias observou-se diferença altamente significativa ($P = 0,0001$) em relação à amostragem intermediária (60 dias).

Tabela 10. Parâmetros metabólicos do plasma de jundiás submetidos a diferentes densidades

	Densidade de estocagem (kg/m^3)				dpr	P
	4,2	6,4	8,6	10,8		
	Uréia (mg/dL)					
60 dias	39,20	31,20	40,40	44,00	1,43	NS
120 dias ¹	43,75	43,50	42,75	41,00	0,72	0,02
	Triglicerídeos (mg/dL)					
60 dias	2,58	2,58	2,65	2,65	0,51	NS
120 dias	2,70	2,71	2,72	2,73	0,04	NS
	HDL (mg/dL)					
60 dias	81,00	84,00	89,00	87,00	9,22	NS
120 dias	110,0	127,25	109,50	122,0	13,55	NS
	LDL (mg/dL)					
60 dias	145,68	152,48	152,76	151,80	10,11	NS
120 dias	231,35	234,20	222,55	239,60	9,45	NS

¹ $Y = 45,82 - 0,41X$, $r^2 = 0,67$. dpr= desvio padrão residual.

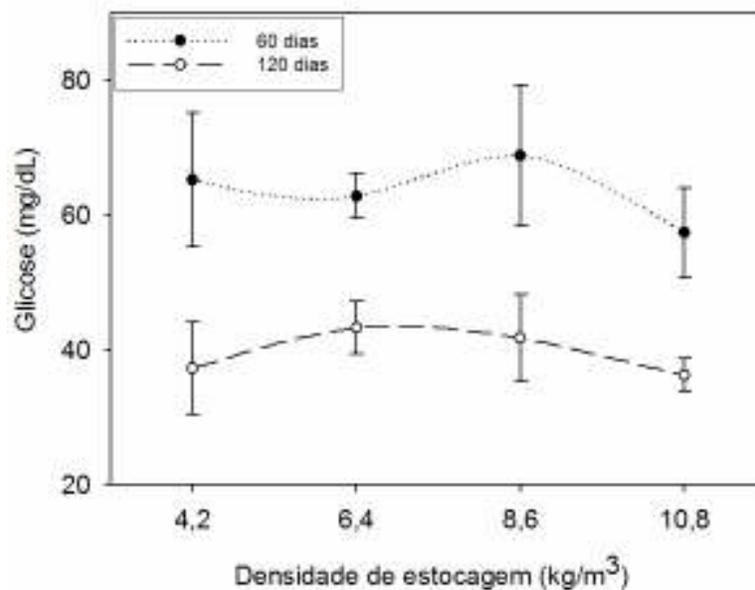


Figura 8. Teores de glicose plasmática em juvenis de jundiá criados em diferentes densidades de estocagem.

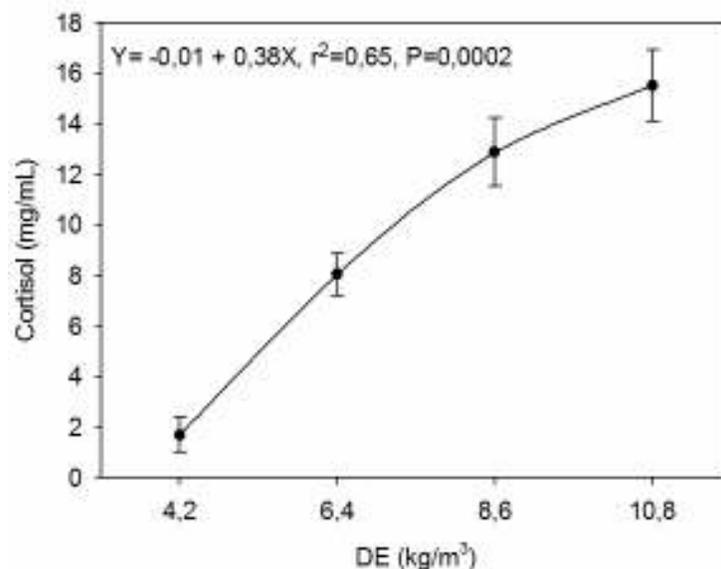


Figura 9. Valores de cortisol plasmático de jundiás submetidos a diferentes densidades de estocagem após 120 dias de experimento.

Os valores de cortisol plasmático dos jundiás aumentaram de acordo com o incremento da densidade de estocagem (Figura 9). Pela equação obtida, espera-se um aumento de 0,38 mg/dL de cortisol a cada kg/m³ a mais na densidade de estocagem dos jundiás.

3.4 Discussão

Os resultados obtidos neste estudo não foram influenciados pela qualidade da água avaliada no sistema de criação como um todo. Em relação ao oxigênio dissolvido da água, o mínimo recomendado para o crescimento da espécie é 5,12 mg/L (Braun et al., 2006).

Os resultados deste trabalho evidenciam diminuição no crescimento do jundiá em densidades de estocagem acima de 4,2 kg/m³. A melhor DE varia de acordo com a espécie e o sistema de criação. Para a tilápia (*Oreochromis niloticus*), os valores variam de 5,98-12,0 kg/m³ (Watanabe et al., 1990) e 14,1 - 30,7 kg/m³ (Cruz & Ridha, 1989). Vaz et al. (2003) observaram que o aumento da densidade não influenciou o peso individual de jundiás criados em tanques-rede. No entanto, esses autores avaliaram densidades inferiores as do presente estudo (2 kg/m³ - 0,68 kg/m³). Rowland et al. (2004) relatam que a variação de 50 para 200 peixes/m³ (peso médio inicial de 2,3 g) não afeta o crescimento e sobrevivência da perca prateada (*Bidyanus bidyanus*). Entretanto, quando se compara o sistema de criação, os peixes mantidos em tanque-rede crescem mais em relação aos criados em viveiros de terra.

Quanto maior a densidade de estocagem suportada, sem perda no ganho em peso, mais apto o peixe está para ser submetido à criação intensiva (Saoud et al., 2008). Isto melhora a eficiência da criação pela diminuição do período de cultivo, independente do sistema de criação adotado.

Os valores de FC observados neste trabalho são superiores aos encontrados por Lazzari et al. (2006), que para juvenis de jundiá com peso de 85 g obtiveram FC de 0,8. No presente estudo, observou-se diminuição do fator de condição dos jundiás de acordo com o incremento da DE.

A relação entre a quantidade de alimento consumido e o crescimento é um fator importante na criação de peixes. Na menor DE testada neste estudo, a conversão alimentar aparente (CAA) foi de 1,7:1, valor superior ao encontrado por Lazzari et al. (2006) para jundiás com peso médio de 85 g (1,4:1). Para juvenis de pintado criados a 27°C com peso de 50 g, a CAA verificada foi de 2,5:1 (Lima & Ribeiro, 2006). Estes autores salientam que a grande dificuldade para mensurar a CAA está relacionada ao consumo real dos peixes no ambiente criatório. Além disso, as variações na eficiência de retenção de nutrientes devem ser consideradas (Boujard & Luquet, 1996).

Para bagres americanos como o catfish (*Ictalurus punctatus*), o valor de conversão alimentar médio está entre 1,3 e 1,4:1 (Li & Lovell, 1992). Este valor de conversão é obtido até o animal chegar com 500 gramas de peso final. Para o catfish americano (*Ictalurus punctatus*), geralmente se utiliza uma dieta com 32% de proteína bruta para a engorda em tanques de terra. Porém, se a densidade de estocagem for aumentada, a exigência nutricional é maior (Li & Lovell, 1992). No presente estudo, utilizou-se para os jundiás uma dieta contendo 31% de PB. Seguindo esta tendência, poderia se esperar que com o aumento do nível de proteína dietário para os peixes submetidos a maiores densidades (6,4, 8,6 e 10,8 kg/m³), o crescimento dos peixes seria maior.

Para algumas espécies de peixes, principalmente salmonídeos, o aumento da DE resulta em diminuição da atividade alimentar, refletido em menor consumo de ração (Baker & Ayles, 1990). Os jundiás criados nas densidades 8,6 e 10,8 kg/m³ apresentaram consumo menor em relação aos demais. Isto pode estar relacionado também ao comportamento da espécie. O fato da uniformidade dos peixes no experimento não ter sido afetada pelas DE testadas sugere que não houve presença de indivíduos dominantes nas unidades experimentais. A diminuição do consumo de alimento em detrimento ao aumento da DE pode estar relacionada ao estresse (Alanärä & Brännäs, 1996).

A elevação da DE pode ser um estressor para o peixe. Quando em situação de estresse, as exigências metabólicas de manutenção são maiores, levando a redução do crescimento. Uma consequência muito comum nestas situações é a utilização de rotas gliconeogênicas, ou seja, obter glicose a partir de fontes não glicídicas. Os peixes gastam mais energia para apreensão do alimento e competição por território, resultando em menor deposição lipídica.

A ação de um estressor crônico pode limitar o crescimento por uma maior demanda metabólica para manutenção, além de uma ação direta na ingestão, absorção e utilização do alimento. Além disso, interações comportamentais ocorrem principalmente em altas densidades, onde geralmente o peixe destina parte de suas reservas para suportar uma situação desfavorável oriunda de alguma situação de estresse (Irwin et al., 1999).

O estresse social geralmente induz agressividade nos peixes, resultando em respostas fisiológicas e de comportamento (Volpato & Fernandes, 1994). No presente estudo não se evidenciou diferença na uniformidade dos peixes entre as

densidades testadas. Entretanto, quando a DE foi elevada, o retardo no crescimento foi evidente, atestando estresse. A grande dificuldade nestes casos é mensurar o grau do efeito estressor e, principalmente, de adaptação dos peixes a esta condição. Isto só seria possível se os peixes submetidos as maiores DE testadas fossem colocados em um ambiente com DE menor com idêntico manejo alimentar.

Além do crescimento, a elevação da DE resultou em diminuição do consumo e piora na conversão alimentar para o jundiá. O efeito estressante neste caso prejudicou o desempenho dos peixes pela alteração metabólica, onde a energia dispendida para compensar uma situação desfavorável é maior. A variabilidade no crescimento dentro das unidades experimentais pode ser considerada uma estratégia adaptativa para otimizar a sobrevivência de uma população em um espaço restrito (Volpato & Fernandes, 1994).

No presente estudo, observou-se elevação do cortisol plasmático de acordo com o incremento da DE, da mesma forma que ocorreu diminuição do peso dos peixes. Entretanto, Barton & Iwama (1991) citam que é difícil determinar se a queda do desempenho é devida a mudanças no metabolismo induzidas pela resposta ao estresse, pois outros fatores também podem determinar diminuição no ganho em peso, como: redução da capacidade do peixe em obter alimento, interações sociais, efeito direto de níveis hormonais, enzimas ou outros fatores de crescimento.

O cortisol é um hormônio muito utilizado como indicador de estresse em peixes (Wendelaar Bonga, 1997; Barcellos et al., 2000). O estresse crônico afeta o crescimento e o metabolismo pela ação do cortisol (Van Weerd & Komen, 1998). Este por sua vez afeta negativamente os hormônios envolvidos no anabolismo, inibindo a síntese protéica (Pickering, 1993). Além disso, estudos em peixes mostram efeito do cortisol sobre rotas gliconeogênicas no organismo (Vijayan et al., 1991; 1994).

Os jundiás criados nas maiores DE apresentaram menor acúmulo de gordura corporal. Isto vem ao encontro do demonstrado por alguns autores que citam que as primeiras enzimas estimuladas no processo de gliconeogênese em situações de estresse são as responsáveis pela lipólise (Vijayan et al., 1991). Assim, aumenta a concentração de glicerol e ácidos graxos livres na corrente sangüínea, o aporte energético das reservas corporais é mobilizado em resposta ao estresse, e o acúmulo corporal de gordura diminui.

Quanto ao perfil lipídico corporal, observou-se que a elevação da densidade até 10,8 kg/m³ proporcionou maior quantidade de AGS insaturados, maior valor da relação $n - 3 / n - 6$ e menor deposição de AGS saturados. Nos filés, não ocorreu efeito da DE sobre o perfil lipídico. Um resultado que chamou a atenção foi a ausência do AGS EPA (eicosapentanóico - 20:5n - 3) nas análises. Esperava-se que este ácido graxo estivesse presente, pois o jundiá apresenta capacidade de alongação e desaturação, principalmente a partir dos AGS linolênico (18:3n - 3) e linoléico (18:2n - 6) (Vargas et al., 2008).

Por outro lado, a fonte lipídica utilizada na dieta dos peixes do presente experimento (óleo de soja) apresenta maior quantidade de AGS do grupo $n - 6$ com pequena proporção de AGS $n - 3$ (NRC, 1993). Neste caso, como a quantidade de $n - 3$ na dieta seriam menores, proporcionando uma quantidade muito reduzida de EPA que não foi detectado nas análises. Filés de jundiás criados em sistema de recirculação de água (sem presença de alimentos naturais) também não apresentaram EPA na sua composição (Weber et al., 2008).

Segundo Vargas et al. (2008), a alternativa para este problema seria adicionar uma fonte de lipídios com melhor composição, como o óleo de peixe. Das fontes vegetais, o óleo de linhaça seria o mais recomendado. Isto mostra que a densidade de estocagem, no caso do perfil lipídico dos filés, não alterou a composição de AGS do jundiá.

Apesar de não ter sido observada alteração no perfil lipídico dos filés de jundiás nas diferentes DE testadas, a quantidade de AGS poliinsaturados (PUFAS) variou de 23 a 26% dos lipídios totais. Estes valores são muito superiores aos verificados em filés do bagre africano (*Clarias gariepinus*) alimentados com dietas práticas, que apresentaram quantidade de PUFAS entre 13 e 14% (Matter et al., 2004).

Os valores de composição centesimal encontrados neste estudo são similares aos encontrados em outros trabalhos com a espécie, que demonstram que, além da densidade, a composição da dieta é fator decisivo na variação dos nutrientes corporais (Lazzari et al., 2006).

Para o jundiá, a alteração dos índices digestivos parece estar relacionada mais com a composição da dieta do que com alterações de manejo.

Pelos resultados obtidos neste estudo, podemos verificar que o jundiá apresenta grande potencial de produção de carne, pelos altos índices de rendimento

de carcaça e filé. Os valores de rendimento de carcaça observados neste estudo (83-84%) foram superiores aos verificados por Lazzari et al. (2006), que obtiveram rendimento de carcaça em torno de 80-82%. Entretanto, estes autores encontraram valores de rendimento de filé superiores aos do presente trabalho, entre 37 e 40%. Estas diferenças devem-se a fase de desenvolvimento, pois no caso do trabalho citado os peixes foram abatidos com menor peso (65-80 g). Fatores como tipo de alimento, sexo e condição de criação podem afetar os valores de rendimento de cortes (Carneiro et al. 2003).

A hematologia é uma ferramenta para detectar alterações no metabolismo e pode ser utilizada para monitorar a saúde dos peixes (Stoskopf, 1993). Um efeito secundário do estresse em peixes pode ser indicado pelo aumento ou diminuição em alguns parâmetros bioquímicos no sangue (Yavuzcan-Yildiz & Kirkagaç-Uzbilek, 2001).

Da mesma forma que no presente estudo para o jundiá, Ranzani-Paiva et al. (2005) observaram correlação significativa (0,76) entre a contagem de eritrócitos e o hematócrito do cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*).

A ação de um estressor crônico pode limitar o crescimento por uma maior demanda metabólica para manutenção, além de uma ação direta na ingestão, absorção e utilização do alimento. O estresse crônico afeta o crescimento e o metabolismo pela ação do cortisol (Van Weerd & Komen, 1998). Este por sua vez afeta negativamente os hormônios envolvidos no anabolismo, inibindo a síntese protéica (Pickering, 1993). Outra consequência muito comum nestas situações é a utilização de rotas gliconeogênicas, ou seja, obter glicose a partir de fontes não glicídicas (Vijayan et al., 1994).

Estudos adicionais envolvendo aspectos de metabolismo de jundiás submetidos a diferentes densidades deverão ser conduzidos para elucidar melhor os mecanismos que levam o jundiá a um menor crescimento em densidades maiores.

Além disso, muitos mercados preconizam a criação dos peixes em condição de bem-estar, sendo a hematologia uma ferramenta importante para monitorar esta condição. Os valores observados neste estudo refletem uma condição específica de manejo com o jundiá.

3.5 Conclusões

- Jundiás criados em densidade de $4,2 \text{ kg/m}^3$ apresentam maior peso individual.
- O aumento da densidade de estocagem provoca estresse no jundiá.
- A proteína e os lipídios corporais são afetados pela densidade de estocagem.
- Os parâmetros hematológicos do jundiá não são alterados em densidades de estocagem até $10,8 \text{ kg/m}^3$.
- Em maiores densidades, o jundiá realiza gliconeogênese.

4. SEGUNDO CAPÍTULO

Crescimento e qualidade da carne do jundiá de acordo com o sexo e o nível de proteína da dieta

4.1 Introdução

A piscicultura é a atividade de produção animal que mais cresce no Brasil. Isto se deve a intensificação e tecnificação dos sistemas de cultivo e a diversidade de espécies utilizadas nas criações. O jundiá (*Rhamdia quelen*) é um bagre de hábito alimentar onívoro e com grandes aptidões para a criação comercial. Em sua dieta é necessária a inclusão de pelo menos uma fonte de origem animal, pois é um peixe exigente quanto à qualidade da proteína dietária (Meyer & Fracalossi, 2004; Lazzari et al., 2006). A criação do jundiá está baseada na produção de peixes de ambos os sexos no mesmo espaço de cultivo. Os animais recebem alimentação com mesma composição, resultando, na maioria das vezes, em crescimento diferenciado entre machos e fêmeas.

A proteína é o nutriente mais caro da dieta e importante para o crescimento e metabolismo dos peixes, pois constitui a maioria dos tecidos. Para o jundiá, trabalhos mostram a influência do nível de proteína da dieta no crescimento deste peixe (Meyer & Fracalossi, 2004; Salhi et al., 2004; Piedras et al., 2006). A exigência protéica encontrada para juvenis de jundiá alimentados com dietas semipurificadas é de 32,6 e 37,3% de proteína bruta (PB) para concentrações energéticas de 3200 e 3650 kcal/kg de energia metabolizável, respectivamente (Meyer & Fracalossi, 2004). Quando a concentração de energia digestível da dieta é de 3400 kcal/kg, a exigência em proteína para este peixe é de 37% (Salhi et al., 2004).

A utilização de dietas práticas em experimentos com peixes é importante por que demonstra uma condição na qual o animal terá que digerir um alimento similar ao encontrado nas criações a campo. São escassos os estudos sobre a exigência protéica de jundiás em fases mais avançadas de criação (acima de 50g).

Assim, este trabalho visa observar o crescimento, composição corporal e dos filés, metabolismo, hematologia e perfil lipídico de jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína na dieta e separados por sexo.

4.2 Material e métodos

Para este trabalho foi conduzido um experimento de alimentação com 100 dias de duração, compreendidos entre os meses de Abril e Julho de 2006. As instalações deste experimento também estavam localizadas no Laboratório de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Os peixes utilizados no experimento são de mesma origem que os do experimento 1, com manejo de adaptação similar.

4.2.1 Instalações e animais

Este experimento foi delineado em um arranjo fatorial 3 X 2 (3 níveis de proteína bruta - 24 27 e 30% PB; e 2 sexos), em triplicata. Utilizou-se como instalação experimental um sistema com recirculação de água, com filtragem biológica e sistema de aeração do tipo "Venturi", composto por 18 tanques de polipropileno (280 L), onde se distribuiu 15 peixes/tanque (9 tanques com machos e 9 com fêmeas). A vazão utilizada em cada tanque foi de aproximadamente 3,5 L/min. Utilizou-se ao todo 270 peixes (135 fêmeas e 135 machos, peso médio inicial= $207,02 \pm 26,73$ g), que foram submetidos a um período de adaptação ao sistema de sete dias antes do início do experimento.

4.2.2 Qualidade da água

Periodicamente foram aferidos os parâmetros físico-químicos da água do sistema de criação: temperatura, amônia total, nitrito, alcalinidade, pH e oxigênio dissolvido. A água para as análises foi coletada na entrada do primeiro filtro biológico, antes de cada alimentação. Para medição da temperatura e oxigênio dissolvido utilizou-se um oxímetro digital (YSI-YellowSprings-EUA). Para as demais análises foi utilizado kit colorimétrico (Alfakit, Florianópolis, SC). As metodologias de análise utilizadas foram similares aos demais experimentos. Realizou-se também limpeza dos encanamentos, sifonagem de resíduos e renovação diária de água (10% do volume total).

4.2.3 Manejo alimentar

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com Lazzari et al. (2006), conforme Tabela 11. A composição em aminoácidos essenciais das dietas encontra-se na Tabela 12. O alimento foi ofertado uma vez ao dia (9h). Nos primeiros 20 e nos últimos 20 dias de experimento foi oferecida aos peixes a quantidade referente a 1,5% do peso vivo/dia. Nos demais dias a oferta foi de 3 %PV/dia.

Para a fabricação das dietas, os ingredientes foram pesados, misturados, através de misturador elétrico, até completa homogeneização. Posteriormente a mistura foi umedecida, peletizada e levada a estufa de circulação de ar forçado por 24h a 53°C. Após a secagem, a ração foi triturada, peneirada (grânulos com cinco milímetros) e conservada em refrigerador (-4 °C).

Tabela 11. Composição das dietas experimentais (%) utilizadas no experimento 2

Ingredientes	24	27	30
Farinha de carne e ossos bovina	16	20	24
Farelo de soja	20	22	24
Milho moído	23,99	23,99	23,99
Farelo de trigo	19	19	19
Óleo de soja	3	4	5
Sal comum	1	1	1
Inerte (areia fina)	14	7	0
Fosfato bicálcico	1	1	1
Vitaminas e minerais ¹	2	2	2
Antioxidante (BHT)	0,01	0,01	0,01
Composição analisada (%)			
Umidade	4,20	5,20	4,10
Proteína Bruta	24,68	27,04	30,41
Energia Digestível (kcal/kg) ²	2585	2833	2869
Energia (kcal ED) / proteína (g)	10,47	10,47	9,43
Matéria mineral	11,09	11,03	12,16
Extrato etéreo	6,21	7,59	9,04
Fibra bruta	3,80	4,14	4,41
Cálcio	1,98	2,35	2,72
Fósforo	1,25	1,52	1,67

¹Composição da mistura vitamínica e mineral (kg de produto/SUPRE MAIS®):

Ác. Fólico: 1200mg, Ác. Nicotínico: 24000mg, Ác. Pantotênico: 12000mg, Cobalto: 10mg; Cobre: 3000mg, Cloreto de colina: 108 g, Ferro: 50000mg, Biotina: 48 mg, Iodo: 100mg, Manganês: 20000mg, Selênio: 100mg, Vit.A: 1200000UI, Vit. B1: 4800mg, Vit. B2: 4800mg, Vit. B6: 4800mg, Vit. B12: 4800mcg, Vit. C: 48 g, Vit. D3: 200000UI, Vit. E: 12000 mg, Vit. K3: 2400mg, Zinco: 3000mg.

²Energia digestível calculada a partir de valores utilizados por TOKO et al. (2008), considerando: Lipídio=9 kcal/g, Proteína=5 kcal/g, Carboidratos=4 kcal/g, com digestibilidades de 85, 90 e 50%, respectivamente.

Tabela 12. Composição em aminoácidos essenciais (% da proteína) das dietas experimentais*

Aminoácido	24	27	30
Arginina	6,21	6,53	6,57
Fenilalanina	3,91	4,01	3,97
Histidina	2,09	2,17	2,16
Isoleucina	3,34	3,44	3,41
Leucina	6,45	6,66	6,60
Lisina	4,70	4,92	4,94
Metionina	1,34	1,40	1,40
Treonina	3,17	3,30	3,30
Triptofano	0,95	0,96	0,94
Valina	4,47	4,65	4,63

*Valores calculados a partir da análise dos ingredientes que se encontram nos Anexos.

4.2.4 Coleta de dados e variáveis estimadas

Antes do início do experimento, uma amostra de 20 peixes foi separada para as análises iniciais de hematologia e composição química. Ao final do experimento, 6 peixes por tratamento foram capturados (2 por tanque), sendo 3 abatidos (hipotermia) para a realização da análise de composição corporal (peixe inteiro moído) e os demais para retirada de filé. Em todos os procedimentos, os peixes passaram por jejum (24 horas) e foram previamente anestesiados com trifenóxi-etanol (0,03%).

Foram realizadas 2 biometrias para coleta de dados de peso e comprimento, uma inicial e outra ao término do experimento (100 dias). Utilizou-se para este procedimento balança digital com 3 casas decimais e ictiômetro graduado.

Foram estimadas as seguintes variáveis:

Peso médio (g): medido nas biometrias, representa a média de peso individual em cada densidade de estocagem testada.

Comprimento total (cm): medida que representa toda a extensão do peixe, da cabeça ao final da cauda.

Comprimento padrão (cm): medido da cabeça até a inserção do pedúnculo caudal.

Fator de condição: calculado segundo a fórmula:

$$FC = ((\text{Peso} \times 100) / (\text{Comprimento total}^3)).$$

Rendimento de carcaça: peso eviscerado, com brânquias, expresso em % do peso inteiro.

Rendimento de filé: peso dos filés, expresso em % do peso inteiro.

Rendimento de couro: peso do couro, expresso em % do peso inteiro.

Gordura intraperitoneal: gordura separada das vísceras, expresso em % do peso inteiro.

Índice hepato-somático: $IHS = (\text{peso fígado (g)} / \text{peso inteiro (g)}) \times 100$.

Índice digestivo-somático: $IDS = (\text{peso trato digestório (g)} / \text{peso inteiro (g)}) \times 100$.

4.2.5 Análises laboratoriais

Após o período de alimentação (100 dias), uma amostra de 3 peixes por tanque (9 por tratamento) foi retirada ao acaso, sendo os animais submetidos a jejum prévio de 24 horas e posteriormente sacrificados por hipotermia.

Ao final do período de alimentação, 2 peixes por tanque (6 por tratamento) foram capturados aleatoriamente para coleta de sangue. A retirada foi realizada por punção na veia caudal, com seringas heparinizadas (3 mL). Após a retirada as amostras foram acondicionadas em tubos contendo EDTA imersos em gelo e foram imediatamente enviadas para análise.

A umidade, cinzas e proteína (método de Kjeldahl, fator de conversão=6,25) foram determinadas seguindo as metodologias descritas na AOAC (1995). A gordura foi extraída e quantificada pelo método de Bligh-Dyer (1959). Para determinação do perfil lipídico a gordura extraída foi metilada de acordo com Hartman & Lago (1973) e analisada por cromatografia gasosa (cromatógrafo Hewlett-Packard modelo HP 6890 equipado com detector de ionização de chama – FID), em coluna capilar DB-23 (Agilent – 60 m x 0,25 mm x 0,25 µm).

Foram determinados os valores de hematócrito, hemoglobina, eritrócitos, volume corpuscular médio, hemoglobina corpuscular média, concentração de hemoglobina corpuscular média e plaquetas. O hematócrito foi determinado por centrifugação (microhematócrito) e a hemoglobina por espectrofotometria pelo método de cianometahemoglobina.

No plasma foram dosados glicose (Kit Labtest), lactato (Harrower & Brown, 1972) e proteína (Bradford, 1976). Para as dosagens de glicose (Park & Johnson, 1949), lactato e amônia (Verdouw et al., 1978), os tecidos muscular e hepático foram homogeneizados numa proporção de 50-100 mg/mL de TCA (ácido tricloroacético) 10%, utilizando-se um homogeneizador tipo Potter-Elvehjem. Após, foram centrifugados a 1000 g por 3 minutos e os sobrenadantes foram utilizados para as determinações dos metabólitos. A dosagem de glicogênio no fígado e músculo foi realizada de acordo com Bidinotto et al., (1998).

Para a análise de enzimas digestivas, o trato digestório foi retirado, sendo posteriormente separado do estômago. Os tecidos então foram homogeneizados em tampão (10 mM fosfato/20 mM tris - pH 7,0) durante 10 minutos (4°C), utilizando um homogenizador (Potter-Elvehjem). Os sobrenadantes obtidos foram utilizados nos ensaios enzimáticos.

A atividade de tripsina foi determinada com α -*p*-toluenesulphonyl-L-arginine methyl ester hydrochloride (TAME). Os extratos foram incubados por 2 minutos em 2ml de tampão Tris/CaCl₂, em pH 8,1. A quimiotripsina foi determinada com benzoyl tyrosine ethyl ester (BTEE). A incubação dos extratos foi realizada por 2 minutos com tampão Tris/CaCl₂ (2ml), em pH 7,8. Para estas 2 enzimas as análises foram realizadas em duplicata de cada peixe coletado, sendo as leituras realizadas em espectrofotômetro (247 e 256 nm, respectivamente), seguindo o protocolo descrito por Hummel (1959). Uma unidade de enzima foi definida como a quantidade de enzima necessária para hidrolizar 1 μ g de substrato (TAME ou BTEE) por min/mg proteína.

A atividade de protease ácida foi determinada utilizando-se o método de hidrólise da caseína modificado por Hidalgo et al. (1999). O ensaio foi conduzido utilizando-se KCl 0,1 M em tampão pH 1,8. A reação enzimática consistia de 1% de caseína em água (0,4 mL), tampão (1,6 mL) e 20 μ l do homogeneizado. Em seguida os tubos foram incubados no banho 30°C durante 40 minutos. A reação foi interrompida com 1 mL de TCA 15%. Após, as amostras foram centrifugadas e os sobrenadantes foram lidos em 280 nm. A tirosina foi utilizada como padrão, sendo uma unidade de enzima definida como a quantidade de enzima necessária para catalizar a formação de 1 μ g de tirosina por 1 min por mg de proteína.

A atividade de amilase foi determinada em tampão fosfato-citrato (0,2M, pH 7,0, NaCl 0,5%) com concentração de amido de 2,5%. A reação foi interrompida com a adição de Ba(OH)₂ (0,3 N e ZnSO₄ 5%). O protocolo experimental foi modificado de acordo com Bernfeld (1955). A determinação da hidrólise do amido foi segundo metodologia de Park-Johnson (1949). A leitura foi realizada em 660 nm. Uma unidade desta enzima foi definida como 1 μ mol de glicose liberada do amido por min/mg de proteína.

A maltase foi determinada também em tampão fosfato-citrato, com 5% de concentração de maltose e 20 μ l de extrato bruto. Estes foram incubados durante 60 minutos (25 °C). A reação foi interrompida com PCA 0,6 N (0,1 mL) e adicionado 0,1 mL de KHCO₃. As amostras foram centrifugadas a 3.000g por 5 minutos e a glicose determinada a 500 nm, com glicose oxidase (Kit-Labtest). A proteína dos extratos brutos para a medição da atividade enzimática foi determinada pelo método de Lowry et al. (1951), utilizando albumina de soro bovino como padrão.

4.2.6 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificação de normalidade. Como não apresentaram distribuição normal, os dados de concentração de hemoglobina corpuscular média foram submetidos à ANOVA de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$). As demais variáveis foram submetidas à análise de variância de duas vias (Two-way ANOVA), sendo que as diferenças entre os sexos foram comparadas pelo teste "t" de Student e o efeito do nível protéico avaliado por regressão polinomial ($P < 0,05$). Realizaram-se também estudos de correlação de Pearson (r) entre as variáveis estudadas. Para as análises estatísticas foi utilizado o pacote estatístico "SAS" (2001).

4.3 Resultados

4.3.1 Qualidade da água

Os valores de qualidade da água verificados no experimento foram: temperatura= $20,07 \pm 2,52$ °C; pH= $6,95 \pm 0,15$; oxigênio dissolvido= $5,9 \pm 0,78$ ppm; amônia total= $1,25 \pm 0,80$ ppm; nitrito= $0,02 \pm 0,003$ ppm; alcalinidade total= $45,50 \pm 11,45$ mg CaCO₃/L; dureza= $54,67 \pm 11,57$ mg CaCO₃/L.

4.3.2 Desempenho e carcaça

O peso dos peixes foi influenciado pelo sexo. Observou-se maior peso nas fêmeas em relação aos machos (Figura 10). Quanto ao nível de proteína, os machos aumentaram de peso ($Y=151,69 + 3,90X$, $r^2=0,57$, $P=0,01$) de acordo com o incremento do nível de proteína da dieta. No caso das fêmeas, não ocorreu efeito do nível de proteína da dieta no peso (Figura 11).

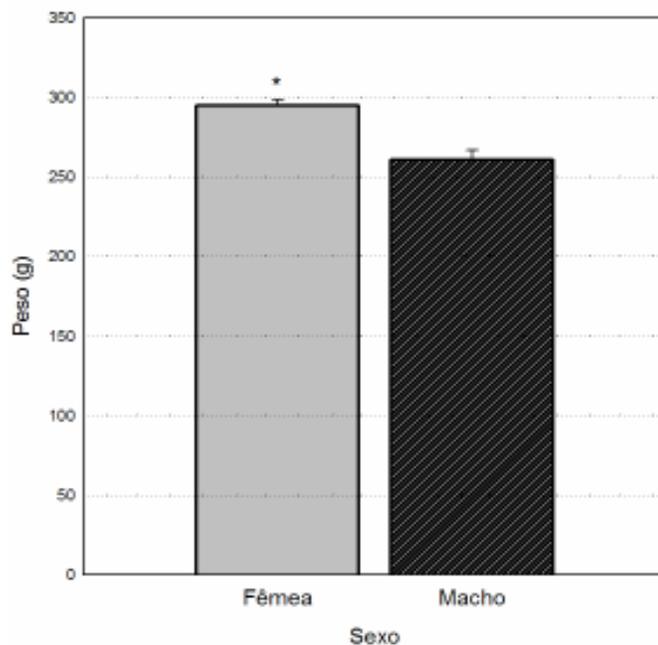


Figura 10. Peso médio individual dos jundiás separados por sexo.

Coluna assinalada por * apresenta diferença significativa dos machos pelo teste "t" de Student ($P<0,05$).

Os valores de comprimento total e padrão dos peixes não foram afetados pelos níveis de proteína e pelo sexo dos peixes (Tabela 13). Verificou-se neste estudo que o nível protéico da dieta não afetou o rendimento de cortes do jundiá (IDS, GI e IHS). As fêmeas apresentaram menor rendimento de filé e maior valor de

índice digestivo-somático. Para rendimento de carcaça, couro, gordura intraperitoneal e índice hepato-somático, não se verificaram diferenças entre sexos.

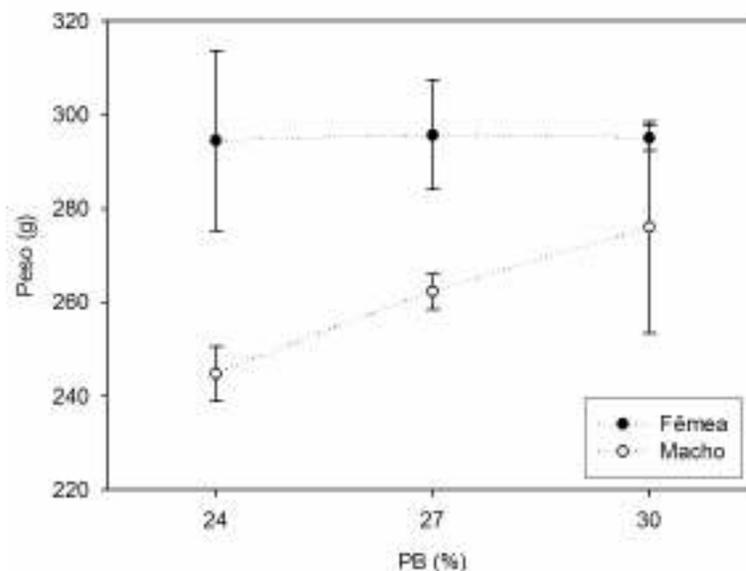


Figura 11. Peso final de jundiás de acordo com o nível de proteína da dieta.

Tabela 13. Rendimentos de cortes e índices digestivos de jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína e separados por sexo

	CT	CP	RC	RF	COU	IDS	GI	IHS
PB (%)								
24	28,42	22,49	85,52	33,28	3,65	2,77	3,90	1,40
27	28,32	22,52	85,80	33,54	3,52	2,79	4,17	1,31
30	28,60	22,75	84,05	32,98	3,48	3,23	4,52	1,65
Sexo								
Macho	28,22	22,35	85,86	34,37	3,51	2,50	4,09	1,29
Fêmea	28,73	22,89	84,59	32,16	3,59	3,36	4,30	1,61
ANOVA								
Sexo	NS	NS	NS	**	NS	**	NS	NS
PB	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sexo x PB	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV	0,90	1,42	5,36	3,97	5,68	18,51	22,42	27,05

NS: Não-significativo ($P > 0,05$). ** $P < 0,01$.

CT= comprimento total; CP= comprimento padrão; RC=rendimento de carcaça; RF=rendimento de filé; COU=rendimento de couro; IDS=índice digestivo somático; GI= gordura intraperitoneal; IHS=índice hepato-somático.

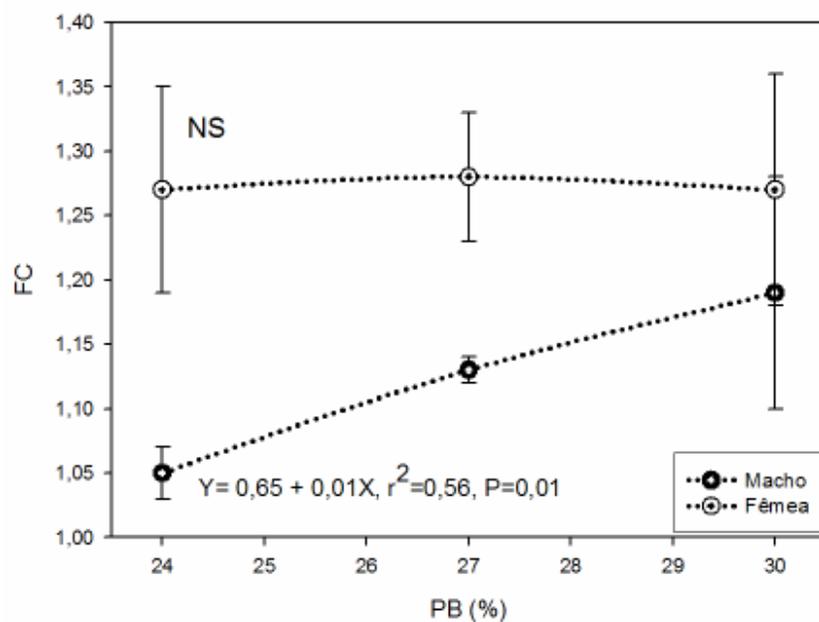


Figura 12. Fator de condição de machos e fêmeas de jundiá alimentados com diferentes níveis de proteína na dieta.

O fator de condição verificado nos jundiás foi menor ($P < 0,05$) nos machos (1,12) que nas fêmeas (1,27). A proteína da dieta influenciou significativamente o fator de condição nos machos (Figura 12), enquanto que para as fêmeas não foi observado esse efeito.

4.3.3 Composição centesimal e perfil lipídico

A composição dos filés dos jundiás não foi influenciada pelo sexo do peixe ($P>0,05$, Tabela 14). A umidade dos filés apresentou aumento linear crescente em relação ao nível de proteína da dieta ($Y=61,86 + 0,41X$, $r^2=0,79$). A quantidade de cinzas, gordura e proteína dos filés não foram modificadas em função do nível protéico da dieta ($P>0,05$).

A umidade corporal não foi influenciada pelo sexo e pela proteína dietária. Os peixes alimentados com a dieta contendo 30% de proteína apresentaram maior quantidade de gordura corporal (15,75%, Tabela 14). As fêmeas apresentaram mais proteína corporal que os machos ($P<0,05$). Ocorreu interação significativa entre sexo e nível de proteína da dieta para as cinzas e para a gordura corporal (Tabela 14). Isto mostra que a variação destes componentes, no peixe inteiro, é dependente dos dois fatores testados no experimento.

Tabela 14. Composição centesimal dos filés e corporal (%) de jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína na dieta e separados por sexo

	Filé				Inteiro			
	UM	CZ	GOR	PRO	UM	CZ	GOR	PRO
PB (%)								
24	72,55	1,22	6,50	20,47	67,81	2,85	13,68	16,46
27	73,54	1,29	7,87	19,39	67,77	3,10	13,00	18,13
30	74,79	1,34	6,08	18,47	67,15	2,88	15,75	16,99
Sexo								
Macho	73,86	1,33	6,71	18,77	68,26	3,06	14,02	16,09
Fêmea	73,39	1,23	6,93	20,11	66,89	2,83	14,26	18,30
ANOVA								
Sexo	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*
PB	*	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
Sexo x PB	NS	NS	NS	NS	NS	*	**	NS
CV	1,70	17,31	22,69	8,07	1,99	12,69	12,97	12,24

NS: Não-significativo ($P>0,05$). * $P<0,05$. ** $P<0,01$.

UM = umidade; CZ = cinzas; GOR = gordura; PRO = proteína;

Umidade: $Y=61,86 + 0,41X$, $r^2=0,79$.

Gordura: $Y=-6,74 + 0,75X$, $r^2=0,52$.

O sexo e o nível de proteína na dieta influenciaram o perfil lipídico corporal e dos filés dos jundiás (Tabelas 15 e 16). O aumento do nível de proteína da dieta influenciou negativamente ($P < 0,05$) a quantidade de ácidos graxos saturados observados no peixe inteiro enquanto que para os AGS insaturados aconteceu o inverso (Tabela 15).

Tabela 15. Perfil lipídico corporal de jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína e separados por sexo (% de ácidos graxos nos lipídios totais)

Ácidos graxos	PB (%)			Sexo		Efeito
	24	27	30	m	f	
C14:0	1,66	1,58	1,41	1,59	1,52	NP
C16:0	24,22	23,81	23,52	24,07	23,63	S, NP
C18:0	8,50	8,38	8,25	8,20	8,56	S
∑ saturados	35,12	34,54	34,00	34,59	34,50	NP
C16:1n-7c	5,85	5,68	5,27	5,83	5,37	S, NP, I
C18:1n-9c	34,10	34,37	34,93	34,61	34,32	NP
C20:1n-9	1,03	1,04	0,99	1,06	0,98	S
∑ Mono	41,18	41,28	41,37	41,70	40,86	S, I
C18:2n-6c	19,92	20,14	20,74	19,98	20,55	S, NP, I
C18:3n-3	1,34	1,43	1,44	1,38	1,43	S, NP, I
C20:4n-6	0,94	1,03	1,00	0,95	1,02	NS
C22:5n-3	0,31	0,33	0,29	0,28	0,34	S, NP
C22:6n-3	1,12	1,17	1,09	1,04	1,22	S
∑PUFA	23,69	24,17	24,62	23,69	24,62	S, NP, I
∑ Insaturados	64,87	65,46	66,00	65,40	65,49	NP
∑n -- 3	2,82	2,99	2,88	2,75	3,04	S, NP
∑n - 6	20,86	21,17	21,74	20,94	21,58	S, NP, I
n-3/n-6	0,13	0,14	0,13	0,13	0,14	S, NP
n-6/n-3	7,40	7,09	7,56	7,60	7,10	S, NP
UFA/SFA	1,84	1,89	1,94	1,89	1,89	NP

S=Sexo; NP=Nível de proteína; I=Interação estatística significativa (S*NP).
 Mono= AGS monoinsaturados; PUFAS=AGS poliinsaturados;
 UFA/SFA=AGS insaturados/saturados.

Os peixes alimentados com a dieta D24 apresentaram maior quantidade de ácidos graxos saturados C14:0 e C16:0. Observou-se que os machos apresentaram maior quantidade corporal de ácidos graxos monoinsaturados.

As fêmeas apresentaram maior quantidade de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAS) corporais em relação aos machos. A dieta contendo 30% de proteína bruta proporcionou maior deposição de PUFAS corporais nos jundiás (Tabela 15). As fêmeas apresentaram também maiores quantidades de ácidos graxos corporais dos grupos ômega 3 (n – 3) e ômega 6 (n – 6). Os peixes alimentados com a dieta contendo 27 % de PB apresentaram maiores quantidades de n – 3 e maior relação n – 3/ n – 6. A relação entre os ácidos graxos insaturados e saturados apresentou correlação positiva com a proteína dietária (Tabela 15).

Nos filés dos jundiás (Tabela 16), observou-se maior quantidade de AGS saturados nas fêmeas. Verificou-se maior quantidade do AG C16:0 nos jundiás alimentados com a dieta contendo 24% PB.

Da mesma forma que nos AGS corporais, a quantidade de PUFAS foi maior nos peixes alimentados com a dieta D30. A maior quantidade do ácido graxo linolênico (C18:3 n-3) foi observada nas fêmeas e nos peixes alimentados com a dieta contendo 27% de PB. O total de AGS insaturados foi maior nos machos (65,68%) e nos peixes submetidos a dietas com 27% de PB (66,23%).

Não ocorreram diferenças significativas entre sexos ($P > 0,05$) na quantidade de AGS do grupo ômega 3 nos filés dos jundiás (Tabela 16). Entretanto, verificou-se efeito linear crescente do nível de proteína da dieta na incorporação destes AGS nos filés dos jundiás. Este efeito também foi observado para os AGS do grupo n – 6 (ômega 6). As fêmeas apresentaram maior quantidade de n – 6 (21,97%) em relação aos machos (21,31%).

A relação n – 3 / n – 6 foi maior nos machos (0,15), enquanto que a n – 3 / n – 6 foi superior nas fêmeas (6,92). O nível de proteína da dieta não influenciou estas relações.

A relação entre os ácidos graxos insaturados e saturados foi maior nos peixes alimentados com a dieta contendo 27% de proteína bruta (1,96). Em relação ao sexo, os machos apresentaram valor superior às fêmeas (Tabela 16).

Tabela 16. Perfil lipídico dos filés de jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína e separados por sexo (% de ácidos graxos nos lipídios totais)

Acid. graxos	PB (%)			Sexo		Efeito
	24	27	30	Macho	Fêmea	
C14:0	1,48	1,38	1,47	1,53	1,42	S
C16:0	25,29	23,17	23,88	23,93	24,21	NP
C18:0	8,40	8,53	8,49	8,17	8,55	S
∑ Saturados	35,86	33,76	34,54	34,31	34,89	S, NP
C16:1n-7c	5,75	5,20	5,24	5,85	5,21	S, NP, I
C18:1n-9c	33,66	34,99	33,06	34,14	33,64	NP, I
C20:1n-9	0,99	0,91	0,97	1,03	0,94	S
∑ Mono	40,57	41,28	39,36	41,12	39,94	S, NP, I
C18:2n-6c	19,67	20,48	21,57	20,35	20,90	NP
C18:3n-3	1,28	1,48	1,46	1,36	1,44	S, NP
C20:4n-6	1,00	0,96	1,11	0,95	1,06	S, NP
C22:5n-3	0,34	0,35	0,39	0,35	0,37	NP
C22:6n-3	1,25	1,29	1,54	1,51	1,37	S
∑PUFA	23,56	24,95	26,08	24,55	25,16	NP
∑Insaturados	64,13	66,23	65,45	65,68	65,10	S, NP
∑n - 3	2,88	3,13	3,40	3,24	3,19	NP, I
∑n - 6	20,67	21,81	22,68	21,31	21,97	S, NP
n-3/n-6	0,13	0,14	0,15	0,15	0,14	S, I
n-6/n-3	7,17	6,95	6,69	6,58	6,92	S, I
UFA/SFA	1,79	1,96	1,89	1,91	1,86	S, NP

S=Sexo; NP=Nível de proteína; I=Interação estatística significativa (S*NP).

Mono= AGS monoinsaturados; PUFAS=AGS poliinsaturados;

UFA/SFA=AGS insaturados/saturados.

4.3.4 Enzimas digestivas, metabolismo e hematologia

A atividade de protease ácida no estômago dos jundiás sofreu influência da proteína dietária, onde os peixes alimentados com a dieta D30 apresentaram maiores valores (Tabela 17).

As fêmeas apresentaram valor muito superior ($P < 0,0001$) em relação aos machos. Para tripsina, os peixes alimentados com 27% de PB apresentaram maior atividade (5,08), onde os machos tiveram valores superiores às fêmeas. Não se verificou diferenças na atividade de quimiotripsina entre sexos ($P > 0,05$). Os jundiás alimentados com a dieta D27 apresentaram maior atividade desta enzima (1833,66 – Figura 13).

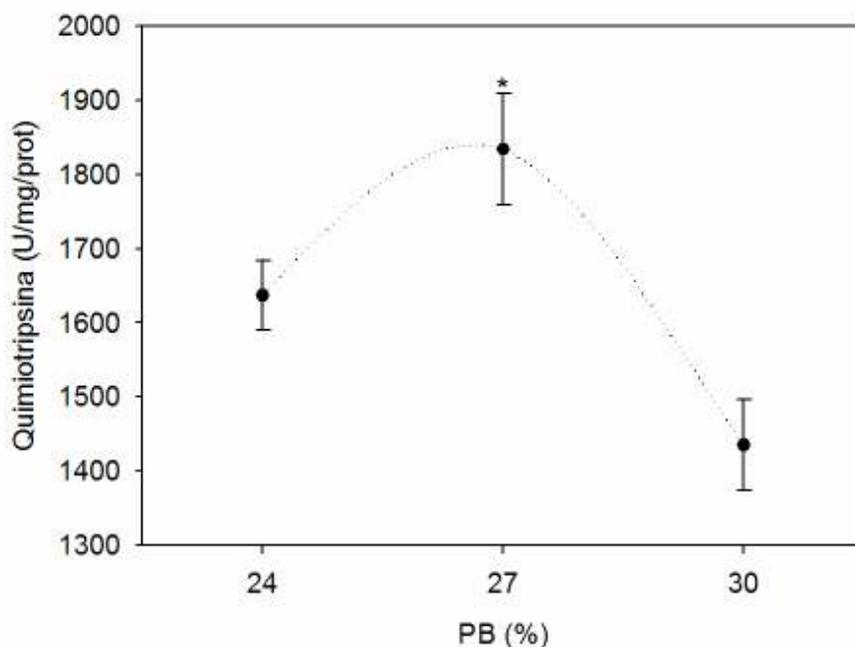


Figura 13. Valores de quimiotripsina em jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína na dieta.

As atividades das carboidrases amilase e maltase foram superiores nos machos ($P < 0,0001$). Para a maltase, observou-se efeito linear crescente em relação ao aumento do nível de proteína da dieta ($Y = -103,42 + 18,37X^2$, $r^2 = 0,48$).

Tabela 17. Enzimas digestivas em jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína e separados por sexo

	Amilase (U/mg/prot)	Tripsina (U/mg/prot)	Protease ácida (µg tyr/min/mg/protein)	Maltase (U/mg/prot)
PB (%)				
24	0,05	4,67	10,35	335,35
27	0,04	5,08	11,18	409,08
30	0,04	4,35	13,25	488,88
Sexo				
Macho	0,06	5,37	8,84	461,28
Fêmea	0,03	3,94	14,00	363,10
ANOVA				
Sexo	***	***	***	***
PB	NS	**	***	**
Sexo x PB	***	NS	**	NS
CV	11,68	12,90	13,14	12,90

NS: não significativo *($P>0,05$); **($P<0,01$); ***($P<0,0001$).

Os valores de amônia no fígado e lactato plasmático e muscular apresentaram efeito linear crescente de acordo com o incremento de proteína na dieta dos jundiás (Tabela 18). As fêmeas tiveram maior quantidade de lactato no músculo (26,69) e amônia no fígado (147,53).

Os valores de glicogênio muscular apresentaram efeito quadrático ($Y = -50,36 + 3,99X - 0,07X^2$, $r^2=0,56$). Pela equação obtida, estima-se que a maior quantidade deste metabólito seria atingida com concentração na dieta de 28,5% de proteína bruta.

Observou-se que os machos de jundiá apresentaram maiores valores (Tabela 19) de eritrócitos, hematócrito (HT) e hemoglobina (HB) em relação às fêmeas ($P<0,01$). O nível protéico da dieta e as interações com o sexo não afetaram os valores hematológicos (Tabela 19). Foram observadas correlações significativas entre hemoglobina e hematócrito (0,94, $P<0,0001$) e entre hematócrito e número total de eritrócitos (0,83, $P<0,0001$).

Tabela 18. Parâmetros metabólicos em jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína e separados por sexo

	Glicogênio músculo ¹ ($\mu\text{mol/ g tec}$)	Lactato músculo ² ($\mu\text{mol/ g tec}$)	Amônia fígado ³ ($\mu\text{g/ g tec}$)	Lactato plasma ⁴ ($\mu\text{mol/ g tec}$)
PB (%)				
24	3,89	19,34	112,5	1,12
27	4,83	24,81	137,17	1,45
30	4,47	26,79	142,1	2,11
Sexo				
Macho	4,54	20,61	113,66	1,57
Fêmea	4,25	26,69	147,53	1,55
ANOVA				
Sexo	NS	***	***	NS
PB	**	***	***	***
Sexo x PB	**	**	NS	**
CV	11,67	9,95	9,09	15,57

NS: não significativo ($P > 0,05$); **($P < 0,01$); ***($P < 0,0001$).

¹ $Y = -50,36 + 3,99X - 0,07X^2$, $r^2 = 0,56$.

² $Y = -9,86 + 1,24X$, $r^2 = 0,65$.

³ $Y = -2,61 + 4,93X$, $r^2 = 0,47$.

⁴ $Y = -0,89 + 0,16X$, $r^2 = 0,63$.

Os valores de volume corpuscular médio (VCM) e de hemoglobina corpuscular média (HCM) não apresentaram diferenças entre sexos e não sofreram influência do nível protéico da dieta (Tabela 20). Os peixes alimentados com a dieta contendo 27% de proteína bruta apresentaram maior valor de concentração de hemoglobina corpuscular média.

A quantidade de plaquetas (Figura 14) foi maior nas fêmeas ($P < 0,01$) e também nos peixes alimentados com o maior valor de proteína dietária testada (30% PB).

Tabela 19. Parâmetros hematológicos em jundiás alimentados com dietas contendo diferentes níveis protéicos e separados por sexo

	Eritrócitos ($10^6/\text{mm}^3$)	Hemoglobina (g/dL)	Hematócrito (%)
PB (%)			
24	2,43	12,25	40,13
27	2,49	12,05	38,58
30	2,36	11,31	38,09
Sexo			
Macho	2,60	12,41	41,38
Fêmea	2,22	11,05	36,05
ANOVA			
PB	NS	NS	NS
Sexo	**	**	**
PB x Sexo	NS	NS	NS
CV (%)	9,13	8,37	8,85

Médias com letras diferentes, na coluna, apresentam diferença significativa pelo teste "t".
 ** $P < 0,01$. NS=não significativo ($P > 0,05$).

Tabela 20. Valores de volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) em jundiás alimentados com dietas contendo diferentes níveis protéicos e separados por sexo

	VCM (fL)	HCM (pg)	CHCM (g/dL)
PB (%)			
24	165,30	50,48	30,53
27	154,73	48,48	31,35
30	162,04	48,16	29,73
Sexo			
Macho	159,90	47,90	29,96
Fêmea	162,15	49,74	30,70
ANOVA			
PB	NS	NS	*
Sexo	NS	NS	NS
PB x Sexo	NS	NS	NS
CV (%)	7,08	6,72	3,41

* $P < 0,05$; NS=não significativo ($P > 0,05$).

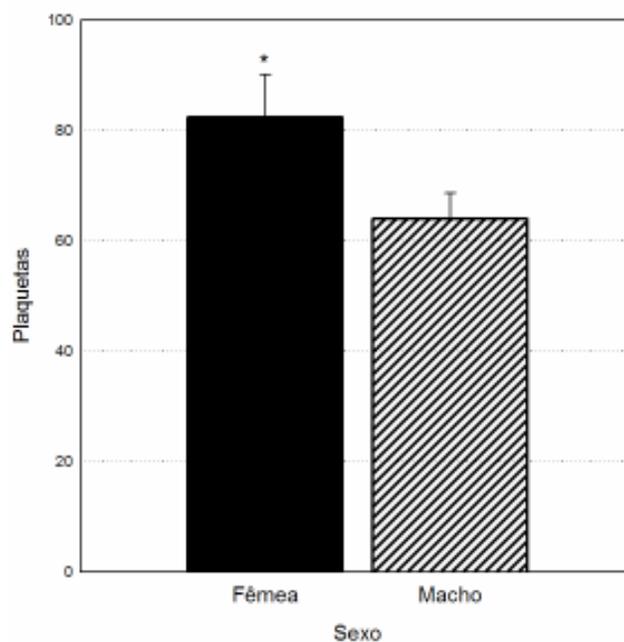


Figura 14. Quantidade de plaquetas em jundiás de acordo com o sexo.

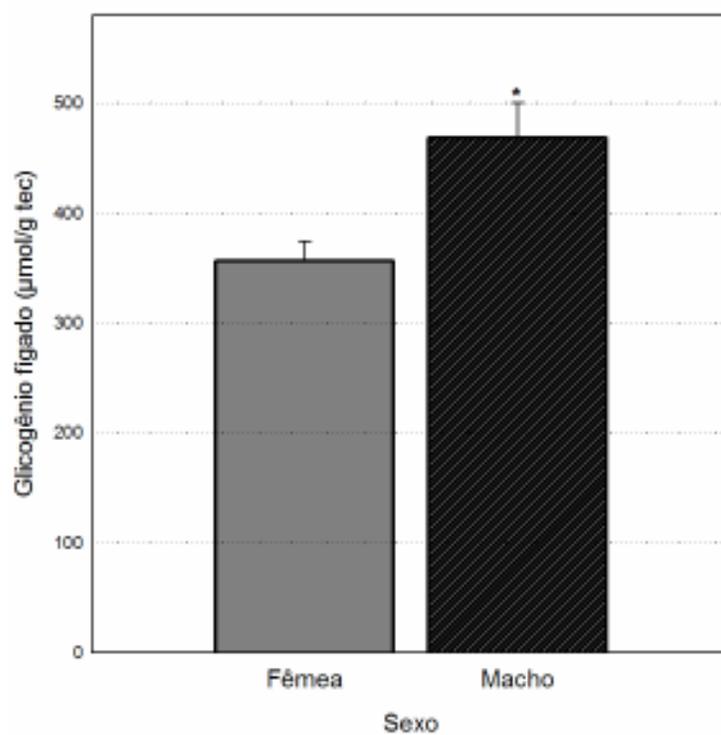


Figura 15. Teor de glicogênio no fígado de jundiás de acordo com o sexo.

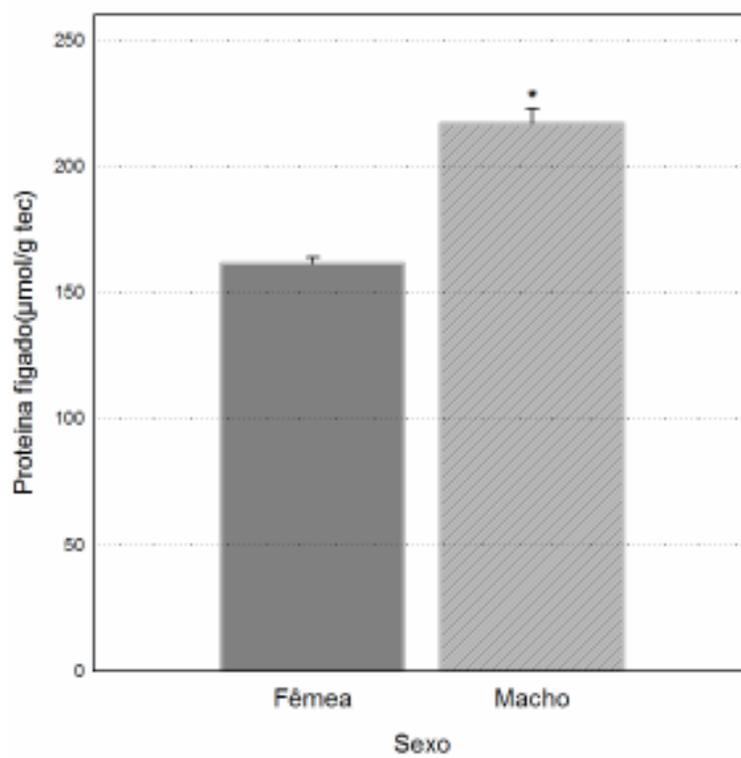


Figura 16. Teor de proteína no fígado de jundiás separados por sexo.

Os machos de jundiá apresentaram maiores quantidades ($P<0,05$) de glicogênio no fígado (Figura 15) e também de proteína ($P<0,01$) neste mesmo órgão (Figura 16). O teor de lactato no fígado (Figura 17) foi maior nas fêmeas. A quantidade de glicose plasmática foi maior nos machos ($P=0,01$, Figura 18).

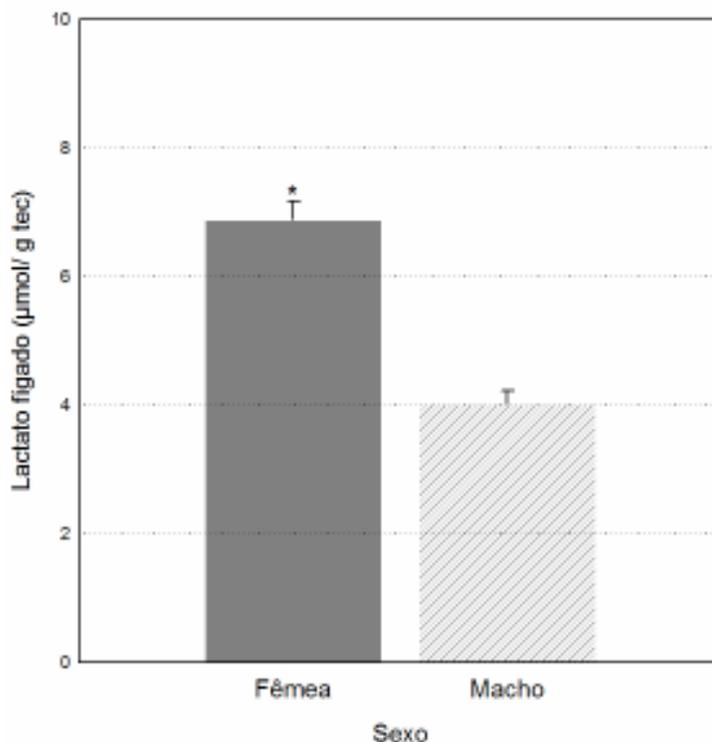


Figura 17. Quantidade de lactato no fígado de jundiás separados por sexo.

A quantidade de glicogênio hepático foi influenciada positivamente pelo aumento da quantidade de proteína dietária (Figura 19). Ocorreu efeito linear positivo ($Y=-218,27 + 23,35X$, $r^2=0,45$, $P=0,004$) para esta variável. A quantidade de triglicerídeos plasmáticos foi maior ($P<0,0001$) nos jundiás alimentados com a dieta contendo 30% de proteína bruta (Figura 20).

A quantidade de HDL plasmático (Figura 21) foi superior também nos peixes alimentados com a dieta contendo 30% PB. Após aplicação de ANOVA do tipo não paramétrica (Kruskall-Wallis), verificou-se diferença significativa na quantidade de HDL plasmático entre os peixes alimentados com a dieta contendo 30% de PB e a 27% PB.

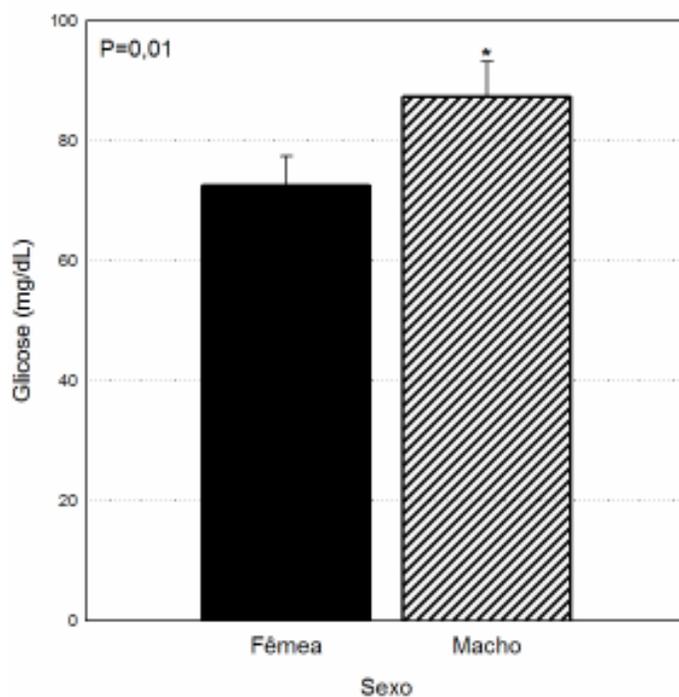


Figura 18. Quantidade de glicose plasmática em jundiás separados por sexo.

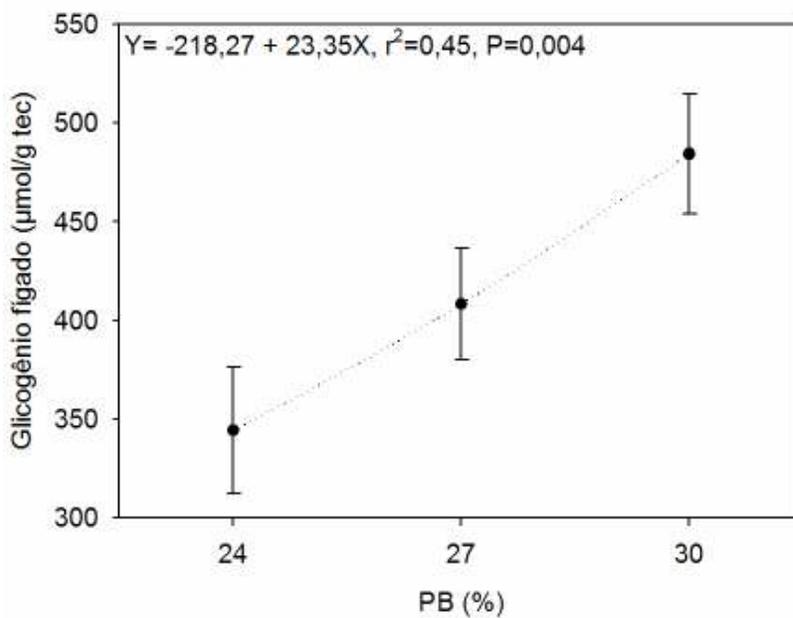


Figura 19. Quantidade de glicogênio no fígado de jundiás alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta.

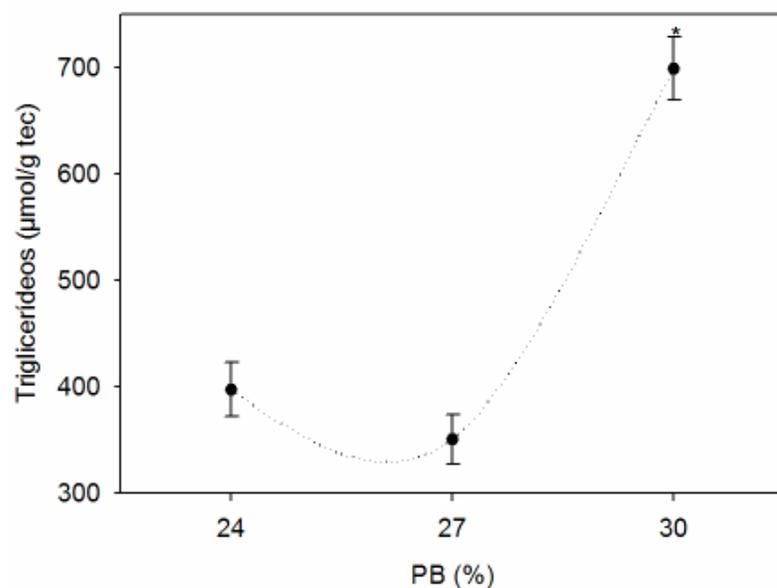


Figura 20. Quantidade de triglicéridos plasmáticos em jundiás alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta.

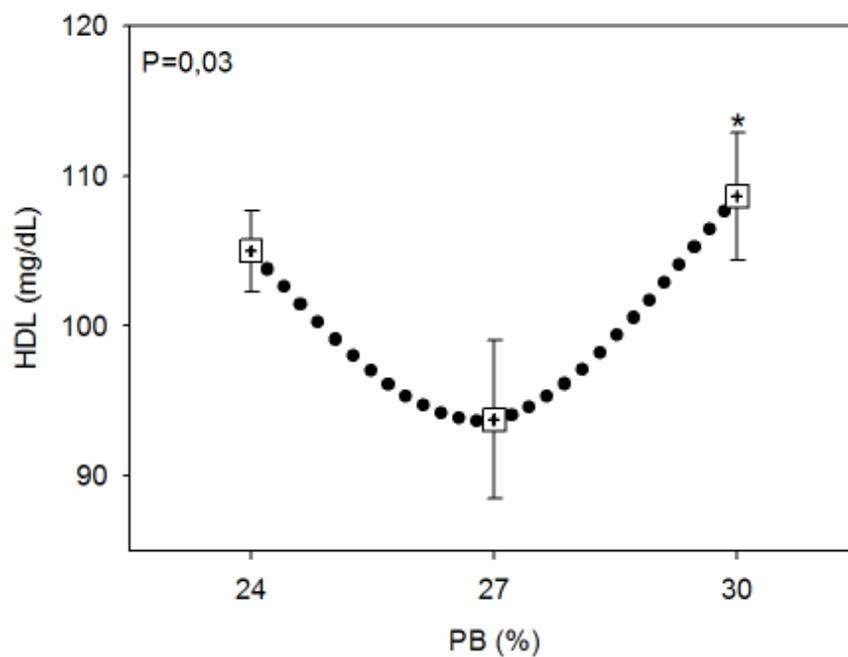


Figura 21. Valores médios de HDL plasmático em jundiás alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta.

4.4 Discussão

Os valores de qualidade de água observados no estudo estão em uma faixa aceitável para o crescimento da espécie (Gomes et al., 2000). Segundo Steffens (1997), quando o teor de oxigênio dissolvido na água está abaixo do ideal, a digestibilidade da proteína é afetada, refletindo em diminuição do crescimento dos peixes.

Quando a qualidade e a quantidade de alimento não são limitantes, a taxa de crescimento é influenciada pela taxa de alimentação e pelos níveis de proteína e energia da dieta (Hung et al., 2004). A eficiência de uma dieta para peixes é dependente de um balanço adequado em relação às exigências específicas de cada espécie (Campos et al., 2006).

A proteína é um nutriente importante no crescimento dos peixes, representando a porção mais cara da dieta (Cho et al., 2005). A utilização da proteína está relacionada com a sua concentração na dieta e também com a disponibilidade de fontes de energia não-protéicas, principalmente lipídios e carboidratos (Borba et al., 2003).

O fator sexo influenciou significativamente os resultados de desempenho dos peixes. As fêmeas apresentaram desempenho superior, porém com exigência em proteína menor que os machos. Praticamente na totalidade das criações de jundiá, os animais são criados em um mesmo espaço de criação, com ambos os sexos. A separação por sexo pode ser uma alternativa para otimizar o padrão de crescimento e o produto final. Além disso, de acordo com os resultados obtidos neste estudo, a dieta para cada sexo deve ser diferenciada.

Em relação ao desempenho dos jundiás obtido no experimento, destaca-se a importância de se estabelecer uma dieta diferenciada, quanto à proteína, de acordo com o sexo do peixe. Pelos resultados do experimento, a quantidade de 24% de PB pode ser utilizada em dietas para fêmeas de jundiá enquanto que para os machos o mínimo é de 30% PB.

Para o jundiá, são poucos os estudos relativos à concentração protéica e energética da dieta. Os trabalhos existentes destacam exigência em proteína em fases jovens utilizando dietas purificadas e semi-purificadas (Meyer & Fracalossi, 2004; Salhi et al., 2004).

O excesso de componentes protéicos na dieta pode aumentar a excreção de nitrogênio no meio de cultivo. Por isso é importante formular dietas que atendam a

exigência em proteína, para proporcionar máximo crescimento, menor custo por kg de peixe produzido e redução da excreção (Sá et al., 2006). O bagre americano criado em tanque de terra não tem seu crescimento modificado com dietas contendo 28 ou 32% de proteína bruta (Li et al., 2003).

A questão da proteína da dieta é fundamental não somente pela quantidade em si, mas, principalmente, pelo equilíbrio de aminoácidos da dieta. Para bagres, dietas acima de 32% de PB são consideradas altas. Isto também está relacionado com as taxas de arraçoamento, sendo que esta relação ainda não está bem esclarecida (Li & Lovell, 1992).

Para o onívoro pacu (*Piaractus mesopotamicus*), a utilização de dietas com 25, 35 ou 45% de proteína bruta não altera o crescimento dos peixes (Bechara et al., 2005). Os autores verificaram que no menor nível de proteína testado para esta espécie (25% PB), a conversão alimentar dos peixes foi melhor. No presente estudo com jundiás, não foi possível realizar o cálculo da conversão, mesmo com valor oferecido de alimento fixado por dia, pois em alguns tanques observou-se sobras em dias alternados do experimento.

A qualidade protéica relacionada à composição em aminoácidos essenciais da dieta é fundamental no desempenho dos peixes. O que deve ser estabelecido para o jundiá é o equilíbrio entre os aminoácidos da dieta. Comparando o perfil em aminoácidos das dietas utilizadas no presente estudo (Tabela 12) com trabalho de Meyer & Fracalossi (2005), a lisina e a metionina são limitantes. Para o jundiá, a lisina é o aminoácido mais limitante, com exigência variando entre 4,5 e 5,1% do total de proteína dietária (Montes-Girao & Fracalossi, 2006).

Existe uma grande carência de estudos sobre exigências nutricionais para o jundiá, tanto que ao realizar a mesma comparação citada anteriormente com o estudo de Montes-Girao & Fracalossi (2006), os aminoácidos limitantes seriam a leucina e a histidina. Alguns dos fatores que podem interferir na discrepância de resultados é o tamanho dos peixes e o tipo de dieta utilizada (semi-purificada ou dieta prática). Para o bagre africano, as exigências em aminoácidos essenciais são altas, tendo a lisina um valor de 6,53 (Abdel-Warith et al., 2001).

A maior exigência em proteína para bagres também está relacionada ao hábito alimentar carnívoro da maioria das espécies. Mesmo sendo um peixe onívoro, o jundiá necessita de um bom aporte de aminoácidos essenciais. Além disso, conforme observado neste experimento, a presença de enzimas digestivas

relacionadas à digestão de proteínas (protease ácida, tripsina e quimiotripsina) é acentuada para o jundiá, em ambos os sexos.

A melhor eficiência de utilização da proteína está também relacionada com a concentração da dieta e a disponibilidade de fontes não-protéicas de energia, notadamente os lipídios e carboidratos (Nankervis et al, 2000). Quando se oferece uma dieta com menor teor protéico, o aumento da quantidade diária é necessário para compensar a demanda aminoacídica. Exemplo deste efeito é relatado na criação da perca prateada (*Bidyanus bidyanus*), onde peixes alimentados com uma dieta contendo 24,8% de PB na proporção diária de 4% do peso vivo apresentam o mesmo desempenho que os alimentados a 2% do PV com dieta possuindo 40,6% de PB (Harpaz et al., 2001).

Neste aspecto o aporte energético é fundamental, pois é fator limitante no consumo dos peixes. Para os jundiás no experimento, a fixação de uma quantidade limitada foi determinada para avaliar a resposta de crescimento. Para as fêmeas, o menor valor de proteína testado não afetou o desempenho dos peixes, diferentemente dos machos.

Outro aspecto na relação entre a proteína e a energia está relacionado com a excreção de nutrientes, um sério problema ambiental nas pisciculturas. A excreção de nitrogênio pode ser diminuída pelo aumento de fontes não protéicas na ração (Santinha et al., 1999).

O aumento do peso das vísceras geralmente diminui o rendimento de carcaça (Mathis et al., 2003). Isto não foi observado nos jundiás do presente estudo, pois as fêmeas apesar de apresentar maior IDS, não apresentaram diferenças no rendimento de carcaça em relação aos machos.

O nível de proteína da dieta não modificou o índice hepato-somático (IHS) e a quantidade de gordura intraperitoneal (GI) dos jundiás. O bagre africano apresenta redução nestas variáveis quando o nível de proteína da dieta é aumentado (Matter et al., 2004).

Apesar da grande influência do tipo de lipídios na composição em AGS dos peixes, no presente estudo observou-se incremento na quantidade de ácidos graxos insaturados nos filés dos jundiás alimentados com maiores níveis de proteína (27 e 30% de PB). Para o bagre americano (*Ictalurus punctatus*), a composição em ácidos graxos no filé, principalmente os saturados e monoinsaturados, sofre mais influência

do tamanho do peixe do que da fonte protéica utilizada na dieta (Hedrick et al., 2005).

Para o bagre africano, a elevação da proteína dietária proporciona aumento na quantidade de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAS) e diminuição dos AGS saturados no filé (Matter et al., 2004). No presente estudo observou-se igual relação para os jundiás, inclusive para a concentração de PUFAS e AGS saturados corporais (Tabelas 15 e 16). Este efeito do nível protéico da dieta sobre o metabolismo lipídico do jundiá pode ser atribuído a ressíntese (síntese “de novo”) de ácidos graxos, principalmente no fígado (Ng et al., 2003). Mas o nível lipídico da dieta também interfere nesse efeito metabólico (Lim et al., 2001).

Ao contrário do efeito linear crescente observado para a protease ácida, as enzimas proteolíticas alcalinas (tripsina e quimotripsina) não apresentaram este efeito. Isto sugere que estas enzimas estão mais sujeitas a variação da composição do alimento e substâncias inibitórias, principalmente presentes em fontes de origem vegetal.

Os resultados obtidos em relação à atividade de proteases mostram evidências que o equilíbrio de nutrientes da dieta, principalmente a relação proteína/energia, influencia na secreção enzimática. Por isso, para uma avaliação mais ampla, devem-se relacionar variáveis de desempenho como ganho em peso e taxas de retenção tecidual. As enzimas amilase e maltase não apresentaram efeito do nível de proteína na dieta. No tambaqui, estas enzimas respondem linearmente ao aumento de amido na dieta (Corrêa et al., 2007).

Alterações na dieta e condições inadequadas de manejo podem afetar a hematologia dos peixes (Klinger et al., 1996). Para o jundiá, alguns estudos mostram que a hematologia desta espécie é influenciada pela composição da dieta (Camargo et al., 2005), pelo estresse no confinamento (Barcellos et al., 2004) e por aflatoxinas na dieta (Vieira et al., 2006).

Machos de cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) capturados de cativeiro apresentaram, da mesma forma que no presente estudo, maiores valores de hematócrito, hemoglobina e eritrócitos (Ranzani-Paiva et al., 2005). Isto pode estar associado a hormônios relacionados à reprodução, como a testosterona. Da mesma forma, um aumento do número de eritrócitos influencia também a síntese de hemoglobina.

Diferentemente do obtido no presente trabalho, jundiás alimentados com 3 níveis protéicos (30, 40 e 50% PB) apresentaram aumento linear nos valores de eritrócitos, hematócrito e hemoglobina de acordo com o nível protéico da dieta (Camargo et al., 2005). Segundo os autores, a proteína estimula a eritropoiese, aumentando os teores de hemoglobina e mantendo a saúde dos peixes. Deve-se ressaltar também que o peso dos peixes utilizados no presente trabalho é superior aos encontrados em outros estudos. Além disso, a espécie, a idade, o sexo, a qualidade de água e métodos de captura influenciam na variabilidade dos parâmetros hematológicos em peixes (Camargo et al., 2006).

Pela hematologia é possível avaliar o estado de saúde dos peixes frente a diversas alterações no processo criatório. Para machos de jundiá, Borges et al. (2004) salientam que os valores normais de hematócrito e hemoglobina são, respectivamente, 43% e 8,7 g/dL.

Jundiás com peso inicial de 137 g e alimentados com dietas contendo 36% de proteína bruta apresentaram valores de 35% e 11 g/dL para HT e HB. Juvenis desta espécie alimentados com dieta contendo 41 ppb de aflatoxinas/kg apresentaram valores de hematócrito e hemoglobina de 13,16% e 8,2 g/dL, respectivamente (Vieira et al., 2006). Estes valores são muito inferiores aos obtidos no presente estudo e em outros trabalhos com o jundiá, mostrando uma condição de anemia dos peixes.

Os valores de hematócrito (34-40%) observados por Greene & Selivonchik (1990) em trutas alimentadas com diferentes fontes de lipídios são similares aos observados para os jundiás no presente trabalho. Os autores salientam que alterações nutricionais influenciam nos parâmetros hematológicos e também que os valores observados para cada espécie de peixe devem estar dentro de uma faixa considerada “normal”. Abaixo ou acima desta faixa, possivelmente o animal estará em uma condição de saúde inadequada.

Corroborando com os resultados obtidos neste trabalho, juvenis de jundiá (70-100 g) alimentados com quatro níveis de proteína na dieta (20, 27, 34 e 41% PB) também não apresentaram variações nos parâmetros sanguíneos (Melo et al., 2006). Para o cachara, Ranzani-Paiva et al. (2005) observaram altas correlações (0,84 e 0,76) para as mesmas variáveis, respectivamente. Para trutas alimentadas com diferentes fontes de lipídios, observou-se alta correlação entre hematócrito e hemoglobina (Greene & Selivonchick, 1990).

Os valores de VCM verificados no presente estudo (154 - 165 fL) foram superiores aos encontrados para jundiás alimentados com dieta contendo 34 %PB e criados em tanque de terra (139 fL) (Tavares-Dias et al., 2002). Por outro lado, os valores de concentração de hemoglobina corpuscular média foram similares.

As variações dos valores de parâmetros hematológicos em peixes são grandes por que existem inúmeras causas, o que dificulta a comparação de resultados mesmo em trabalhos com a mesma espécie. Trabalho de Tavares-Dias & Sandrin (1998) demonstra que os valores de hematócrito e hemoglobina do sangue heparinizado são superiores se comparados ao colhido com EDTA, em um mesmo peixe.

Para o jundiá e outras espécies nativas brasileiras, é importante que mais estudos sobre hematologia em diferentes condições nutricionais sejam conduzidos. Isto por que geralmente se enfatiza exclusivamente o aspecto de ganho em peso, sem levar em consideração o estado metabólico e de saúde dos peixes.

O aumento de glicogênio observado de acordo com a elevação da proteína da dieta indica uma possível mobilização de nutrientes para a realização de gliconeogênese. Para o pacu, a elevação da proteína da dieta influenciou negativamente na concentração de glicose plasmática (Bicudo et al., 2008). No presente trabalho, não foi observado efeito da proteína sobre este metabólito. Trabalhos com matrinxã e pacu mostram que o aumento da glicose plasmática nestes peixes está associado à elevação da proteína da dieta (Vieira et al., 2005; Abimorad et al., 2007).

A elevação da quantidade de amônia evidencia também um aumento na excreção de nitrogênio. Esta maior perda provavelmente tenha ocorrido nas fêmeas de jundiá, que com menor quantidade de proteína dietária (24%) apresentaram mesmo desempenho comparado às outras dietas (27 e 30% PB). O aumento dos triglicídeos plasmáticos indica uma possível lipogênese no jundiás.

Estudos associando níveis energéticos da dieta deverão ser conduzidos para elucidar melhor os efeitos no metabolismo do jundiá. Percebe-se, pelos resultados obtidos, que o jundiá apresenta efeito poupador de proteína (Meyer & Fracalossi, 2004) e também realiza gliconeogênese quando a dieta não está totalmente equilibrada.

4.5 Conclusões

- Fêmeas de jundiá apresentam crescimento superior aos machos na fase de recria.
- A exigência protéica dos machos, com mesma idade, é maior que a das fêmeas.
- A concentração de proteína da dieta afeta, além do crescimento, a composição da carcaça e o perfil lipídico corporal e do filé de jundiás.
- O aumento de 24 para 30% de proteína bruta na dieta proporciona aumento de ácidos graxos poliinsaturados e redução na quantidade de AGS saturados corporais e nos filés de jundiás.
- Os níveis de proteína da dieta para o jundiá induzem a uma possível gliconeogênese, catabolismo de aminoácidos, excreção nitrogenada e lipogênese.
- Os níveis de proteína testados produzem poucas alterações nas células vermelhas e hemoglobina do jundiá.

5. TERCEIRO CAPÍTULO

Desempenho, qualidade e aceitabilidade de filés de machos e fêmeas de jundiá alimentados com óleo de soja na dieta

5.1 Introdução

Os lipídios são as principais fontes de energia e ácidos graxos em uma dieta para peixes, influenciando no crescimento e na excreção de compostos nitrogenados. Os ácidos graxos essenciais (AGE) afetam a fluidez, a flexibilidade e permeabilidade de membranas, além de serem precursores dos eicosanóides, responsáveis pelo transporte e metabolismo do colesterol (Steffens, 1997). Interferem diretamente na eficiência de utilização da proteína, sendo que o adequado suprimento lipídico da dieta não ultrapassa 25% do custo total da formulação (Martins et al., 2007).

Uma dieta deficiente em lipídios resulta no catabolismo de proteínas para a produção de energia. Além disso, o excesso de energia pode suprimir o apetite, reduzir o crescimento e aumentar a deposição de gordura corporal (NRC, 1993; Webster et al., 1995).

Os óleos vegetais como o de soja, canola ou arroz, em igual nível de inclusão, apresentam a mesma eficiência no crescimento do jundiá (Losekann et al., 2008). Por este motivo, em virtude do óleo de soja apresentar geralmente menor custo em relação aos demais, este foi escolhido como fonte lipídica nas dietas dos experimentos. No Brasil, o óleo de soja é uma fonte disponível pela grande produção do cereal no país. A diferença desta fonte para outras é a composição em ácidos graxos essenciais.

A melhor fonte de lipídios a ser utilizada em dietas na piscicultura é o óleo de peixe. Entretanto, devido ao seu alto custo, disponibilidade limitada e dificuldade de conservação, esta fonte está sendo substituída por fontes de origem vegetal, notadamente aqueles oriundos de vegetais produzidos para alimentação humana ou animal. Podemos citar como exemplo os óleos de soja, girassol, arroz, canola, linhaça, entre outros. Destes, o óleo de soja é que possui maior disponibilidade no Brasil, pela grande produção existente da oleaginosa.

A maioria dos trabalhos existentes com *Rhamdia quelen* estudou as exigências em proteína, enquanto que para lipídios testaram-se somente fontes como óleos vegetais, óleo de fígado de bacalhau e banha suína (Melo et al., 2002; Losekann et al., 2008).

Em face das escassas informações sobre as exigências nutricionais desta espécie, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, a composição corporal, o perfil lipídico e a aceitabilidade de filés de machos e fêmeas de jundiá alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja.

5.2 Material e métodos

Para este trabalho foram conduzidos dois experimentos com jundiás, um com 120 dias (somente machos, entre os meses de Novembro de 2006 e Março de 2007) e outro com 80 dias (somente fêmeas, entre os meses de Fevereiro e Maio de 2007) de duração, nas instalações do Laboratório de Piscicultura da UFSM – RS.

5.2.1 Instalações e animais

Em cada experimento, os peixes foram acondicionados em sistemas com recirculação de água. Cada um possuía 18 tanques de polipropileno (280 litros de volume útil), com filtragem biológica e aeração do tipo “Venturi”. No experimento dos machos foram utilizados 234 peixes (peso inicial= $193,32 \pm 18,78$ g – 13 peixes/tanque) e das fêmeas 144 animais (peso inicial= $237,75 \pm 22,35$ g – 8 peixes/tanque).

A vazão utilizada em cada tanque foi de aproximadamente 3,5 L/min para os machos e 2,8 L/min para as fêmeas. O período de adaptação e demais manejos foram similares aos demais experimentos.

Foram testados, em cada experimento, 6 tratamentos (com três repetições), correspondentes a inclusão de óleo de soja na dieta de 2, 4, 6, 8 e 10%, mais a dieta controle (sem inclusão de óleo).

5.2.2 Qualidade da água

Periodicamente foram aferidos os parâmetros físico-químicos da água do sistema de criação: temperatura, amônia total, nitrito, alcalinidade, pH e oxigênio dissolvido. A água para as análises foi coletada na entrada do primeiro filtro biológico, antes de cada alimentação. Para medição da temperatura e oxigênio dissolvido utilizou-se um oxímetro digital (YSI-Yellowsprings-EUA). Para as demais análises foi utilizado kit colorimétrico (Alfakit, Florianópolis, SC). As metodologias de análise e manejos de limpeza e manutenção de encanamentos foram similares aos demais experimentos.

5.2.3 Manejo alimentar

Os peixes foram alimentados uma vez ao dia (9 horas), até a saciedade aparente, nos dois experimentos (machos e fêmeas). Os resíduos de fezes foram retirados por sifonagem antes do fornecimento de alimento, pela manhã. A formulação das dietas experimentais foi baseada nos resultados obtidos no experimento 2 (Tabelas 21 e 22). Foi estabelecido que para os machos o teor protéico mínimo seria de 30% de PB (a análise das dietas mostrou variação entre 32 e 33%) e para fêmeas um mínimo de 24% de PB (a análise das dietas mostrou variação entre 25 e 26%).

Tabela 21. Composição das dietas experimentais (D) para os machos (%)

Ingredientes	D0	D2	D4	D6	D8	D10
Farinha de carne e ossos	27	27	27	27	27	27
Farelo de soja	27	27	27	27	27	27
Milho moído	18,99	18,99	18,99	18,99	18,99	18,99
Farelo de trigo	13	13	13	13	13	13
Óleo de soja	0	2	4	6	8	10
Inerte (areia fina)	10	8	6	4	2	0
Sal comum	1	1	1	1	1	1
Fosfato bicálcico	1	1	1	1	1	1
Vitaminas e minerais ¹	2	2	2	2	2	2
Antioxidante (BHT)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Composição analisada						
Umidade	6,35	6,15	6,37	6,40	6,14	6,40
Proteína Bruta	32,86	32,78	33,11	33,65	33,51	33,22
Energia digestível (kcal/kg) ²	2728	2854	2984	2997	3166	3178
Energia (kcal ED) / proteína (g)	8,30	8,70	9,01	8,91	9,45	9,56
Matéria mineral	12,67	11,82	11,34	14,02	12,75	12,80
Extrato etéreo	6,13	8,04	9,92	10,98	13,52	14,18
Fibra bruta	2,99	3,03	2,76	2,80	2,87	3,48
Cálcio	3,24	3,03	3,01	2,87	3,09	3,05
Fósforo	1,76	1,69	1,85	1,61	1,80	1,79

¹Composição da mistura vitamínica e mineral (kg de produto/SUPRE MAIS[®]): Ác. Fólico: 1200mg, Ác. Nicotínico: 24000mg, Ác. Pantotênico: 12000mg, Cobalto: 10mg Cobre: 3000mg, Cloreto de colina: 108 g, Ferro: 50000mg, Biotina: 48 mg, Iodo: 100mg, Manganês: 20000mg, Selênio: 100mg, Vit.A: 1200000UI, Vit. B1: 4800mg, Vit. B2: 4800mg, Vit. B6: 4800mg, Vit. B12: 4800mcg, Vit. C: 48 g, Vit. D3: 200000UI, Vit. E: 12000 mg, Vit. K3: 2400mg, Zinco: 3000mg.

²Energia digestível calculada a partir de valores utilizados por TOKO et al. (2008), considerando: Lipídio=9 kcal/g, Proteína=5 kcal/g, Carboidratos=4 kcal/g, com digestibilidades de 85, 90 e 50%, respectivamente.

Tabela 22. Composição das dietas experimentais (D) para as fêmeas (%)

Ingredientes	D0	D2	D4	D6	D8	D10
Farinha de carne e ossos	16	16	16	16	16	16
Farelo de soja	22	22	22	22	22	22
Milho moído	25,99	25,99	25,99	25,99	25,99	25,99
Farelo de trigo	22	22	22	22	22	22
Óleo de soja	0	2	4	6	8	10
Inerte (areia fina)	10	8	6	4	2	0
Sal comum	1	1	1	1	1	1
Fosfato bicálcico	1	1	1	1	1	1
Vitaminas e minerais ¹	2	2	2	2	2	2
Antioxidante (BHT)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Composição analisada						
Umidade	5,22	5,09	5,13	5,13	5,24	5,07
Proteína Bruta	26,28	26,31	26,99	25,36	26,23	25,52
Energia digestível (kcal/kg) ²	2491	2635	2784	2845	2974	3046
Energia (kcal ED) / proteína (g)	9,47	10,01	10,31	11,21	11,33	11,93
Matéria mineral	11,10	10,11	10,00	9,91	9,56	9,84
Extrato etéreo	4,09	6,09	8,56	10,31	12,17	13,68
Fibra bruta	3,53	3,13	3,59	3,52	3,65	3,34
Cálcio	2,27	2,30	2,15	2,25	2,02	2,22
Fósforo	1,43	1,41	1,41	1,37	1,38	1,45

¹Composição da mistura vitamínica e mineral (kg de produto/SUPRE MAIS[®]): Ác.Fólico: 1200mg, Ác. Nicotínico: 24000mg, Ác. Pantotênico: 12000mg, Cobalto: 10mg, Cobre: 3000mg, Cloreto de colina: 108 g, Ferro: 50000mg, Biotina: 48 mg, Iodo: 100mg, Manganês: 20000mg, Selênio: 100mg, Vit.A: 1200000UI, Vit. B1: 4800mg, Vit. B2: 4800mg, Vit. B6: 4800mg, Vit. B12: 4800mcg, Vit. C: 48 g, Vit. D3: 200000UI, Vit. E: 12000 mg, Vit. K3: 2400mg, Zinco: 3000mg.

²Energia digestível calculada a partir de valores utilizados por TOKO et al. (2008), considerando: Lipídio=9 kcal/g, Proteína=5 kcal/g, Carboidratos=4 kcal/g, com digestibilidades de 85, 90 e 50%, respectivamente.

5.2.4 Coleta de dados e variáveis estimadas

Antes do início do experimento, uma amostra de 20 peixes foi separada para análises iniciais de hematologia e composição química. Ao final do experimento, 6 peixes por tratamento foram capturados (2 por tanque), sendo 3 abatidos (hipotermia) para a realização da análise de composição corporal (peixe inteiro moído) e os demais para retirada de filé. Em todos os procedimentos, os peixes passaram por jejum (24 horas) e foram previamente anestesiados com trifenóxi-etanol (0,03%).

Foram realizadas 2 biometrias para coleta de dados de peso e comprimento, uma inicial e outra ao término de cada experimento. Utilizou-se para este procedimento balança digital com 3 casas decimais e ictiômetro graduado.

Foram estimadas as seguintes variáveis:

Peso médio (g): medido nas biometrias, representa a média de peso individual em cada densidade de estocagem testada.

Comprimento total (cm): medida que representa toda a extensão do peixe, da cabeça ao final da cauda.

Comprimento padrão (cm): medido da cabeça até a inserção do pedúnculo caudal.

Fator de condição: calculado segundo a fórmula:

$$FC = ((\text{Peso} \times 100) / (\text{Comprimento total}^3)).$$

Rendimento de carcaça: peso eviscerado, com brânquias, expresso em % do peso inteiro.

Rendimento de filé: peso dos filés, expresso em % do peso inteiro.

Rendimento de couro: peso do couro, expresso em % do peso inteiro.

Gordura intraperitoneal: gordura separada das vísceras, expresso em % do peso inteiro.

Índice hepato-somático: $IHS = (\text{peso fígado (g)} / \text{peso inteiro (g)}) \times 100$.

Índice digestivo-somático: $IDS = (\text{peso trato digestório (g)} / \text{peso inteiro (g)}) \times 100$.

5.2.5 Análises laboratoriais

A umidade, cinzas e proteína (método de Kjeldahl, fator de conversão=6,25) foram determinadas seguindo as metodologias descritas na AOAC (1995). A gordura foi extraída e quantificada pelo método de Bligh & Dyer (1959). Para determinação do perfil lipídico a gordura extraída foi metilada de acordo com Hartman & Lago (1973) e analisada por cromatografia gasosa (cromatógrafo Hewlett-Packard modelo HP 6890 equipado com detector de ionização de chama – FID), em coluna capilar DB-23 (Agilent – 60 m x 0,25 mm x 0,25 μ m).

Após a retirada do trato digestório, este foi separado do estômago. Os tecidos então foram homogeneizados em tampão (10 mM fosfato/20 mM tris - pH 7,0) durante 10 minutos (4 °C), utilizando um homogenizador (Potter-Elvehjien). Os sobrenadantes obtidos foram utilizados nos ensaios enzimáticos.

A atividade de tripsina foi realizada com α -*p*-toluenesulphonyl-L-arginine methyl ester hydrochloride (TAME). Os extratos foram incubados por 2 minutos em 2 ml de tampão Tris/CaCl₂, em pH 8,1. A quimiotripsina foi determinada com benzoyl tyrosine ethyl ester (BTEE). A incubação dos extratos foi realizada por 2 minutos com tampão Tris/CaCl₂ (2 mL), em pH 7,8. Para estas 2 enzimas as análises foram realizadas em duplicata de cada peixe coletado, sendo as leituras realizadas em espectrofotômetro (247 e 256 nm, respectivamente), seguindo o protocolo descrito por Hummel (1959). Uma unidade de enzima foi definida como a quantidade de enzima necessária para hidrolizar 1 μ g de substrato (TAME ou BTEE) por min/mg proteína.

A atividade de protease ácida foi realizada utilizando-se o método de hidrólise da caseína modificado por Hidalgo et al. (1999). O ensaio foi conduzido utilizando-se KCl 0,1 M em tampão pH 1,8. A reação enzimática consistia de 1% de caseína em água (0,4 mL), tampão (1,6 mL) e 20 μ l do homogeneizado. Em seguida os tubos foram incubados no banho 30 °C durante 40 minutos. A reação foi interrompida com 1 mL de TCA 15%. Após, as amostras foram centrifugadas e os sobrenadantes foram lidos em 280 nm. A tirosina foi utilizada como padrão, sendo uma unidade de enzima definida como a quantidade de enzima necessária para catalizar a formação de 1 μ g de tirosina por 1 min por mg de proteína.

A atividade de amilase foi determinada em tampão fosfato-citrato (0,2 M, pH 7,0, NaCl 0,5%) com concentração de amido de 2,5%. A reação foi interrompida com a adição de Ba(OH)₂ (0,3 N e ZnSO₄ 5%). O protocolo experimental foi modificado

de acordo com Bernfeld (1955). A determinação da hidrólise do amido foi segundo metodologia de Park-Johnson (1949). A leitura foi realizada em 660 nm. Uma unidade desta enzima foi definida como 1 μ mol de glicose liberada do amido por min/mg de proteína.

A maltase foi determinada também em tampão fosfato-citrato, com 5% de concentração de maltose e 20 μ l de extrato bruto. Estes foram incubados durante 60 minutos (25 °C). A reação foi interrompida com PCA 0,6 N (0,1 mL) e adicionado 0,1 mL de KHCO_3 . As amostras foram centrifugadas a 3.000 g por 5 minutos e a glicose determinada a 500 nm, com glicose oxidase (Kit-Labtest).

A proteína dos extratos brutos foi determinada pelo método de Lowry et al. (1951), utilizando albumina de soro bovino como padrão.

No plasma foram dosados glicose (Kit Labtest), lactato (Harrower & Brown, 1972) e proteína (Bradford, 1976). Para as dosagens de glicose (Park & Johnson, 1949), lactato (Harrower & Brown, 1972) e amônia (Verdouw et al., 1978), os tecidos muscular e hepático foram homogeneizados numa proporção de 50-100 mg/mL de TCA (ácido tricloroacético) 10%, utilizando-se um homogeneizador tipo Potter-Elvehjem. Após, foram centrifugados a 1000 g por 3 minutos e os sobrenadantes foram utilizados para as determinações dos metabólitos. A dosagem de glicogênio no fígado e músculo foi realizada de acordo com Bidinotto et al, (1998). Para a dosagem de proteína tecidual utilizou-se o método de Bradford (1976), com albumina bovina como padrão. Os aminoácidos totais foram determinados de acordo com Spies (1957) em fígado e músculo.

5.2.6 Painel sensorial

O painel sensorial foi composto por painelistas não treinados, selecionados entre docentes e alunos do Centro de Ciências Rurais da UFSM, através de um questionário para a determinação do interesse dos participantes e possíveis fatores de exclusão como problemas alérgicos e hábito de fumar. As amostras de filés provenientes de jundiás (fêmeas e machos, separados após cada experimento) submetidos a dietas contendo óleo de soja em diferentes níveis, foram assadas em forno elétrico, a 250 °C, durante 30 minutos.

As diferenças sensoriais entre as amostras foram avaliadas usando teste de ordenação para preferência segundo ABNT-NBR 13170 (1994). Os painelistas receberam seis amostras de filés de jundiás codificadas com números aleatórios e foram orientados a ordenar as amostras de acordo com a sua preferência, em ordem decrescente, em relação aos atributos de aparência, sabor e textura. Dessa forma, a amostra preferida recebia o menor escore na avaliação. Os resultados obtidos em cada avaliação foram submetidos ao teste de Friedman (ABNT-NBR 13170, 1994).

5.2.7 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos a teste de normalidade, posteriormente à análise de variância e regressão polinomial. Os dados obtidos nos diferentes níveis foram comparados à dieta controle pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$). Quando uma variável resposta apresentou mais de 60% de correlação com o consumo de alimento, este foi utilizado como co-variável no modelo. Para a comparação de médias ajustadas, utilizou-se o teste Pdiff. O software SAS[®] (2001) foi utilizado para realizar as análises estatísticas e o Sigma Plot[®] para a construção das figuras.

5.3 Resultados

5.3.1 Qualidade da água

Os valores de qualidade da água observados nos experimentos (Tabela 23) apresentaram algumas diferenças entre os sistemas de criação. No experimento dos machos, a temperatura média da água de criação foi maior (25,88 °C). No experimento com fêmeas, a temperatura média obtida no sistema de criação foi de 22,4 °C.

Os resultados dos parâmetros de qualidade de água devem ser considerados isoladamente para avaliação dentro de cada experimento, pois os sistemas de recirculação, apesar do mesmo princípio de funcionamento, apresentavam estruturas diferentes.

Tabela 23. Valores dos parâmetros de qualidade da água analisados durante os experimentos 3 e 4*

Parâmetro	Experimento machos			
	mínimo	máximo	média	desvio
Temperatura (°C)	19	30	25,88	1,90
Oxigênio dissolvido (mg/L)	3,8	5,7	4,90	0,59
Amônia total (mg/L)	0,25	1,00	0,24	0,07
Nitrito (mg/L)	0,01	0,1	0,05	0,02
pH	6,5	7,2	7,0	0,38
Alcalinidade total (mg CaCO ₃ /L)	16	60	29,69	12,34
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	38	92	68,5	25,4
	Experimento fêmeas			
Temperatura (°C)	19,5	25,5	22,4	1,97
Oxigênio dissolvido (mg/L)	4,3	5,4	4,74	0,43
Amônia total (mg/L)	0,25	1,5	0,42	0,11
Nitrito (mg/L)	0,05	0,3	0,13	0,04
pH	6,5	7,0	6,8	0,56
Alcalinidade total (mg CaCO ₃ /L)	24	48	36,3	8,98
Dureza (mg CaCO ₃ /L)	40	140	88,5	36,1

*Amostras coletadas na entrada do primeiro filtro biológico.

5.3.2 Desempenho e carcaça

Os valores de peso de machos e fêmeas de jundiá foram influenciados pela adição de óleo de soja como fonte lipídica na dieta (Figuras 22 e 23).

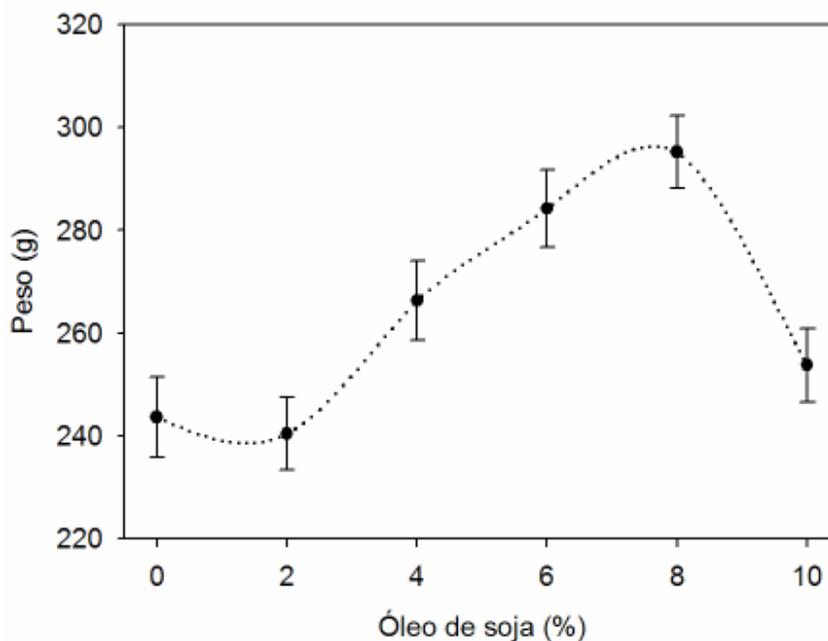


Figura 22. Peso médio ajustado ao consumo de alimento de jundiás machos alimentados com dietas contendo óleo de soja.

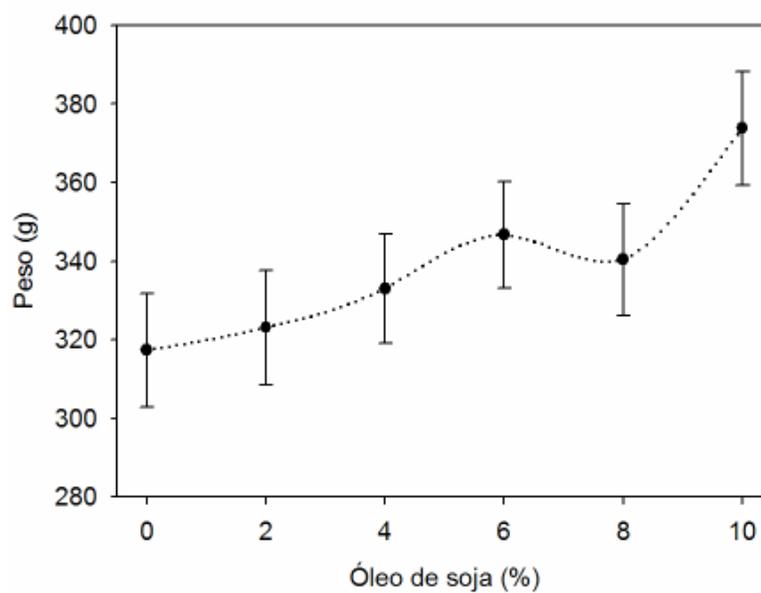


Figura 23. Peso médio ajustado ao consumo de alimento de fêmeas de jundiá alimentadas com dietas contendo óleo de soja.

No experimento com machos, os peixes alimentados com a dieta contendo 8% de óleo de soja apresentaram maior peso (295,28 g). Esse valor foi estatisticamente superior ao peso dos peixes alimentados sem a inclusão e com 2 e 10% de óleo de soja (Figura 22), de acordo com o teste Pdiff ($P < 0,05$).

Os três menores níveis testados para as fêmeas (0, 2, 4% de óleo de soja) proporcionaram os menores valores de peso (teste Pdiff, $P < 0,05$) para os peixes. O melhor desempenho em peso (373,82 g) foi obtido nas fêmeas alimentadas com dietas contendo 10% de óleo de soja como fonte lipídica (Figura 23).

A inclusão de óleo de soja não influenciou os valores de comprimento total e padrão dos machos de jundiá (Tabela 24). O fator de condição apresentou efeito linear positivo ($P < 0,01$) pela inclusão de óleo de soja. Pela equação obtida, espera-se um aumento de 0,004 unidades no FC dos peixes a cada 1% a mais de óleo de soja na dieta.

Os valores de rendimento de cortes (carcaça, filé, couro), índice hepato-somático e percentagem de gônada dos machos não foram influenciados pela adição de óleo de soja na dieta (Tabela 24).

Tabela 24. Parâmetros produtivos de machos de jundiá alimentados com dietas contendo óleo de soja

	Óleo de soja (%)						dpr	P
	0	2	4	6	8	10		
CT (cm)	28,51	28,28	28,79	28,53	29,02	28,52	0,46	NS
CP (cm)	23,79	23,93	24,27	24,01	24,14	23,82	0,38	NS
FC ¹	1,03	1,01	1,04	1,06	1,06	1,06	0,02	*
RC (%)	85,95	84,53	85,59	84,52	85,26	85,12	1,21	NS
RF (%)	34,49	32,13	34,17	32,61	33,48	33,54	1,64	NS
RCOU (%)	3,74	3,57	3,79	3,96	3,30	3,69	0,42	NS
IHS (%)	1,06	1,33	0,97	1,05	1,09	1,06	0,21	NS
IDS (%)	2,45	2,26	1,75	1,95	1,83	2,11	0,20	*
GI (%)	1,86	1,62	2,37	2,22	3,42	3,42	0,88	*
GON (%)	4,86	5,69	4,83	5,48	4,44	4,16	1,07	NS

¹ $Y = 1,02 + 0,004X$, $r^2 = 0,42$. * $P < 0,01$.

CT: comprimento total; CP: comprimento padrão; FC: fator de condição; RC: rendimento de carcaça; RF: rendimento de filé; RCOU: rendimento de couro; IHS: índice hepato-somático; GON: percentagem de gônada.

Dpr: desvio padrão residual; NS: não-significativo ($P > 0,05$).

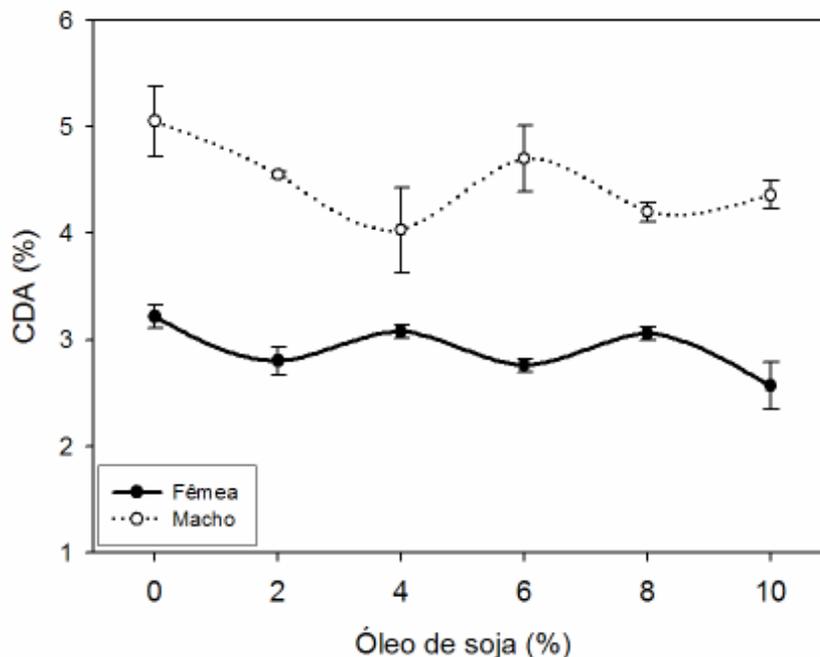


Figura 24. Valores de consumo diário aparente (CDA) em jundiás alimentados com dietas contendo óleo de soja.

O consumo diário aparente (CDA) de ração foi maior nos machos (Figura 24). No experimento com machos, não se observou efeito do óleo de soja no consumo dos peixes ($P > 0,05$). Para as fêmeas, o consumo de alimento decresceu de acordo com a inclusão de óleo de soja ($P = 0,04$, $Y = 3,11 - 0,04X$, $r^2 = 0,44$).

Os valores de conversão alimentar aparente dos jundiás (Figura 25) diminuíram de acordo com o aumento da inclusão de óleo de soja na dieta (machos – $Y = 3,26 - 0,12X$, $r^2 = 0,52$, $P < 0,01$; fêmeas – $Y = 3,02 - 0,13X$, $r^2 = 0,41$, $P = 0,004$).

A biomassa total no experimento das fêmeas (Figura 26) aumentou linearmente de acordo com a inclusão de óleo de soja na dieta ($Y = 2561,75 + 79,84X$, $r^2 = 0,49$, $P = 0,001$). Os machos de jundiá alimentados com a dieta contendo 8% de óleo de soja apresentaram maior desempenho.

Os valores de comprimento total, padrão e fator de condição das fêmeas não apresentaram efeito significativo pela inclusão de óleo de soja na dieta (Tabela 25). A sobrevivência diminuiu de acordo com o aumento da inclusão de óleo ($P < 0,01$).

O rendimento de carcaça, nas fêmeas, foi maior nos peixes alimentados com a inclusão de 6% de óleo de soja na dieta (88,25%). Os demais valores de rendimento de cortes das fêmeas não apresentaram variação entre os tratamentos.

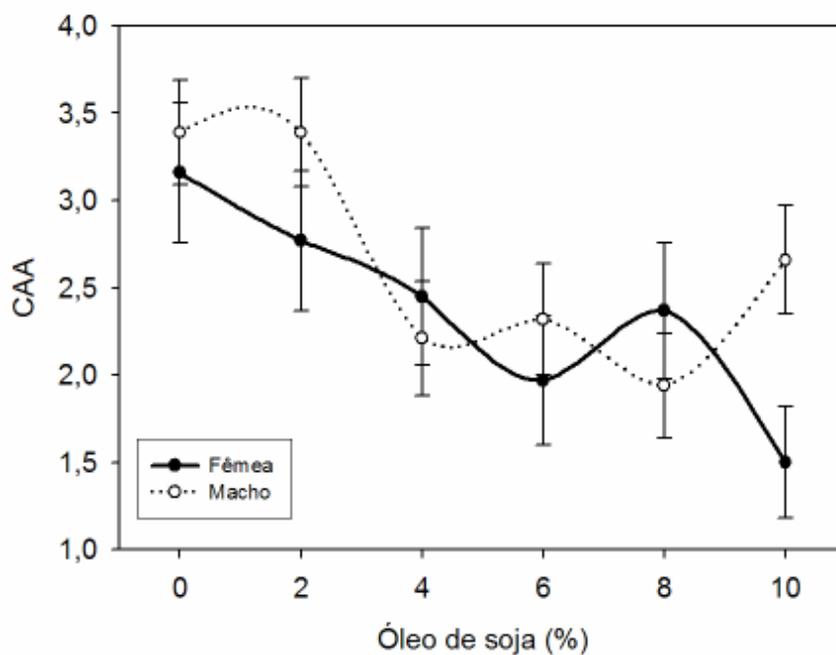


Figura 25. Valores de conversão alimentar aparente (CAA) em jundiás alimentados com dietas contendo óleo de soja.

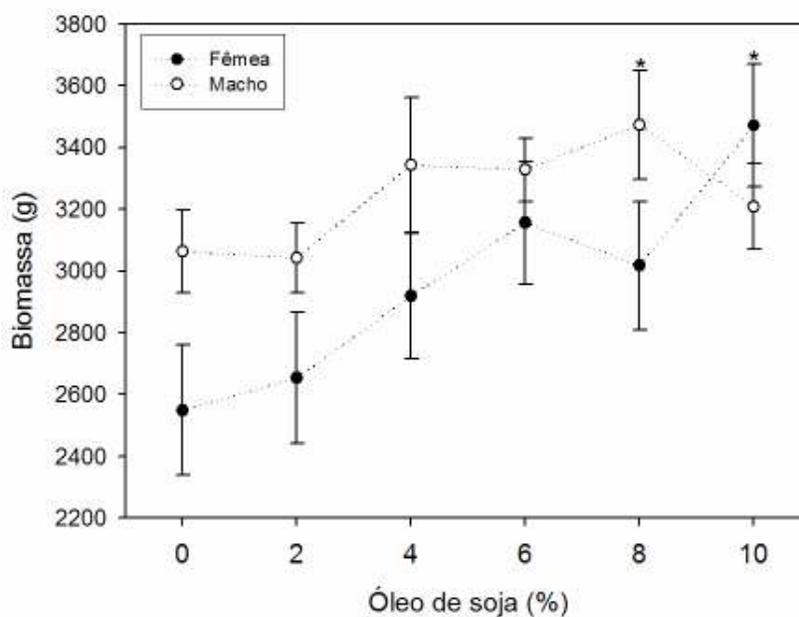


Figura 26. Biomassa total de machos e fêmeas de jundiá alimentados com dietas contendo óleo de soja.

A inclusão de óleo de soja em dietas para fêmeas não implicou em efeito significativo para o índice digestivo-somático (Tabela 25). Nos machos, os dados desta variável apresentaram comportamento quadrático ($Y=2,49 - 0,21X + 0,01X^2$, $r^2=0,45$, $P<0,05$, Tabela 24).

Nos machos, observou-se aumento linear ($Y=1,55 + 0,19X$, $r^2=0,40$) da quantidade de gordura intraperitoneal (Tabela 24).

Tabela 25. Parâmetros produtivos de fêmeas de jundiá alimentadas com dietas contendo óleo de soja

	Óleo de soja (%)						dpr	P
	0	2	4	6	8	10		
CT (cm)	32,03	31,74	31,70	32,02	31,59	31,86	0,78	NS
CP (cm)	27,21	26,74	26,72	27,03	26,84	27,17	0,60	NS
FC	1,04	0,98	1,03	0,98	1,03	1,06	0,04	NS
SOB (%) ¹	100	97,22	91,67	88,89	91,66	86,11	8,04	*
RC (%) ²	81,16	88,20	84,77	88,25	86,11	83,06	2,92	*
RF (%)	30,70	32,06	31,41	31,56	30,64	29,76	2,35	NS
RCOU (%)	3,47	3,95	4,11	4,06	4,35	3,93	0,46	NS
IHS (%)	1,29	1,66	1,53	1,38	1,15	1,35	0,33	NS
IDS (%)	2,59	2,39	2,41	2,56	1,83	2,66	0,85	NS
GI (%)	0,85	0,68	1,48	0,75	1,29	2,27	1,80	NS
GON (%)	5,68	2,75	4,25	2,02	4,66	5,60	2,78	NS

¹ $Y=98,94 - 1,26X$, $r^2=0,34$; ² $Y=82,08 + 2,11X - 0,20X^2$, $r^2=0,46$. * $P<0,01$.
 CT: comprimento total; CP: comprimento padrão; FC: fator de condição; SOB: sobrevivência; RC: rendimento de carcaça; RF: rendimento de filé; RCOU: rendimento de couro; IHS: índice hepato-somático; GON: percentagem de gônada.
 Dpr: desvio padrão residual; NS: não-significativo ($P>0,05$).

5.3.3 Composição centesimal, perfil lipídico e aceitabilidade

A umidade nos filés dos machos foi maior ($P=0,006$) nos peixes alimentados com a dieta contendo 2% de óleo de soja (Tabela 26). A quantidade de cinzas e de lipídios no filé dos machos não foi afetada pela inclusão de óleo na dieta. A proteína do filé apresentou efeito linear ($P=0,009$), com um incremento estimado de 0,23% de proteína no filé a cada 1% de inclusão de óleo na dieta.

Tabela 26. Composição centesimal de filés e peixe inteiro (%) de machos de jundiá alimentados com dietas contendo óleo de soja

	Óleo de soja (%)						dpr	P
	0	2	4	6	8	10		
	Filés							
Umidade ¹	77,88	79,47	77,97	76,46	75,57	74,00	1,44	0,0006
Cinzas	1,09	1,13	1,30	1,14	1,15	1,15	0,14	NS
Lipídios	4,53	3,44	4,29	5,68	6,44	4,88	1,20	NS
Proteína ²	16,73	17,27	17,11	18,46	17,79	19,49	1,17	0,009
	Peixe inteiro							
Umidade ³	66,66	69,55	71,83	71,07	66,41	68,28	2,03	0,02
Cinzas	3,96	2,47	3,65	3,56	2,90	2,95	0,77	NS
Lipídios ⁴	8,32	9,90	9,85	8,58	12,40	12,44	2,15	0,02
Proteína	17,77	18,50	17,63	19,11	18,29	17,04	1,20	NS

¹ $Y=78,43 + 0,12X - 0,05X^2$, $r^2=0,62$; ² $Y=16,62 + 0,23X$, $r^2=0,35$;

³ $Y=67,16 + 1,43X - 0,14X^2$, $r^2=0,38$; ⁴ $Y=8,34 + 0,38X$, $r^2=0,29$;

No peixe inteiro, a quantidade de cinzas e proteína não foi afetada pelas diferentes dietas. A umidade foi maior nos machos alimentados com dietas contendo 4 e 6% de óleo de soja (71,83 e 71,07%, respectivamente). Os lipídios corporais aumentaram linearmente com o incremento de óleo de soja na dieta dos peixes ($Y=8,34 + 0,38X$, $r^2=0,29$). Apesar do coeficiente de determinação do modelo para esta variável ter apresentado um baixo valor (29%), a aplicação do teste de Dunnett nos dados demonstrou diferença significativa ($P<0,05$) entre as dietas com maior inclusão de óleo em relação à dieta controle (sem inclusão de óleo).

Tabela 27. Perfil lipídico dos filés de machos de jundiás alimentados com óleo de soja na dieta (% de ácidos graxos nos lipídios totais)

AG	Óleo de soja (%)						P
	0	2	4	6	8	10	
C14:0	1,82	1,50	1,73	1,60	1,50	1,44	**
C16:0	25,97	25,16	26,17	24,45	23,90	23,48	***
C18:0	10,08	9,32	8,33	8,87	9,16	8,56	*
∑Saturados	37,98	36,19	36,35	35,09	34,77	33,73	***
C16:1n-7c	5,76	5,90	7,18	6,53	5,30	5,55	NS
C18:1n-9c	34,91	31,83	32,43	32,92	32,70	32,26	**
C20:1n-9	1,28	1,29	1,16	1,01	1,01	0,94	***
∑Monoins	41,96	39,02	40,78	40,47	39,02	38,76	NS
C18:2n-6c	16,39	18,82	17,73	20,34	21,86	22,76	***
C18:3n-3	1,01	1,12	1,07	1,45	1,55	1,69	***
C20:4n-6	0,85	1,60	1,29	0,91	0,92	1,06	***
C22:5n-3	0,43	0,79	0,59	0,48	0,53	0,49	**
C22:6n-3	1,36	2,43	2,16	1,26	1,33	1,49	**
∑PUFA	20,04	24,78	22,85	24,42	26,21	27,50	***
∑Insat	62,01	63,80	63,64	64,90	65,23	66,26	***
∑n - 3	2,80	4,35	3,82	3,18	3,41	3,67	**
∑n - 6	17,24	20,42	19,03	21,24	22,79	23,82	***
n-3/n-6	0,16	0,21	0,20	0,14	0,15	0,16	***
n-6/n-3	6,38	4,78	5,00	6,74	6,75	6,49	**
UFA/SFA	1,63	1,76	1,75	1,85	1,87	1,97	***

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Mono= AGS monoinsaturados; PUFAS=AGS poliinsaturados;
UFA/SFA=AGS insaturados/saturados.

Quanto ao perfil lipídico dos filés dos machos (Tabela 27), a utilização de óleo de soja proporcionou diferenças significativas em praticamente todos os ácidos graxos mensurados, com exceção do C16:1n-7c e da quantidade total de AGS monoinsaturados.

A adição de óleo de soja na dieta resultou em diminuição na quantidade de AGS saturados nos filés. A quantidade de PUFAS e o total de AGS insaturados nos

filés dos machos de jundiá foram maiores nos peixes alimentados com a dieta contendo 10% de óleo de soja.

Os peixes alimentados com a dieta contendo 2% de óleo de soja apresentaram maior quantidade de AGS do grupo $n - 3$ nos filés. Maior quantidade de ômega 6 e relação entre AGS insaturados e saturados foi verificada nos filés dos machos alimentados com a dieta D10 (Tabela 27).

Os maiores valores da relação $n - 3 / n - 6$ foram obtidos nos filés dos machos de jundiás alimentados com dietas com a inclusão de 2 e 4% de óleo de soja (0,21 e 0,20, respectivamente). Os peixes alimentados com as dietas D6 e D8 apresentaram maiores valores da relação $n - 6 / n - 3$ nos filés (6,74 e 6,75, respectivamente).

O perfil lipídico corporal (Tabela 28) dos machos também mostrou influência da adição de óleo de soja na dieta. A quantidade total de AGS saturados corporais foi maior nos peixes alimentados com a dieta contendo 2% de óleo.

Os AGS C14:0, C16:1n-7c, C20:4n-6, C22:5n-3 e C22:6n-3 não apresentaram diferenças entre as dietas testadas ($P > 0,05$).

A maior quantidade de AGS corporais dos grupos ômega 3 e 6 foram verificadas nos machos alimentados com 6% de óleo de soja na dieta. No total de AGS insaturados, os peixes alimentados com 8% de soja, que também proporcionou a maior relação entre os AGS insaturados e saturados ($P < 0,01$).

A composição corporal das fêmeas (Tabela 29) não foi alterada pela inclusão de óleo de soja da dieta ($P > 0,05$).

A umidade nos filés das fêmeas foi maior ($P = 0,04$) nos peixes alimentados com a dieta contendo 6% de óleo de soja (79,31%). A quantidade de lipídios ($P = 0,02$) e proteína ($P = 0,009$) nos filés apresentou comportamento quadrático.

O perfil lipídico corporal das fêmeas foi influenciado pela adição de óleo de soja nas dietas (Tabela 30). A quantidade de AGS corporais saturados foi menor de acordo com o aumento da inclusão de óleo de soja nas dietas.

As fêmeas alimentadas com a dieta contendo 8% de óleo de soja apresentaram maior quantidade ($P < 0,0001$) de PUFAS (25,52%), AGS insaturados totais (65,64%) e AGS do grupo $n - 6$ (22,10%).

O maior valor da relação entre os AGS $n - 3 / n - 6$ corporais foi obtido nas fêmeas de jundiá alimentadas com a dieta D2 ($P < 0,01$). Os peixes alimentados com 10% de óleo de soja apresentaram o maior valor da relação $n - 6 / n - 3$ ($P < 0,01$).

Tabela 28. Perfil lipídico corporal de machos de jundiás alimentados com óleo de soja na dieta (% de ácidos graxos nos lipídios totais)

AG	Óleo de soja (%)						P
	0	2	4	6	8	10	
C14:0	1,61	1,79	1,58	1,57	1,49	1,59	NS
C16:0	23,71	24,71	22,55	23,04	22,41	22,95	**
C18:0	9,23	8,91	9,95	8,66	8,60	7,96	**
Σ Saturados	35,75	36,35	34,96	34,25	33,38	33,50	**
C16:1n-7c	5,90	6,63	4,79	5,71	5,23	6,45	NS
C18:1n-9c	35,36	34,78	33,31	32,57	34,68	34,85	**
C20:1n-9	1,28	1,12	0,96	0,97	1,03	1,05	**
Σ Monoins	42,68	42,63	39,16	39,30	41,06	42,50	**
C18:2n-6c	17,77	17,58	21,71	22,05	21,59	20,18	**
C18:3n-3	1,18	1,25	1,84	1,75	1,76	1,59	***
C20:4n-6	0,85	0,76	0,77	0,85	0,70	0,65	NS
C22:5n-3	0,41	0,37	0,45	0,49	0,42	0,41	NS
C22:6n-3	1,22	1,01	0,98	1,23	0,96	1,00	NS
Σ PUFA	21,55	21,02	25,86	26,44	25,54	23,99	**
Σ Insat	64,24	63,65	65,03	65,74	66,61	66,49	**
Σ n – 3	2,93	2,68	3,39	3,53	3,25	3,16	**
Σ n – 6	18,63	18,34	22,47	22,91	22,30	20,83	**
n-3/n-6	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,15	NS
n-6/n-3	6,35	6,87	6,62	6,55	6,86	6,54	NS
UFA/SFA	1,79	1,75	1,86	1,92	1,99	1,98	**

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Mono= AGS monoinsaturados; PUFAS=AGS poliinsaturados;
UFA/SFA=AGS insaturados/saturados.

Tabela 29. Composição centesimal do peixe inteiro e de filés (%) de fêmeas de jundiá alimentadas com dietas contendo óleo de soja

	Óleo de soja (%)						dpr	P
	0	2	4	6	8	10		
	Filés							
Umidade ¹	75,43	76,38	77,25	79,31	76,18	74,65	1,99	0,04
Cinzas	1,08	1,18	1,20	0,94	1,11	1,15	0,10	NS
Lipídios ²	6,63	5,10	4,55	4,44	4,73	6,19	1,24	0,02
Proteína ³	20,82	20,41	19,45	16,71	20,60	20,57	1,20	0,009
	Peixe inteiro							
Umidade	68,55	68,60	70,75	67,67	66,06	67,71	2,45	NS
Cinzas	4,04	3,81	3,09	2,79	3,26	3,60	0,80	NS
Lipídios	11,21	12,96	10,85	12,04	16,09	14,35	3,18	NS
Proteína	17,87	17,24	17,41	18,70	18,19	17,13	1,56	NS

¹Y=75,02 + 1,23X - 0,12X², r²=0,33; ²Y=6,61 - 0,86X + 0,08X², r²=0,39;

³Y=21,28 + 1,00X - 0,09X², r²=0,31.

A composição em ácidos graxos dos filés das fêmeas de jundiá foi alterada pela adição de óleo de soja nas dietas (Tabela 31).

Da mesma forma que o perfil lipídico corporal, a quantidade de AGS saturados nos filés dos peixes foi menor de acordo com o aumento da inclusão de óleo de soja na dieta (P<0,0001). A quantidade de AGS monoinsaturados (40,87%) foi maior nos filés dos peixes alimentados com a dieta sem inclusão de óleo de soja.

Os peixes alimentados com a dieta contendo 8% de óleo apresentaram maior quantidade de PUFAS nos filés (30,71%, P<0,0001). Ocorreu um aumento linear na concentração de AGS insaturados (Tabela 31) de acordo com a inclusão de óleo de soja na dieta.

A maior quantidade de AGS do tipo ômega 3 foi obtida nos filés das fêmeas alimentadas com a dieta D4 (P<0,01), enquanto que nos filés dos peixes submetidos à dieta com 8% de óleo ocorreu maior deposição de AGS do grupo ômega 6 (P<0,0001).

Tabela 30. Perfil lipídico corporal de fêmeas de jundiás alimentadas com dietas contendo óleo de soja (% de ácidos graxos nos lipídios totais)

AG	Óleo de soja (%)						P
	0	2	4	6	8	10	
C14:0	1,53	1,73	1,53	1,68	1,50	1,34	***
C16:0	25,07	25,57	24,51	23,79	24,05	24,08	**
C18:0	9,35	8,96	9,12	8,32	8,39	8,47	***
ΣSFA	36,78	37,82	36,23	34,91	34,35	34,38	***
C16:1n-7c	5,25	5,41	5,28	5,84	5,39	5,28	NS
C18:1n-9c	35,56	33,20	33,80	34,11	33,76	34,49	**
C20:1n-9	1,22	1,02	1,03	0,87	0,88	0,90	***
ΣMono	42,03	39,67	40,17	40,93	40,11	40,67	NS
C18:2n-6c	16,75	17,73	19,16	19,60	21,54	20,81	***
C18:3n-3	1,10	1,29	1,36	1,54	1,76	1,51	***
C20:4n-6	1,31	1,16	1,19	1,14	0,56	0,98	***
C22:5n-3	0,52	0,55	0,55	0,55	0,48	0,47	NS
C22:6n-3	1,48	1,68	1,31	1,23	1,15	1,13	NS
ΣPUFA	21,17	22,50	23,59	24,15	25,52	24,94	***
ΣINS	63,21	62,17	63,76	65,08	65,64	65,61	***
Σn - 3	3,11	3,60	3,23	3,40	3,42	3,15	NS
Σn - 6	18,06	18,89	20,35	20,75	22,10	21,79	***
n-3/n-6	0,17	0,19	0,15	0,16	0,15	0,14	**
n-6/n-3	5,91	5,40	6,30	6,12	6,46	7,00	**
UFA/SFA	1,72	1,64	1,76	1,86	1,91	1,90	***

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Mono= AGS monoinsaturados; PUFAS=AGS poliinsaturados;
UFA/SFA=AGS insaturados/saturados.

O maior valor para a relação n - 3 / n - 6 nos filés das fêmeas foi onde os peixes foram alimentados com a dieta contendo 4% de óleo de soja (Tabela 31). No caso da relação n - 6 / n - 3, verificou-se maior valor nos filés das fêmeas alimentadas com a dieta D6 (6% de inclusão de óleo de soja).

Observou-se aumento linear crescente (P<0,0001) na relação entre AGS insaturados e saturados.

Tabela 31. Perfil lipídico dos filés de fêmeas de jundiá alimentadas com diferentes níveis de óleo de soja (% de ácidos graxos nos lipídios totais)

AGS	Óleo de soja (%)						P
	0	2	4	6	8	10	
C14:0	1,55	1,38	1,48	1,42	1,25	1,40	**
C16:0	26,31	25,00	24,81	25,26	23,11	23,41	***
C18:0	8,80	9,11	8,95	8,69	8,98	8,40	*
ΣSFA	37,06	35,84	35,73	35,57	33,41	33,23	***
C16:1n-7c	5,93	5,14	4,10	5,29	3,74	5,08	**
C18:1n-9c	33,94	33,56	32,17	33,34	31,41	33,73	**
C20:1n-9	0,99	0,99	0,98	1,02	0,71	0,87	**
ΣMono	40,87	39,71	37,25	39,67	35,86	39,69	***
C18:2n-6c	17,46	18,84	20,48	19,57	24,81	22,13	***
C18:3n-3	1,15	1,29	1,46	1,30	2,05	1,73	***
C20:4n-6	1,28	1,58	1,74	1,39	1,31	1,21	**
C22:5n-3	0,57	0,64	0,79	0,59	0,62	0,60	**
C22:6n-3	1,57	2,04	2,51	1,89	1,91	1,39	**
ΣPUFA	22,05	24,44	27,01	24,75	30,71	27,07	***
ΣINS	62,93	64,15	64,27	64,42	66,58	66,76	***
Σn - 3	3,30	4,01	4,78	3,79	4,58	3,73	**
Σn - 6	18,75	20,42	22,23	20,96	26,13	23,33	***
n-3/n-6	0,17	0,19	0,21	0,18	0,17	0,16	**
n-6/n-3	5,71	5,13	4,66	5,75	5,72	6,24	**
UFA/SFA	1,70	1,79	1,79	1,81	1,99	2,01	***

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Mono= AGS monoinsaturados; PUFAS=AGS poliinsaturados;

UFA/SFA=AGS insaturados/saturados.

Tabela 32. Escore sensorial de teste de ordenação de acordo com a preferência de filés de machos de jundiás alimentados com diferentes níveis de óleo de soja

Óleo de soja (%)	Aparência	Sabor	Textura
0	87	83	90
2	79	70	71
4	73	85	79
6	81	83	83
8	78	86	80
10	85	76	80

Os resultados são referentes à análise realizada por 23 provadores. O valor crítico para 23 provadores e 6 amostras é 37, com significância de 5%, de acordo com tabela da ABNT – NBR 13170 (1994).

O teste de ordenação realizado por painel sensorial não revelou diferenças significativas na aparência, sabor ou textura entre as amostras de filés de machos (Tabela 32) e fêmeas de jundiá (Tabela 33), pois as diferenças entre os escores das amostras não atingiram os valores críticos de 37 e 38, respectivamente. Cabe ressaltar que este valor crítico foi estabelecido em função da significância mínima pré-determinada ($P < 0,05$).

Os resultados obtidos indicam que a variação dos níveis de óleo de soja da dieta entre 0 e 10% não afeta a qualidade sensorial dos filés de jundiás, independente do sexo dos peixes.

Tabela 33. Escore sensorial de teste de ordenação de acordo com a preferência de filés de fêmeas de jundiás alimentados com diferentes níveis de óleo

Óleo de soja (%)	Aparência	Sabor	Textura
0	76	83	85
2	78	77	77
4	89	85	82
6	89	100	92
8	103	92	91
10	90	88	98

Os resultados são referentes à análise realizada por 25 provadores. O valor crítico para 25 provadores e 6 amostras é 38, com significância de 5% (ABNT – NBR 13170, 1994).

5.3.4 Enzimas, metabolismo e hematologia

A utilização de óleo de soja em diferentes níveis afetou a atividade de enzimas digestivas dos jundiás (machos e fêmeas).

Nos machos (Tabela 34), a razão entre tripsina e quimiotripsina e a quantidade de proteína do estômago não mostraram variação significativa entre os tratamentos ($P>0,05$).

Em relação às carboidrases mensuradas no intestino dos machos de jundiás (Tabela 34), observou-se maior quantidade de amilase nos peixes alimentados com dietas sem a inclusão de óleo de soja (D0). Os peixes alimentados com a dieta D8 apresentaram maior atividade de maltase ($P<0,0001$).

A atividade de tripsina foi maior ($P<0,01$) nos machos alimentados com as dietas D4 e D10 (5,07 e 5,02, respectivamente). A menor atividade de quimiotripsina foi verificada nos machos alimentados com 2% de óleo de soja na dieta ($P<0,0001$).

A atividade de protease ácida no estômago foi maior nos peixes alimentados com a dieta D6 (32,20, $P<0,0001$). Os machos alimentados com esta mesma dieta (6% de inclusão de óleo) apresentaram a menor quantidade de proteína no intestino (0,08).

Tabela 34. Enzimas digestivas de machos de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo de soja

	Óleo de soja (%)						dpr	P
	0	2	4	6	8	10		
Amilase (U/mg/prot)	0,33	0,20	0,29	0,22	0,27	0,20	0,03	***
Maltase (U/mg/prot)	0,41	0,44	0,62	0,38	0,74	0,41	0,11	***
Tripsina (U/mg/prot)	3,91	3,38	5,07	4,01	4,70	5,02	0,79	**
Quimiotripsina (U/mg/prot)	2,40	1,89	2,76	2,31	2,56	2,61	0,31	***
(N)								
Tripsina/quimiotripsina	1,64	1,76	1,85	1,76	1,80	1,98	0,36	NS
Protease (N)	22,50	20,98	25,75	32,20	26,10	29,58	4,95	***

** $P<0,01$; *** $P<0,001$. NS= não-significativo ($P>0,05$).

(N): estas variáveis foram submetidas a ANOVA não-paramétrica (Kruskall – Wallis), pois não apresentaram distribuição normal.

Tabela 35. Metabólitos em machos de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo de soja

	Óleo de soja (%)						dpr	P
	0	2	4	6	8	10		
Aminoácidos totais (µg/g tec)								
Fígado	46,11	46,74	47,16	50,04	39,56	52,38	7,60	NS
Músculo	15,33	13,75	15,26	14,60	16,87	16,11	2,03	*
Rim	12,36	12,44	14,80	12,40	16,13	13,49	2,28	NS
Amônia (µg/g tec)								
Fígado	48,26	42,82	50,73	45,96	32,13	43,54	7,15	NS
Músculo	33,15	29,89	27,87	25,36	26,12	26,19	4,19	**
Rim	25,48	29,59	30,25	21,85	29,11	32,55	4,43	NS
Glicose (µmol/g tec)								
Fígado	83,35	83,99	67,02	72,86	79,94	80,40	7,64	*
Músculo	7,75	7,39	7,40	6,59	7,16	6,88	0,80	NS
Rim	11,00	13,50	12,37	12,53	12,80	12,57	1,08	NS
Proteína (µg/g tec)								
Fígado	140,12	145,04	149,95	140,12	147,50	149,95	15,82	NS
Músculo	107,18	145,43	133,49	133,24	124,88	118,88	12,87	**
Rim	132,75	121,44	135,20	126,35	125,38	132,75	13,47	NS
Glicogênio (µmol/g tec)								
Fígado	184,20	195,40	271,40	234,60	245,00	231,60	33,15	**
Músculo	12,30	12,73	12,08	12,72	14,72	13,52	3,68	NS
Rim	31,20	28,53	28,80	27,46	28,53	27,46	5,11	NS
Lactato (µmol/g tec)								
Fígado	9,16	7,84	8,54	10,47	10,26	13,21	1,03	***
Músculo	38,77	29,07	44,17	35,03	38,58	37,72	6,48	NS
Rim	4,14	5,32	4,24	7,04	9,39	12,24	1,18	***

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Os machos alimentados com as dietas contendo 8 ou 10% de óleo de soja apresentaram maiores valores (P<0,05) de aminoácidos totais no músculo (Tabela 35). No fígado e no rim dos peixes não ocorreu efeito significativo da inclusão de óleo nas dietas sobre a quantidade de aminoácidos totais, amônia e proteína.

A produção de amônia muscular foi significativamente maior nos machos alimentados com a dieta sem a inclusão de óleo de soja como fonte lipídica (33,15).

No fígado, o menor valor de glicose verificado foi de 67,02 mg/dL nos peixes alimentados com a dieta D4 e o maior valor nos machos submetidos a dieta D10 (80,4 mg/dL). No tecido muscular e nos rins não ocorreu diferença entre os tratamentos testados (Tabela 35).

Os valores de proteína no músculo dos machos de jundiá apresentaram tendência quadrática ($Y=117,35 + 8,65X - 0,95X^2$, $r^2=0,35$, $P<0,01$), sendo que os peixes alimentados com a dieta D2 apresentaram maior valor para este constituinte (145,43 mg/dL).

Os teores de glicogênio muscular e renal não foram afetados pela inclusão de óleo de soja na dieta ($P>0,05$, Tabela 35). No fígado, ocorreu efeito quadrático ($Y=175,7 + 23,68X - 1,76X^2$, $r^2=0,45$, $P=0,008$).

Ocorreu efeito linear positivo ($Y=7,85 + 0,40X$, $r^2=0,58$) sobre os valores de lactato no fígado de machos de jundiá. No rim, a quantidade de lactato diminuiu ($Y=3,19 - 0,78X$, $r^2=0,77$) de acordo com o aumento de óleo de soja na dieta dos peixes. No músculo, a quantidade de lactato não se alterou em função dos níveis de óleo de soja testados (Tabela 35).

Tabela 36. Enzimas digestivas em fêmeas de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo de soja

	Óleo de soja (%)						dpr	P
	0	2	4	6	8	10		
Amilase (U/mg/prot)	0,04	0,09	0,09	0,06	0,06	0,09	0,01	***
Maltase (U/mg/prot)	0,66	0,84	1,01	0,41	0,63	0,95	0,14	***
Tripsina (U/mg/prot)	6,17	6,36	5,75	6,21	6,59	7,29	0,86	NS
Quimiotripsina (U/mg/prot)	3,02	3,11	2,75	3,02	3,38	3,73	0,28	***
Trip/quimiotr	2,05	2,06	2,08	2,05	1,96	1,96	0,26	NS
Protease	22,51	23,89	24,82	14,72	22,00	21,32	2,60	***

* $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,0001$.

Não se verificou efeito ($P>0,05$) da utilização de óleo de soja na atividade da enzima tripsina e a sua razão com a quimiotripsina em fêmeas de jundiá (Tabela 36).

A atividade da enzima amilase foi menor nas fêmeas alimentadas sem óleo de soja na dieta (D0) enquanto que a maltase apresentou maior atividade nos peixes submetidos à dieta D4.

Verificou-se maior atividade de quimiotripsina nas fêmeas alimentadas com a dieta contendo o maior nível de óleo testado (10%). A protease ácida do estômago das fêmeas foi significativamente menor no tratamento D6 (6% de óleo de soja).

A utilização de óleo de soja na dieta não interferiu ($P>0,05$) nos valores de hemoglobina, número de eritrócitos, hematócrito, hemoglobina corpuscular média e concentração de hemoglobina corpuscular média no sangue dos machos de jundiá (Tabela 37).

Tabela 37. Parâmetros hematológicos em machos de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo de soja

	Óleo de soja (%)						dpr	P
	0	2	4	6	8	10		
Eritrócitos	2,64	2,62	2,46	2,76	2,70	2,76	0,27	NS
Hemoglobina (g/dL)	13,30	13,40	13,20	13,36	14,56	12,70	1,45	NS
Hematócrito (%)	38,36	41,10	37,43	40,96	41,66	37,65	4,50	NS
HCM	50,40	51,16	53,70	48,63	53,90	46,10	3,84	NS
CHCM	35,00	32,63	35,30	32,90	34,90	33,70	2,37	NS

NS: não significativo ($P>0,05$). HCM: hemoglobina corpuscular média; CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média.

A quantidade de plaquetas foi maior nos machos de jundiá alimentados com a dieta contendo 6% de óleo de soja (Figura 27). Para esta variável, verificou-se efeito quadrático ($P=0,05$).

O volume corpuscular médio dos peixes foi inferior nos machos de jundiás alimentados com a dieta D10, diferindo significativamente dos demais tratamentos (Figura 28).

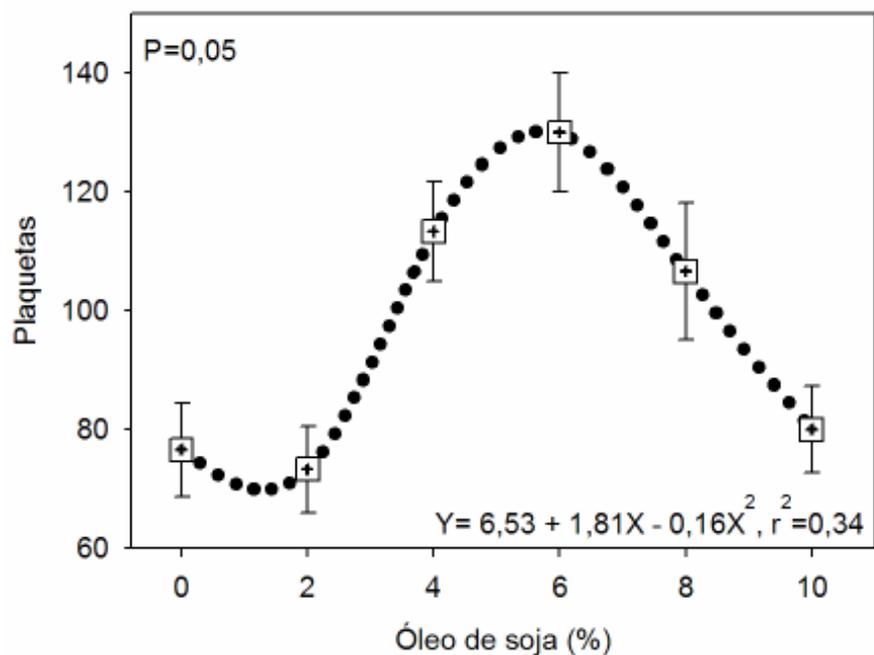


Figura 27. Quantidade de plaquetas em machos de jundiá alimentados com dietas contendo óleo de soja.

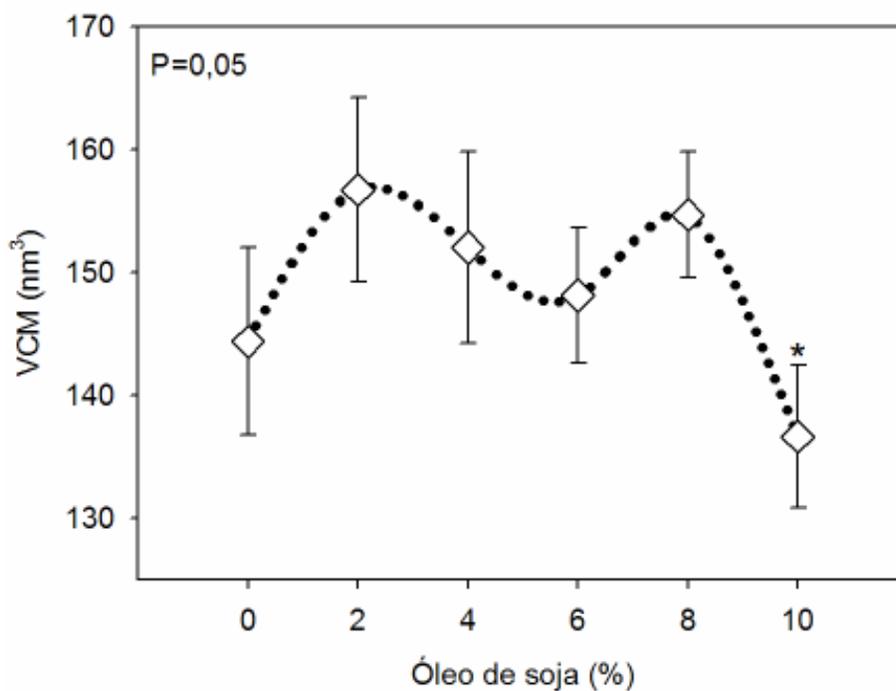


Figura 28. Valores de volume corpuscular médio (VCM) em machos de jundiá alimentados com dietas contendo óleo de soja.

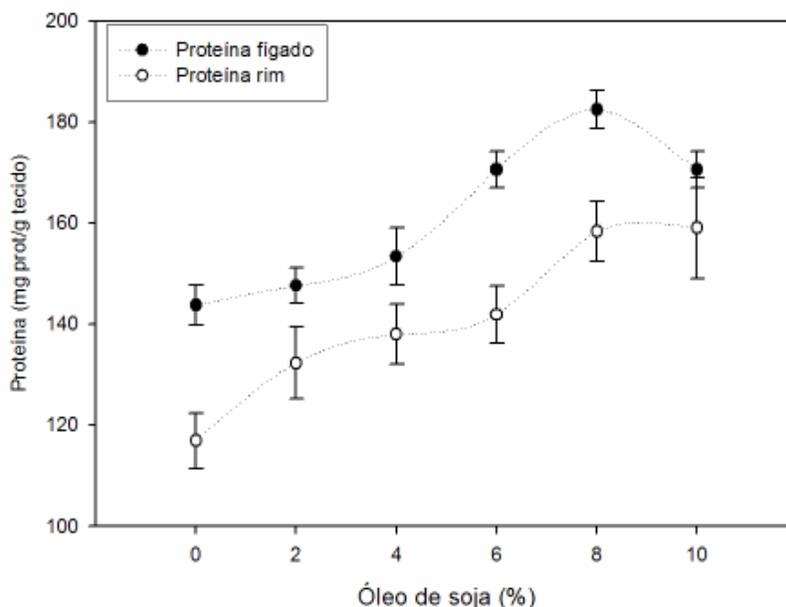


Figura 29. Quantidade de proteína no fígado e rim de fêmeas de jundiá alimentadas com dietas contendo óleo de soja.

No experimento com as fêmeas de jundiá, observou-se efeito linear positivo na quantidade de proteína (mg proteína/mg tecido) no fígado ($Y=143,09 + 3,66X$, $r^2=0,56$, $P<0,0001$) e nos rins ($Y=120,15 + 4,18X$, $r^2=0,45$, $P<0,0001$), conforme figura 29.

As fêmeas de jundiá alimentadas com a dieta D6 apresentaram maior quantidade de aminoácidos totais no fígado enquanto que as com a D8 tiveram mais nos rins (Tabela 38). A quantidade de amônia nestes órgãos também mostrou efeito significativo da inclusão de óleo de soja na dieta, onde as fêmeas dos tratamentos D4 e D10 apresentaram maiores valores no fígado e nos rins, respectivamente.

Os valores de glicose encontrados nas fêmeas de jundiá apresentaram efeito significativo de ordem 3 (função cúbica) tanto no fígado ($Y=74,20 - 18,05X + 5,73X^2 - 0,38X^3$, $r^2=0,86$) quanto nos rins ($Y=3,52 + 1,90X - 0,42X^2 + 0,03X^3$, $r^2=0,61$).

O glicogênio hepático das fêmeas apresentou efeito linear crescente ($Y=170,33 + 13,53X$, $r^2=0,70$). A quantidade de lactato no fígado (Tabela 38) apresentou tendência quadrática ($Y=6,39 + 0,26X - 0,03X^2$, $r^2=0,47$) e nos rins efeito cúbico ($Y=5,88 + 1,36X - 0,23X^2 + 0,01X^3$, $r^2=0,53$).

Tabela 38. Metabólitos em fêmeas de jundiá alimentados com dietas contendo níveis de óleo de soja

	Óleo de soja (%)						dpr	P
	0	2	4	6	8	10		
Aminoácidos totais (µmol/g tec)								
Fígado	54,38	55,18	57,98	62,14	40,70	56,48	8,29	**
Rim	14,85	15,17	18,42	14,86	20,93	15,28	2,61	**
Amônia (µg/g tec)								
Fígado	63,61	55,26	65,53	57,91	42,09	56,25	7,36	***
Rim	32,91	39,13	38,90	28,22	37,60	42,04	4,86	**
Glicose (µmol/g tec)								
Fígado	73,31	60,22	68,99	84,89	104,21	81,23	5,36	***
Rim	3,82	4,84	7,01	5,69	4,75	7,25	0,60	***
Glicogênio (µmol/g tec)								
Fígado	177,28	189,62	241,13	237,23	253,51	329,18	27,29	**
Rim	28,59	34,05	28,63	27,05	30,14	30,49	4,79	NS
Lactato (µmol/g tec)								
Fígado	6,71	6,36	6,28	7,53	5,86	5,05	0,37	***
Rim	5,81	8,14	7,46	8,85	7,07	7,43	0,53	***

NS: não significativo ($P > 0,05$). * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,0001$.

A quantidade de colesterol plasmático nas fêmeas de jundiá (Figura 30) aumentou ($P < 0,05$) de acordo com o incremento de óleo de soja na dieta ($Y = 147,11 + 6,96X$, $r^2 = 0,45$). Nos machos, verificou-se efeito quadrático ($Y = 175,25 - 16,62X + 1,79X^2$, $r^2 = 0,38$, $P < 0,05$).

Os machos de jundiá tiveram aumento significativo na quantidade de triglicerídeos plasmáticos ($Y = 167,00 + 9,3X$, $r^2 = 0,43$) com a adição de óleo de soja como fonte lipídica (Figura 31). Nas fêmeas, os dados obtidos mostraram efeito quadrático ($Y = 160,95 + 39,78X - 2,01X^2$, $r^2 = 0,43$).

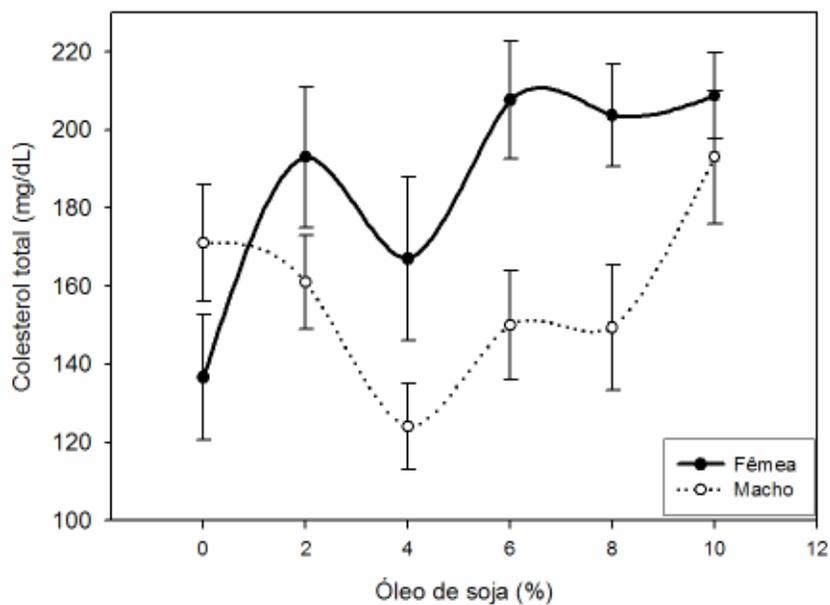


Figura 30. Quantidade de colesterol total no plasma de jundiás alimentados com dietas contendo óleo de soja.

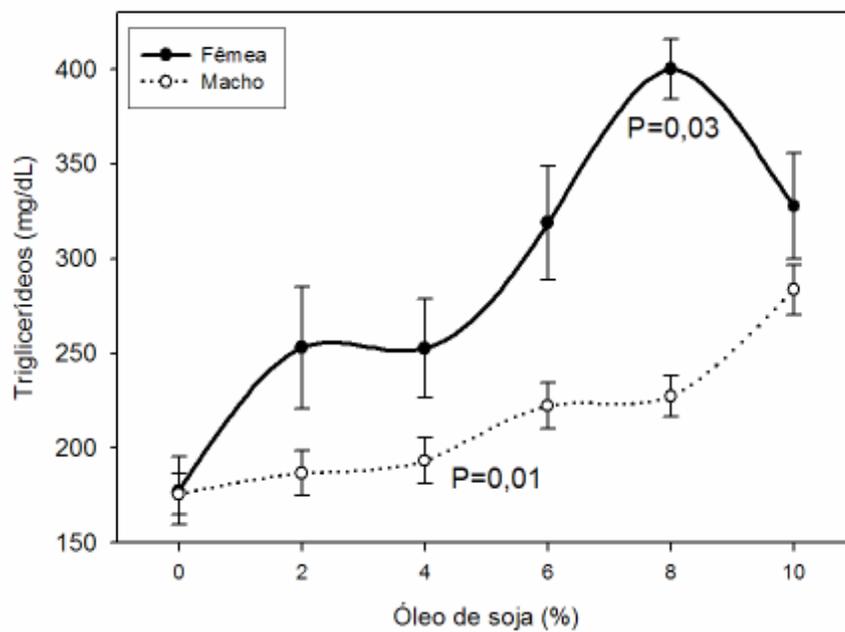


Figura 31. Quantidade de triglicerídeos plasmáticos em jundiás alimentados com dietas contendo óleo de soja.

A quantidade de hemoglobina nas fêmeas (Figura 32) apresentou efeito linear crescente ($P=0,02$). Pela equação calculada para esta variável, espera-se um aumento de 0,53 g/dL de hemoglobina a cada 1% a mais de óleo de soja adicionado na dieta.

Os valores de hematócrito das fêmeas mostraram efeito quadrático, onde os peixes alimentados com a dieta D8 apresentaram maiores valores (Figura 33).

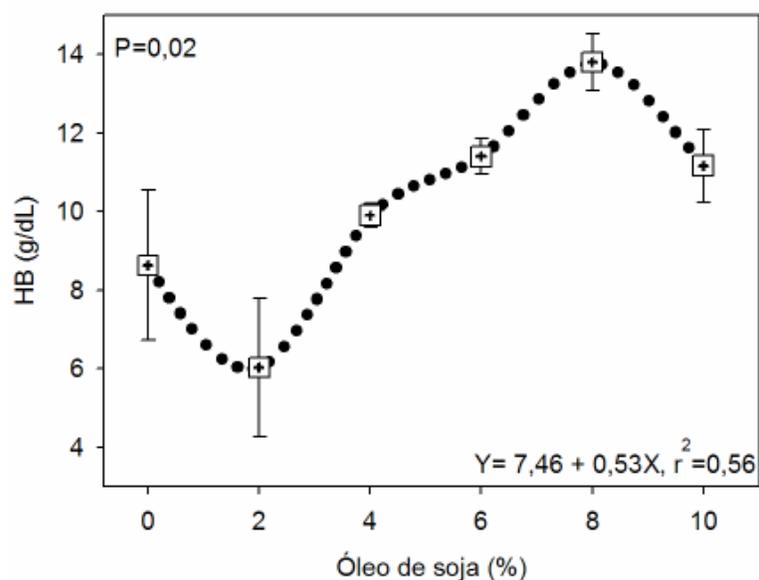


Figura 32. Quantidade de hemoglobina em fêmeas de jundiá alimentadas com dietas contendo óleo de soja.

Tabela 39. Parâmetros hematológicos em fêmeas de jundiá alimentadas com dietas contendo níveis de óleo de soja

	Óleo de soja (%)						dpr	P
	0	2	4	6	8	10		
Eritrócitos	1,49	1,43	1,73	2,15	2,26	1,69	0,49	NS
VCM	154,03	156,40	155,86	155,90	158,90	164,96	6,55	NS
HCM ¹	57,20	54,53	57,06	54,10	61,76	66,43	5,19	0,02
CHCM ²	37,13	35,00	36,63	34,45	38,70	40,26	2,37	0,03
Plaquetas	23,00	25,33	27,33	24,00	21,00	22,66	5,32	NS

¹ $Y=57,26 - 1,42X + 0,23X^2$, $r^2=0,43$. ² $Y=36,99 - 0,82X + 0,11X^2$, $r^2=0,40$.

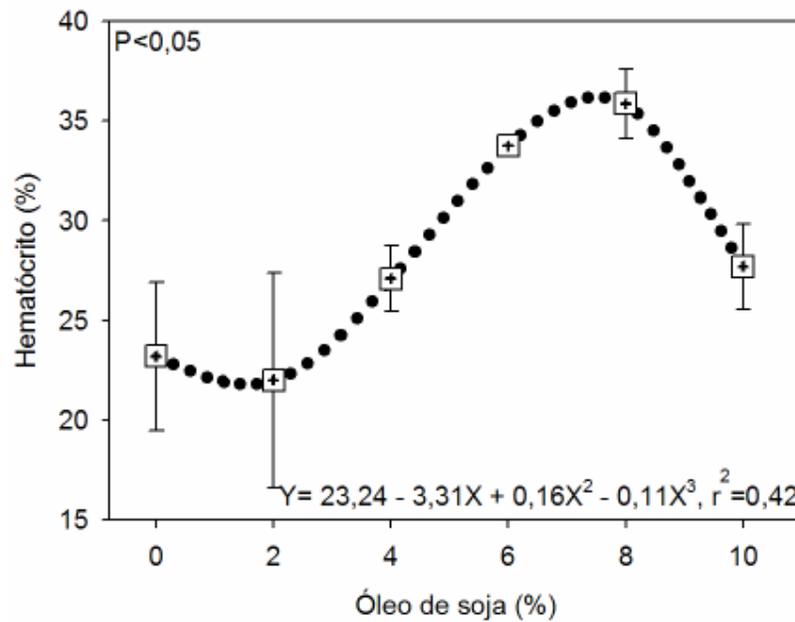


Figura 33. Valores de hematócrito em fêmeas de jundiá alimentadas com dietas contendo óleo de soja.

Não se verificaram efeitos da utilização de óleo de soja na dieta sobre a contagem total de eritrócitos, o volume corpuscular médio (VCM) e a quantidade de plaquetas no sangue das fêmeas de jundiá (Tabela 39).

Os valores de hemoglobina corpuscular média (HCM) e a concentração de de hemoglobina corpuscular média (CHCM) foram maiores nas fêmeas alimentadas com dietas contendo 10% de óleo de soja (Tabela 39).

5.4 Discussão

Os melhores resultados obtidos para peso nos machos (8% de óleo de soja) e fêmeas de jundiá (10% de óleo soja) evidenciam que o aumento do nível lipídico da dieta proporciona efeito poupador de proteína (protein sparing effect), potencializando este nutriente para o ganho em peso dos peixes. Este efeito é muito conhecido na nutrição de peixes, inclusive para o jundiá (Meyer & Fracalossi, 2004; Salhi et al., 2004; Kim & Lee, 2005).

Para o surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*), a adição de 12% de óleo de soja na dieta proporciona excelente desempenho para juvenis desta espécie, com melhora na deposição de proteína corporal (Martino et al., 2002a). Para alevinos de carpa comum, a utilização de 13% de inclusão de óleo de soja na dieta não compromete o desempenho dos peixes (Cho et al., 2001).

Além disso, a criação do jundiá com separação por sexo proposta neste estudo evidencia que as exigências nutricionais deste peixe são diferenciadas. Isto mostra que a utilização de dieta única na engorda do jundiá para ambos os sexos pode resultar em menor aproveitamento do alimento e redução no desempenho.

Na parte lipídica da dieta, está comprovado que para a maioria das espécies de peixes em cultivo a utilização de óleos vegetais (soja, canola, arroz, linhaça) não compromete o crescimento dos peixes, entretanto modifica a composição dos ácidos graxos corporais (Regost et al. 2003a, b). Um incremento no nível de lipídio aumenta a retenção de energia, potencializando a utilização da proteína para crescimento (Kaushik & Oliva-Teles, 1985). Este efeito poupador de proteína resulta da combinação das fontes de energia não-protéica do alimento. Para o jundiá, Meyer & Fracalossi (2004) observaram este efeito, demonstrando que a exigência protéica de alevinos desta espécie varia de acordo com a concentração energética da dieta.

Para o surubim, a alternância de fontes lipídicas como o óleo de soja, de milho, de linhaça e banha suína não afeta o crescimento dos peixes (Martino et al., 2002b). Juvenis de jundiá alimentados com 5% de inclusão de óleo de canola, de fígado de bacalhau ou banha suína na dieta não diferem no ganho em peso (Melo et al., 2002). Para os bagres *Clarias gariepinus* e *Heterobranchus longifilis*, a utilização de óleos vegetais proporciona bom desempenho produtivo (Ng et al., 2003).

A partir destes resultados de pesquisa, devem-se levar em consideração, além do desempenho, outras características no peixe que possam diferenciar a

utilização de uma ou outra fonte. Entre elas estão as alterações na composição corporal, incluindo o perfil lipídico corporal e dos filés.

Uma grande demanda na nutrição do jundiá é estabelecer níveis lipídicos adequados nas diferentes fases de criação, de forma a evitar a utilização de proteína para fins energéticos. Em relação à quantidade de alimento oferecido, deve-se ressaltar que a fixação de uma quantidade diária evita que o peixe tente compensar a demanda energética quando alimentado com rações contendo baixa energia. Neste caso, a proteína é destinada a atender esta necessidade, diminuindo a eficiência alimentar.

A energia do alimento afeta o consumo e a deposição lipídica na carcaça (Kaushik & Médale, 1994). Peixes alimentados com níveis mais elevados de lipídios diminuem o consumo voluntário de ração (Brauge et al., 1994; Skalli et al., 2004). Isto foi observado para as fêmeas de jundiá, que reduziram o consumo diário aparente (CDA) de alimento com o aumento do óleo de soja na dieta. Ao contrário, os machos não modificaram o consumo em função do aumento do nível energético da dieta.

Os valores de consumo diário de alimento observados nos experimentos com jundiás (figura 31), entre 3 e 5% do peso vivo por dia, são similares aos encontrados para o bagre africano alimentados com dietas similares, entre 3,8 a 4,0% PV (Fagbenro & Davies, 2001).

A proteína e os lipídios são nutrientes importantes na mobilização e formação de tecido corporal, sendo os principais responsáveis pelo crescimento e ganho em peso nos peixes (Cyrino et al., 2000). A relação proteína/energia (P/E) em dietas para peixes é de grande importância.

Se a relação P/E está desbalanceada, com proteína em excesso, esta é catabolizada e usada como fonte de energia para as necessidades de manutenção antes do crescimento (NRC, 1993). Ao contrário, se houver excesso de energia, o consumo de alimento e a proteína ingerida podem ser limitados. Na prática, uma dieta desbalanceada ocasiona perda no resultado econômico da criação, pela diminuição da eficiência alimentar. Para o jundiá, esta relação deverá ser estudada em diferentes fases.

Para alevinos de jundiá, a melhor relação entre energia e proteína é de 10,2 kcal EM /g proteína (Lopes et al., 2006). Para os machos de jundiá, a relação observada na dieta que proporcionou maior desempenho foi de 9,45 kcal ED / g

proteína e para as fêmeas foi de 11,94 kcal ED / g proteína. Essa diferença é atribuída a maior idade dos peixes desse estudo e também pela dificuldade de se estimar a energia metabolizável.

O aumento do nível lipídico melhora também a taxa de eficiência protéica e o crescimento (Takeuchi et al., 1991; Vergara et al., 1999; Meyer & Fracalossi, 2004; Skalli et al., 2004). No presente estudo, observou-se que para o jundiá de ambos os sexos os maiores níveis de lipídios da dieta proporcionaram maior crescimento. Para peixes marinhos carnívoros como o “Red drum” (*Sciaenops ocellatus*), a elevação dos teores de proteína e energia da dieta proporciona efeitos positivos nas taxas de crescimento, retenção de nutrientes e na qualidade da água (Thoman et al., 1999).

A relação dos valores de conversão alimentar aparente de peixes com o nível energético da dieta foi demonstrada por vários autores (Hassan et al., 1995; Jantrarotai et al. 1998; Yamamoto et al., 2000). No presente estudo os valores de conversão alimentar dos jundiás foram reduzidos de acordo com o incremento da quantidade de óleo de soja na dieta, para machos e fêmeas.

Existe relação inversa entre gordura visceral e o índice víscero-somático (peso vísceras/peso corporal), principalmente em níveis elevados de lipídios da dieta. O fígado é o órgão que mais reflete as alterações dietárias. Esta compreensão do metabolismo energético é fundamental na avaliação do desempenho, que deve ser avaliada pela composição do ganho (proteínas, lipídios) e não só pelo ganho em peso (Jobling et al., 1998).

Em peixes jovens, o crescimento da carcaça é superior às outras partes do corpo, onde os órgãos internos, com exceção do lipídio visceral, tendem a aumentar de peso em pequenas quantidades (Shearer, 1994). O órgão que pode ser alterado via composição da dieta, é o fígado. No presente estudo, observou-se valores de índice digestivo-somático (IHS) entre 1,2 e 1,6% para fêmeas e 1,0 a 1,3% para machos de jundiá, sem efeito dos níveis de óleo de soja testados. Para o “turbot” (*Psetta maxima*), observou-se valor de IHS de 1,8% para peixes alimentados com dieta contendo óleo de soja (Regost et al., 2003a). Segundo estes autores, o aumento do nível de lipídios da dieta aumenta o IHS dos peixes. Esperava-se este resultado nos experimentos com machos e fêmeas de jundiá, o que não foi verificado.

O excesso de gordura visceral diminui o rendimento de carcaça nos peixes. Maiores quantidades de lipídios na ração provocam aumento no peso das vísceras,

diminuindo o rendimento de carcaça (Mathis et al., 2003). No presente estudo, a gordura intraperitoneal aumentou de acordo com o aumento do óleo de soja na dieta.

Lazzari et al. (2006) observaram valores de rendimento de carcaça para o jundiá de 77-82% e de 34-40% para rendimento de filé. Estas variações são atribuídas à composição do alimento, sendo o volume visceral o fator de maior influência. A fase fisiológica também afeta o rendimento de cortes do jundiá. Fêmeas adultas desta espécie apresentam menor rendimento de carcaça em detrimento aos machos, pela formação de ovários (Carneiro et al., 2003). O rendimento de carcaça verificados nos jundiás em ambos os experimentos demonstrou elevados valores (acima de 80%), o que mostra a grande capacidade de produção de carne desta espécie.

É bem conhecido que o crescimento e a composição química dos peixes são influenciados pela manipulação da composição da dieta e dos regimes alimentares (Jobling et al., 1998). Ao compararmos a composição corporal de peixes da mesma espécie deve-se considerar a influência do tamanho corporal, pois o crescimento tecidual é diferenciado de acordo com a fase de vida (Shearer, 1994).

Nos machos, observou-se um aumento significativo dos lipídios corporais, sem influência no filé. Já nas fêmeas os lipídios corporais não foram modificados pela inclusão de níveis de óleo de soja na dieta, com deposição maior de lipídios nos filés dos peixes alimentados com a dieta D0 (sem óleo). Para bagres, espera-se que o aumento de lipídios dietários proporcione aumento proporcional na carcaça (Abdel-Warith et al., 2001).

Segundo Jobling et al. (1998), peixes com maior idade e tamanho corporal tendem a depositar mais lipídios. No presente estudo, como os peixes dos dois experimentos possuíam a mesma idade, fica difícil estabelecer quais as verdadeiras causas destas diferenças nos resultados obtidos. Uma das possíveis causas desse resultado pode ser justificada pelo metabolismo e sua relação com o equilíbrio da dieta. Entretanto, o ideal seria mensurar corretamente a partição dos nutrientes dos peixes, o que na prática é mais difícil (Jobling et al., 1998).

O conteúdo de proteínas encontradas no jundiá varia de 12,5-14,5% em juvenis e 17% em adultos, valores próximos aos encontrados em outros bagres (18% no músculo) (Kubota & Emanuelli, 2004). Como ocorre em quase todas as

espécies de peixe, o jundiá apresenta teores de lipídios variáveis em função do tipo de dieta, em torno de 2,5 até 5,7%.

Jundiás alimentados com 5% de óleo de canola na dieta apresentaram 13,2% de proteína corporal e 3,8% de extrato etéreo (Melo et al., 2002). Os valores de proteína corporal dos peixes submetidos a dietas com óleo de canola proporcionaram maior acúmulo de proteína corporal do que peixes alimentados com óleo de fígado de bacalhau e banha suína.

Os peixes dos presentes experimentos com machos e fêmeas de jundiás apresentaram uma variação entre 17-18% de proteína e 6-12% de lipídios. Estas diferenças de valores podem ser atribuídas ao tamanho e idade dos peixes, além da composição da dieta.

Altas taxas de lipídios na dieta, além da diminuição da conversão alimentar, aumentam a quantidade de gordura no organismo, principalmente nas vísceras. Pelas altas taxas de oxidação, o excesso de lipídios pode afetar a saúde dos peixes e provocar odores indesejáveis ao pescado (Chaiyapechara et al., 2003). A oxidação de lipídios é um sério problema na qualidade dos filés, evidente após alguns dias de conservação (Watanabe et al., 1996).

Muitos óleos vegetais são considerados fontes lipídicas alternativas ao óleo de peixe em dietas para peixes de água doce, podendo ser utilizados nas dietas sem afetar o crescimento e a conversão alimentar (Caballero et al., 2002). Estas fontes lipídicas geralmente são ricas em ácidos graxos poliinsaturados (PUFAS), notadamente o linoléico (18:2n – 6) e linolênico (18:3n – 3). Os peixes de água doce podem converter estes AGE, por alongação e reações de desaturação dos carbonos, para ácidos graxos de cadeia longa altamente insaturados, como o DHA (docosahexaenóico - 22:6n – 3), EPA (eicosapentanóico - 20:5n – 3) e ARA (araquidônico - 20:4n – 6), AGE essenciais para o crescimento dos peixes (Sargent et al., 1995).

Na maioria das vezes, o perfil lipídico tecidual dos peixes reflete a composição dietária em ácidos graxos (Martins et al., 2007). A utilização de óleos vegetais não compromete o crescimento dos peixes, entretanto modifica a composição em ácidos graxos corporais (Regost et al., 2003a).

O óleo de soja apresenta grande quantidade de ácidos graxos da série ômega 6, enquanto que óleos de peixe, considerados fontes referenciais de composição, apresentam maiores quantidades de ômega 3. Para a tilápia, dietas

contendo AGS $n - 3$ diminuem a capacidade lipogênica do fígado e gordura corporal, reduz o catabolismo de aminoácidos e melhora a composição da carcaça (Ribeiro et al., 2008).

O perfil lipídico (composição em ácidos graxos corporais e no filé) é importante para avaliar a qualidade nutricional do pescado. Neste contexto, não só a composição e a disponibilidade de AGS como o linolênico ($18:3n - 3$) e o linoléico ($18:2n - 6$) são importantes, mas também seus produtos de alongação e desaturação (Steffens, 1997).

A capacidade e os mecanismos de desaturação/alongação de precursores como os AGS linolênico e linoléico são desconhecidos para o jundiá (Vargas et al., 2008). Estes autores, em trabalhos com alevinos desta espécie mostram que o jundiá apresenta alguma capacidade de desaturação e alongação, de forma a obter AGS altamente insaturados.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o valor adequado para a relação $n - 3/n - 6$ na dieta total deve ser igual ou superior a 0,25. Os resultados obtidos nos filés de jundiás, observaram-se nos machos valores de 0,14 a 0,21 e nas fêmeas de 0,16 a 0,21. Ou seja, nos tratamentos testados que obtiveram maiores valores, com a simples ingestão deste peixe quase que completa a necessidade diária para consumo humano.

Entretanto, deve-se ressaltar que a composição limitada em AGS do tipo ômega 3 do óleo de soja. Uma alternativa para compensar este problema seria adicionar alguma fonte de lipídios que contenha mais equilíbrio ou compense as deficiências do óleo de soja. Dos óleos vegetais testados em dietas para peixes, o que apresenta a melhor eficiência na qualidade de filés é o óleo de linhaça (Vargas et al., 2008).

Os valores totais de AGS observados nos machos de jundiá (saturados= 34 a 37%; monoinsaturados= 38 a 40%; PUFAS=20 a 27%) são muito similares aos valores encontrados por Matter et al. (2004) em filés de bagre africano alimentados com dietas contendo 32% PB (saturados=37,5%; monoinsaturados=37,3%; PUFAS =25,1%). Este nível protéico da dieta é muito próximo ao utilizado nas dietas fornecidas aos machos de jundiá no terceiro experimento.

Para bagres, existe relação inversa entre a concentração lipídica e a umidade da carne, principalmente em dietas com relação proteína/energia mais

extremas (alta energia, baixa proteína). O fígado apresenta maior teor lipídico e deposição de glicogênio.

De nada adianta produzir peixe de maneira eficiente se a carne não for bem aceita pelos consumidores. As propriedades sensoriais são decisivas para determinar o interesse do consumidor e a demanda do mercado (Kubota & Emanuelli, 2004). Pela grande diversidade de espécies de peixes, existem grandes diferenças de composição. Em relação ao consumidor, a aceitabilidade e a preferência pela carne de uma espécie se baseiam em 4 critérios: o odor, a textura, a cor e o sabor (Alasalvar et al., 2001). Todos estes fatores podem ser alterados pela via nutricional e constituem a explicação da satisfação do consumidor por determinado produto.

Muitas vezes o sabor dos peixes selvagens (oriundos de rios e lagos naturais) é mais aceito pelos consumidores. Esta diferença está atrelada à composição do alimento nestes ambientes, onde ocorre abundância de fitoplâncton, que é uma fonte riquíssima de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAS), proporcionando uma característica de gordura mais palatável (Steffens, 1997).

No presente estudo, não se verificou diferenças na preferência dos consumidores em relação aos diferentes tratamentos, nos dois experimentos (para machos e fêmeas). Estes resultados obtidos quanto à aceitabilidade podem também estar atrelados com as limitações da metodologia empregada, por ser um painel não-treinado.

Os métodos sensoriais, ao contrário dos não-sensoriais, proporcionam melhor avaliação das características do pescado, pois as informações são fidedignas do momento da análise (Alasalvar et al., 2001). Entretanto, com painel não treinado, a subjetividade e individualidade são mais evidentes nos métodos.

Em salmonídeos, existe correlação positiva entre a composição química do alimento e as características sensoriais (cor, sabor, odor, textura) do pescado (Rasmussem et al., 2000). Além da composição centesimal, a composição em aminoácidos, ácidos graxos e vitaminas afetam os atributos sensoriais do pescado (Wagbo et al., 1993). Estes autores consideram que uma pequena variação na composição química do pescado pode provocar grandes diferenças de preferência.

A quantidade e o tipo de lipídios empregados nas dietas é fator importante na qualidade do pescado. A adição de óleos vegetais como o de soja não afeta as características sensoriais dos filés de "Seabass" (Izquierdo et al., 2003). Entretanto,

níveis de 11% de óleo de soja podem provocar diminuição dos escores obtidos na avaliação sensorial (Guillou et al., 1995).

Trabalhos com *cattfish* demonstram que uma redução no lipídio dietário nos últimos períodos de engorda (1-2 meses) pode melhorar sensivelmente a qualidade e aceitabilidade do filé (Johnsen & Lioyd, 1992). Neste sentido, é necessário obter mais informações sobre a aceitabilidade da carne do jundiá e sua relação com a alimentação, sendo esta uma lacuna importante para implementar a valorização do produto (filé).

A atividade enzimática dos jundiás foi fortemente afetada pela adição de óleo de soja na dieta. Da mesma forma, observou-se elevação esperada de colesterol e triglicerídeos plasmáticos de acordo com o aumento de óleo nas dietas.

Os parâmetros hematológicos foram superiores nos tratamentos com maior inclusão de óleo na dieta. Com jundiás, são escassos os trabalhos que avaliem o efeito da parte lipídica da dieta sobre o metabolismo. Melo et al. (2006) destaca que o nível de proteína da dieta influencia no metabolismo do jundiá.

Para peixes, o aumento do lipídio da dieta provoca incremento dos triglicerídeos (Regost et al., 2001). Esta relação foi observada tanto nas fêmeas como nos machos de jundiá do presente estudo, evidenciando também a realização de lipogênese. A elevação dos teores de glicose e glicogênio hepático pode indicar, a utilização de gliconeogênese, um efeito poupador de proteína nos peixes alimentados com maiores níveis de óleo de soja.

Deve-se ressaltar que os parâmetros de metabolismo são, antes da causa, conseqüências das alterações de composição dietárias. Para o jundiá, em experimentos futuros, deverão ser verificadas as exigências em ácidos graxos essenciais na dieta nas diferentes fases de criação, de forma a potencializar a utilização da proteína, resultando em maior crescimento e filé de maior qualidade nutricional.

5.5 Conclusões

- Para machos de jundiá, recomenda-se a utilização de 8% de óleo de soja na dieta, enquanto que para fêmeas o valor mínimo é de 10% de inclusão.

- A inclusão de até 10% de óleo de soja em dietas para machos e fêmeas de jundiá não afeta a aceitabilidade dos filés.

- A adição de óleo de soja na dieta altera a atividade enzimática e os parâmetros hematológicos de jundiás.

- A elevação da quantidade de óleo de soja na dieta de machos e fêmeas de jundiá aumenta a quantidade de ácidos graxos poliinsaturados no filé.

6. DISCUSSÃO GERAL

Não é necessário enumerar os pontos positivos do jundiá como espécie de peixe nativa para utilização na piscicultura brasileira. Para elaborar um consistente pacote de produção deste peixe algumas questões devem ser mais bem estudadas. Apesar do grande esforço na elaboração e condução de pesquisas com o jundiá, os resultados existentes no que tange a nutrição são ainda incipientes. Destacam-se principalmente estudos relativos às exigências nutricionais nas fases iniciais, existindo uma demanda por trabalhos nas fases avançadas e, principalmente, em diferentes sistemas criatórios como tanques escavados e tanques-rede.

Para o jundiá, antes mesmo de se pensar apenas na composição dos ingredientes das dietas, deve-se estabelecer as exigências nutricionais para os diferentes sistemas criatórios em cada fase. Pelos resultados obtidos neste estudo, deve-se incluir o fator sexo como determinante na exigência desta espécie. O próximo passo na nutrição do jundiá é determinar as exigências dietárias de aminoácidos (AAE) e ácidos graxos essenciais (AGE), sendo estes componentes extremamente limitantes para o crescimento. Exceto para o catfish americano (*Ictalurus punctatus*), as informações existentes sobre as exigências nutricionais dos outros bagres são limitadas (Wilson & Moreau, 1996).

A grande questão mundial na formulação de dietas para peixes é a substituição da farinha e do óleo de peixe. A inclusão de fontes de origem animal como a farinha de carne e ossos combinada com o farelo de soja vem demonstrando ser uma boa alternativa para o jundiá (Lazzari et al., 2008). Uma questão importante a ser pesquisada em futuros trabalhos com o jundiá é estabelecer coeficientes de digestibilidade destas matérias-primas. A uniformidade de composição é outro fator importante, principalmente em relação às farinhas de origem animal.

Além das proteínas, os lipídios exercem função importante na alimentação de peixes. O ingrediente mais utilizado mundialmente em dietas para atender as exigências lipídicas dos peixes cultivados é o óleo de peixe, por possuir elevados níveis de ácidos graxos essenciais, indispensáveis ao metabolismo e crescimento. Entretanto, com a redução dos estoques pesqueiros e alto custo deste produto, têm se buscado alternativas mais baratas e com maior disponibilidade que possam substituir o ingrediente sem acarretar perda no desempenho dos peixes em cultivo.

A inclusão de fontes alternativas, notadamente as de origem vegetal (canola, girassol, algodão), são alvos de estudos para a maioria das espécies de cultivo. Entretanto, pelas limitações na quantidade de alguns aminoácidos essenciais, deve-se suplementar com aminoácidos sintéticos, sendo esta outra demanda de estudos para a espécie.

Associado com os fatores de desempenho, a relação custo/benefício dos manejos nutricionais deve sempre ser considerada. Como critério inicial de avaliação dos alimentos, a conversão alimentar sempre foi utilizada como fator principal. Entretanto, a simples relação consumo/ganho em peso não é tão eficiente, pois não se consegue diferenciar o ganho tecidual, notadamente o protéico e o lipídico.

Quando se fala em comercialização, a questão da densidade de estocagem se torna importante. Dependendo do mercado, temos algumas variações no tamanho ótimo para abate, que terão reflexo nas condições de criação que serão necessárias para atingi-lo. A uniformidade do lote é outro fator importante, principalmente em relação à padronização.

Se o mercado a ser atingido é a venda para pesque-pagues, o mais importante é a biomassa total de peixes, e não o peso individual. Que DE deve ser utilizada na criação do jundiá?

Pelos resultados obtidos no experimento, destaca-se que se o objetivo do produtor é obter maior peso individual em menor tempo, recomenda-se utilizar a menor DE testada (4,2 kg/m³). Se o objetivo for à venda em quantidades maiores por área, pode-se então elevar a densidade, pois a uniformidade do lote não é afetada. Deve-se ter claro que a modificação da densidade de criação varia em função das condições criatórias, principalmente em relação à qualidade da água e composição da dieta e sexo.

A validação dos resultados obtidos neste trabalho passa por uma escolha criteriosa de ingredientes com boa qualidade para compor os alimentos e também por peixes com bom potencial genético. Este é outro tema importantíssimo para condução de pesquisas para a espécie. Padronizar o material genético é tão importante quanto à qualidade do alimento e o manejo adequado de criação.

7. CONCLUSÕES GERAIS

- A densidade de estocagem de 4,2 kg/m³ proporciona maior peso individual em jundiás em sistemas de recirculação de água;
- O aumento da densidade de estocagem incrementa a quantidade de ácidos graxos poliinsaturados em jundiás;
- Com mesma idade, as fêmeas de jundiá apresentam crescimento superior aos machos;
- Para fêmeas de jundiá na fase de recria/engorda pode-se utilizar uma dieta contendo 24% de PB com a inclusão de 10% de óleo de soja;
- Para machos de jundiá na fase de recria/engorda pode-se utilizar uma dieta com 30% de PB com a inclusão de 8% de óleo de soja;

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-WARITH, A.A.; RUSSEL, P.M.; DAVIES, S.J. Inclusion of a commercial poultry by-product meal as a protein replacement of fish meal in practical diets for African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). **Aquaculture Research**, v.32, supl. 1, p.296-305, 2001.

ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.J.; URBINATI, E.C. Growth and metabolism of pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887) juveniles fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. **Aquaculture Research**, v.38, p.36-44, 2007.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13170: teste de ordenação em análise sensorial**. Rio de Janeiro, 1994.

ALANÄRÄ, A.; BRÄNNÄS, E. Dominance in demand-feeding behavior in Arctic charr and rainbow trout: the effect of stocking density. **Journal of Fish Biology**, v.48, p.242-254, 1996.

ALASALVAR, C. et al. Freshness assessment of cultured sea bream (*Sparus aurata*) by chemical, physical and sensory methods. **Food Chemistry**, v.72, p.33-40, 2001.

ALLAIN, S. et al. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, v.20, p.470-475, 1974.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis of AOAC**, 16^a ed., Patricia Cunniff (editora), Washington, DC, 1141p., 1995.

APHA (American Public Health Association). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 21^a ed., Eaton, A.D. et al. (Editores), Washington, DC, 1368p., 2005.

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

BAKER, R.F.; AYLES, G.B. The effects of varying density and loading level on the growth of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **World Aquaculture**, v.21, p.58-63, 1990.

BARCELLOS, L.J.G.; SOUZA, S.M.G.; WOHL, V.M. Estresse em peixes: fisiologia da resposta ao estresse, causas e conseqüências (Revisão). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.26, p.99-111, 2000.

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**, v.232, p.383-394, 2004.

BARTON, B.A.; IWAMA, G.K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. **Annual Reviews of Fish Diseases**, v.10, p.3-26, 1991.

BECHARA, J.A. et al. The effect of dietary protein level on pond water quality and feed utilization efficiency of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Aquaculture Research**, v.36, p.546-553, 2005.

BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; CYRINO, J.E.P. Growth and haematology of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, fed diets with varying protein to energy ratio. **Aquaculture Research**, p.1-10, 2008.

BIDINOTTO, P.M.; SOUZA, R.H.S.; MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fish: A procedure for field determinations of microsamples. **Boletim Técnico do CEPTA**, v.10, p.53-60, 1998.

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

BORBA, M.R. et al. Growth, lipogenesis and body composition of piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) fingerlings fed different dietary protein and lipid concentrations. **Aquatic Living Resources**, v.16, p.362-369, 2003.

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

BOSCARDIN, N.R. A produção aquícola brasileira. p.27-72. In: OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. **Aqüicultura no Brasil: O desafio é crescer**. SEAP/FAO, Brasília, DF, 2008, 276p.

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**, v.33, p.1233-1242, 2002.

BOUJARD, T.; LUQUET, P. Rythmes alimentaires et alimentation chez les Siluroidei. **Aquatic Living Resources**, v.9, p.113-120, 1996.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248-254, 1976.

BRANDÃO, D.A. Profilaxia e doenças. In: BALDISSEROTTO, B. & RADÜNZ NETO, J.: **Criação do jundiá**. Santa Maria: Ed. da UFSM, p.161-189, 2004.

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

BRAUGE, C.; MÉDALE, F.; CORRAZE, G. Effect of dietary carbohydrate levels on growth, body composition and glycaemia in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, reared in seawater. **Aquaculture**, v.123, p.109-120, 1994.

- BRAUN, N. et al. Survival, growth and biochemical parameters of silver catfish, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824), juveniles exposed to different dissolved oxygen levels. **Aquaculture Research**, v.37, n.15, p.1524-1531, 2006.
- CABALLERO, M.J. et al. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v.214, p.253-271, 2002.
- CAMARGO, S.O.; POUHEY, J.L.; MARTINS, C. Parâmetros eritrocitários do jundiá (*Rhamdia quelen*) submetido à dieta com diferentes níveis de proteína. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1406-1411, 2005.
- CAMARGO, S.O.; POUHEY, J.L.; VAZ, B.S. Efeito da salinidade nos parâmetros hematológicos do jundiá (*Rhamdia quelen* – Quoy & Gaimard, 1824). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.4, p.453-460, 2006.
- CARDOSO, A.P. et al. Criação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentadas com rações granuladas contendo fígados ou hidrolisados. **Acta Scientiarum**, v.26, n.4, p.457-462, 2004.
- CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D.; BENHACK, F. Processamento: o jundiá como matéria-prima. **Panorama da Aquicultura**, v.13, n.78, p.17-21, 2003.
- 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**, v.38, p.103-107, 2003.
- CHAIYAPECHARA, S. et al. Fish performance, fillet characteristics, and health assessment index of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing adequate and high concentrations of lipid and vitamin E. **Aquaculture**, v.219, p.715-738, 2003.
- CHO, S.H.; JO, J.Y.; KIM, D.S. Effects of variable feed allowance with constant energy and ratio of energy to protein in a diet for constant protein input on the growth of common carp *Cyprinus carpio* L. **Aquaculture Research**, v.32, p.349-356, 2001.
- COLDEBELLA, I.; RADÜNZ NETO, J. Farelo de soja na alimentação de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, v.32, n.3, p.499-503, 2002.
- CORRÊA, C.F. et al. Responses of digestive enzymes of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to dietary cornstarch changes and metabolic inferences. **Comparative Biochemistry and Physiology**, A, v.147, p.857-862, 2007.
- CRESTANI, M. et al. Effects of clomazone herbicide on hematological and some parameters of protein and carbohydrate metabolism of silver catfish *Rhamdia quelen*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.65, p.48-55, 2006.
- CRUZ, E.M.; RIDHA, M. Preliminary study on the production of the tilapia, *Oreochromis spilurus* (Gunther), cultured in sea water cages. **Aquaculture Fisheries Management**, v.20, p.381-388, 1989.

CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; MARTINO, R.C. Retenção de proteína e energia em juvenis de black bass *Micropterus salmoides*. **Scientia Agrícola**, v.57, n.4, p.609-616, 2000.

DE SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. **Fish Nutrition in Aquaculture**. Chapman & Hall, London. 319p. 1995.

FAGBENRO, O.A.; DAVIES, S.J. Use of soybean flour (dehulled, solvent-extracted soybean) as a fish meal substitute in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822): growth, feed utilization and digestibility. **Journal Applied Ichthyology**, v.17, p.64-69, 2001.

FRIEDEWALD, W.T.; LEVY R.I.; FREDRICKSON D.S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without the use of preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemistry**, v.18, p.499-502, 1972.

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

GOMES, L.C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J.A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. **Aquaculture**, v.183, p.73-81, 2000a.

GOMES, L.C.; et al. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, v.30, n.1, p.179-185, 2000b.

GRAND, T.C.; GRANT, J.W.A. Spatial predictability of food influences its monopolisation and defense by juvenile convict cichlids. **Animal Behavior**, v.47, p.91-100, 1994.

GREENE, D.H.S.; SELIVONCHICK, D.P. Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipid and hematology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.89, p.165-182, 1990.

GUILLOU, A. et al. Effects of dietary vegetable and marine lipid on growth, muscle fatty acid composition and organoleptic quality of flesh of brook charr (*Salvelinus fontinalis*). **Aquaculture**, v.136, p.351-362, 1995.

HARPAZ, S.; JIANG, H.; SKLAN, D. Evaluation of silver perch (*Bidyanus bidyanus*, Mitchell) nutritional requirements during grow-out with high and low protein diets at two feeding levels. **Aquaculture Research**, v.32, p.57-64, 2001.

HARROWER, J.R.; BROWN, C.H. Blood lactic acid. A micromethod adapted to field collection of microliter samples. **Journal of Applied Physiology**, v.32, n.5, p.224-228, 1972.

HARTMAN, L.; LAGO, B.C.N. A rapid preparation of fatty methyl esters from lipids. **Lab. Pract.**, v.22, p.475-477, 1973.

HASSAN, M.A. et al. Dietary energy and protein interaction – an approach to optimizing energy:protein ratio in Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton) fingerling. **Jornal de Aquacultura Tropical**, v.10, p.183-191, 1995.

HEDRICK, R.L.; POPMA, T.J.; DAVIS, D.A. Pond production and fatty acid profiles of the fillets of Channel catfish reared on diets with different protein sources. **North American Journal of Aquaculture**, v.67, p.304-311, 2005.

HEMRE, G.I. et al. Starch as an energy source on feed for cod (*Gadus norhua*): Digestibility and retention. **Aquaculture**, v.80, p.261-270, 1989.

HIDALGO, M.C.; UREA, E.; SANZ, A. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits: Proteolytic and amylase activities. **Aquaculture**, v.170, p.267-283, 1999.

HUMMEL, B.C.W. A modified spectrophotometric determination of chymotrypsin, trypsin, and thrombin. **Canadian Journal Biochemistry Physiology**, v.37, n.12, p.1393-1399, 1959.

HUNG, L.T. et al. Comparison of dietary protein and energy utilization in three Asian catfishes (*Pangasius bocourti*, *P. hypophthalmus* and *P. djambal*). **Aquaculture Nutrition**, v.10, p.317-326, 2004.

IGUCHI, K. et al. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). **Aquaculture**, v.202, p.515-523, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. V.1 – Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. São Paulo, 1985. 368p.

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

IZQUIERDO, M.S. et al. Dietary lipid sources for seabream and seabass: growth performance, tissue composition and flesh quality. **Aquaculture Nutrition**, v.9, p.397-407, 2003.

JANTRAROTAI, W. et al. Protein and energy levels for maximum growth, diet utilization, yield of edible flesh and protein sparing of hybrid *Clarias* catfish (*Clarias macrocephalus* X *Clarias gariepinus*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v.29, p.281-289, 1998.

JOBLING, M.; KOSKELA, J.; SAVOLAINEN, R. Influence of dietary fat level and increased adiposity on growth and fat deposition in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Aquaculture Research**, v.29, p.601-607, 1998.

JOHNSEN, P.B.; LLOYD, S.W. Influence of fat content on uptake and depuration of the off-flavor 2-methyl-isoborneol by channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Canadian Journal of Fish Aquatic Sciences**, v.49, p.2406-2411, 1992.

KAUSHIK, S.J.; OLIVA-TELES, A. effect of digestible energy on nitrogen and energy balance in rainbow trout. **Aquaculture**, v.50, p.89-101, 1985.

KAUSHIK, S.J.; MÉDALE, F. Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids. **Aquaculture**, v.124, p.81-97, 1994.

KIM, L.O.; LEE, S.M. Effects of the dietary protein and lipid levels on growth and body composition of bagrid catfish, *Pseudobagrus fulvidraco*. **Aquaculture**, v.243, p.323-329, 2005.

KLINGER, R.C.; BLAZER, V.S.; ECHEVARRIA, C. Effects of dietary lipid on the hematology of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, v.147, p.225-233, 1996.

KUBOTA, E.; EMANUELLI, T. 2004. Processamento do pescado. In: BALDISSEROTTO, B.; RADÚNZ NETO, J. **Criação de jundiá**, Santa Maria, Ed. da UFSM, 232p.

LAZZARI, R. et al. Efeito da frequência de arraçoamento e da troca do tamanho de partícula alimentar no desenvolvimento de pós-larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n.2, p.231-234, 2004.

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

LAZZARI, R. et al. Desempenho e composição dos filés de jundiás (*Rhamdia quelen*) submetidos a diferentes dietas na fase de recria. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.477-484, 2008.

LI, M.; LOVELL, R.T. Growth, feed efficiency and body composition of second- and third-year channel catfish fed various concentrations of dietary protein to satiety in production ponds. **Aquaculture**, v.103, p.153-163, 1992.

LI, M.H. et al. Effect of dietary protein concentration and stocking density on production characteristics of pond-raised Channel catfish *Ictalurus punctatus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.34, n.2, p.147-155, 2003.

LIM, P.K.; BOEY, P.L.; NG, W.K. Dietary palm oil level affects growth performance, protein retention and tissue vitamin E concentration of African catfish *Clarias gariepinus*. **Aquaculture**, v.202, p.101-112, 2001.

LIMA, L.C.; RIBEIRO, L.P. Effects of temperature on performance characteristics and the cortisol stress response of surubim *Pseudoplatystoma* sp. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.37, n.1, p.89-95, 2006.

LOPES, P.R.S. et al. Desempenho de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* alimentados com diferentes níveis de energia na dieta. **Biodiversidade Pampeana**, v.4, p.32-37, 2006.

LOSEKANN, M.E. et al. Alimentação do jundiá com dietas contendo óleos de arroz, canola ou soja. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.225-230, 2008.

LOWRY, D.H. et al. Protein measurement with folin phenol reagent. **J. Biol. Chem.** v.193, p.265-275, 1951.

LUNDSTEDT, L.M.; MELO, J.F.B.; MORAES, G. Digestive enzymes and metabolic profile of *Pseudoplatystoma coruscans* (Teleostei:Siluriformes) in response to diet composition. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B**, v.137, p. 331-339. 2004.

MARTINO, R.C. et al. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*. **Aquaculture**, v.209, p.209-218, 2002a.

MARTINO, R.C. et al. Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. **Aquaculture**, v.209, p.233-246, 2002b.

MARTINS, D.A.; VALENTE, L.M.P.; LALL, S.P. Effects of dietary lipid level on growth and lipid utilization by juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.). **Aquaculture**, v.263, p.150-158, 2007.

MATHIS, N.; FEIDT, C.; BRUN-BELLUT, J. Influence of protein/energy ratio on carcass quality during the growing period of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). **Aquaculture**, v.217, p.453-464, 2003.

MATTER, F.; PEGANOVA, S.; EDER, K. Lipid concentrations of fillets, liver, plasma and lipoproteins of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822), fed diets with varying protein concentrations. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.88, p.275-287, 2004.

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**, v.32, n.2, p.323-327, 2002.

MELO, J.F.B. et al. Efeito do conteúdo de proteína na dieta sobre os parâmetros hematológicos e metabólicos do bagre sul americano *Rhamdia quelen*. **Revista Ciência Agroambiental**, v.1, n.1, p.43-51, 2006a.

MELO, J.F.B. et al. Effects of dietary levels of protein on nitrogenous metabolism of *Rhamdia quelen* (Teleostei:Pimelodidae). **Comparative Biochemistry and Physiology**, A, v.145, p.181-187, 2006b.

MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Estimation of jundiá (*Rhamdia quelen*) dietary amino acid requirements based on muscle amino acid composition. **Scientia Agrícola**, v.62, n.4, p.401-405, 2005.

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

MOLNÁR, T. et al. The effect of initial stocking density on growth and survival of pike-perch fingerlings reared under intensive conditions. **Aquaculture International**, v.12, p.181-189, 2004.

MONTERO, D. et al. High stocking density produces crowding stress altering some physiological and biochemical parameters in gilthead seabream, *Sparus aurata*, juveniles. **Fish Physiology and Biochemistry**, v.20, p.53-60, 1999.

MONTES-GIRAO, P.; FRACALOSSO, D.M. Dietary lysine requirement as basis to estimate the essential dietary amino acid profile for jundiá, *Rhamdia quelen*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.37, n.4, p.388-396, 2006.

NANKERVIS, L.; MATTHEWS, S.J.; APPLEFORD, P. Effect of dietary nonprotein energy source on growth, nutrient retention and circulating insulin-like growth factor I and triiodothyronine levels in juvenile barramundi, *Lates calcarifer*. **Aquaculture**, v.191, p.323-335, 2000.

NG., W.K.; LIM, P.K.; BOEY, P.L. Dietary lipid palm oil source affects growth, fatty acid composition and muscle α -tocopherol concentration of African catfish, *Clarias gariepinus*. **Aquaculture**, 215, p.229-243, 2003.

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

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. **Aqüicultura no Brasil: O desafio é crescer**. SEAP/FAO, Brasília, DF, 2008, 276p.

OUATTARA, N.I. et al. Aquaculture potential of the black-chinned tilapia, *Sarotherodon melanotheron* (Cichlidae). Comparative study of the effect of stocking density on growth performance of landlocked and natural populations under cage culture conditions in Lake Ayame. **Aquaculture Research**, v.34, p.1223-1229, 2003.

PARK, J.T.; JOHNSON, M.J. Submicro determination of glucose. **Journal Biological Chemistry**, v.249, p.149-151, 1949.

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

PETIT, G., BEAUCHAD, M., BUISSON, B. Density effects on food intake and growth of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). **Aquaculture Research**, v.32, p.492-495, 2001.

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

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

- PICKERING, A.D. Growth and stress in fish production. **Aquaculture**, v.111, p.51-63, 1993.
- PICKERING, A.D.; POTTINGER, T.G. Crowding causes prolonged leucopenia in salmonid fish, despite interrenal acclimatation. **Journal of Fish Biology**, v.30, p.701-712, 1987.
- PIEDRAS, S.R.N.; POUHEY, J.L.O.F.; MORAES, P.R.R. Resposta de alevinos de jundiá (*Rhamdia sp.*) alimentados com diferentes níveis de proteína bruta e energia digestível. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.2, p.207-220, 2006.
- PROCARIONE, L.S.; BARRY, T.P.; MALISON, J.A. Effects of high rearing density and loading rates on the growth and stress responses of juvenile rainbow trout. **North American Journal of Aquaculture**, v.61, p.91-96, 1999.
- RADÜNZ NETO, J. Manejo alimentar – Nutrição. In: BALDISSEROTTO, B., RADÜNZ NETO, J. **Criação de jundiá**, Santa Maria: Ed. da UFSM, p.143-160, 232p. 2004.
- RADÜNZ NETO, J., KOHLER, C.C., LEWIS, W.M. Water re-use system of fingerling fishes in Brasil with emphasis on South American catfishes (*Rhamdia quelen* and *R. sapo*). **Tropical Agriculture**, v.64, n.1, p.2-6, 1987.
- RANZANI-PAIVA, M.J.; ROMAGOSA, E.; ISHIKAWA, C.M. Hematological parameters of “Cachara”, *Pseudoplatystoma fasciatum* Linnaeus, 1766 (Osteichthyes, Pimelodidae), reared in captivity. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.37, n.1, p.47-53, 2005.
- REGOST, C. et al. Dietary lipid level, hepatic lipogenesis and flesh quality in turbot (*Psetta maxima*). **Aquaculture**, v.193, p.291-309, 2001.
- REGOST, C. et al. Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in Turbot (*Psetta maxima*) 1. Growth performance, flesh fatty acid profile, and lipid metabolism. **Aquaculture**, v.217, p.465-482, 2003a.
- REGOST, C. et al. Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in Turbot (*Psetta maxima*) 2. Flesh quality properties. **Aquaculture**, v.220, p.737-747, 2003b.
- RIBEIRO, P.A.P. et al. Efeito do uso de óleo na dieta sobre a lipogênese e o perfil lipídico de tilápias-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.08, p.1331-1337, 2008.
- ROWLAND, S.J. et al. Production of silver perch (*Bidyanus bidyanus*) fingerlings at three stocking densities in cages and tanks. **Aquaculture**, v.229, p.193-202, 2004.
- SÁ, R.; POUSÃO-FERREIRA, P.; OLIVA-TELES, A. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and feed utilization of white sea bream (*Diplodus sargus*) juveniles. **Aquaculture Nutrition**, v.12, p.310-321, 2006.

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**, v.231, p.435-444, 2004.

SANTINHA, P.J.M. et al. Effects of the dietary protein:lipid ration on growth and nutrient utilization in gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture Nutrition**, v.5, p.147-156, 1999.

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

SARGENT, J.R. et al. Requirement criteria for essential fatty acids. **Journal of Applied Ichthyology**, v.11, p.183-198, 1995.

SAS. **Statistical Analysis System**. User's Guide. Version 8.02. SAS INSTITUTE INC. North Caroline, SAS, 2001. 3864p.

SHEARER, K.D. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. **Aquaculture**, v.119, p.63-88, 1994.

SKALLI, A. et al. Effects of the dietary protein/lipid ratio on growth and nutrient utilization in common dentex (*Dentex dentex* L.) at different growth stages. **Aquaculture**, v.235, p.1-11, 2004.

SPAYD, R. Multilayer film elements for clinical analysis. **Clinical Chemistry**, v.24, p.1348-1350, 1978.

STEFFENS, W. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. **Aquaculture**, v.151, p.97-119, 1997.

STOSKOPF, M.K. **Fish Medicine**. Philadelphia: WB Saunders Company. 882p. 1993.

TAKEUCHI, T.; SHIINA, Y.; WATANABE, T. Suitable protein and lipid levels in diet for fingerlings of red sea bream, *Pagrus major*. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v.44, p.729-732, 1991.

TAVARES-DIAS, M.; SANDRIN, E.F.S. Influence of anticoagulants and blood storage on hematological values in tambaqui, *Colossoma macropomum*. **Acta Scientiarum**, v.20, n.2, p.151-155, 1998.

TAVARES-DIAS, M. et al. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Variáveis do jundiá *Rhamdia quelen* (Pimelodidae). **Ciência Rural**, v.32, p.693-698, 2002.

THOMAN, E.S.; DAVIS, D.A.; ARNOLD, C.R. Evaluation of growout diets with varying protein and energy levels for red drum (*Sciaenops ocellatus*). **Aquaculture**, v.176, p.343-353, 1999.

TOKO, I.I.; FIOGBE, E.D.; KESTEMONT, P. Growth, feed efficiency and body composition of juvenile vundu catfish (*Heterobranchus longifilis*, Valenciennes 1840) in relation to various dietary levels of soybean or cottonseed meals. **Aquaculture Nutrition**, v.14, p.193-203, 2008.

VAN WEERD, J.H.; KOMEN, J. The effects of chronic stress on growth in fish: a critical appraisal. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.120A, p.107-112, 1998.

VARGAS, J.A. et al. Replacement of fish oil with vegetable oils in diets for jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy and Gaimard 1824): effects on performance and whole body fatty acid composition. **Aquaculture Research**, v.39, p.657-665, 2008.

VAZ, B.S. et al. Produção de alevinos de jundiá (*Rhamdia sp.*) em tanques-rede de pequeno volume. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA**, 12, 2003, Goiânia. Anais..... Aquabio, 2003, p.33-38.

VERGARA, J.M. et al. Growth, feed utilization and body lipid content of gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed increasing lipid levels and fish meals of different quality. **Aquaculture**, v.179, p.35-44, 1999.

VIEIRA, V.L.P.; INOUE, L.A.K.; MORAES, G. Metabolic responses of matrinxã (*Brycon cephalus*) to dietary protein level. **Comparative Biochemistry and Physiology**, A, v.140, p.337-342, 2005.

VIEIRA, V.L.P. et al. Alterações metabólicas e hematológicas em jundiás (*Rhamdia quelen*) alimentados com rações contendo aflatoxinas. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.1, p.49-55, 2006.

VIJAYAN, M.M.; BALLANTYNE, J.S.; LEATHERLAND, J.F. Cortisol-induced changes in some aspects of the intermediary metabolism of *Salvelinus fontinalis*. **General Comparative Endocrinology**, v.82, p.476-486, 1991.

VIJAYAN, M. M.; PEREIRA, C.; MOON, T.W. Hormonal stimulation of hepatocyte metabolism in rainbow trout following an acute handling stress. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.108, p.321-329, 1994.

VIJAYAN, M.M. et al. The effects of cortisol on hepatocyte metabolism in rainbow trout: a study using the steroid analogue RU486. **General Comparative Endocrinology**, v.96, p.75-84, 1994.

VIJAYAN, M.M. et al. Metabolic responses associated with confinement stress in tilapia: the role of cortisol. **Comparative Biochemistry and Physiology** C, v.116, p.89-95, 1997.

VIJAYAN, M.M.; LEATHERLAND, J.F. Effect of stocking density on the growth and stress-response in brook charr, *Salvelinus fontinalis*. **Aquaculture**, v.75, p.159-170, 1988.

VOLPATO, G.L.; FERNADES, M.O. Social control of growth in fish. **Brazilian Journal Medical Biological Research**, v.27, p.797-810, 1994.

WAGBO, R. et al. Chemical and sensory evaluation of fillets from Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed three levels of n-3 polyunsaturated fatty acids at two levels of vitamin E. **Food Chemistry**, v.46, p.361-366, 1993.

WATANABE, W.O. et al. Production of fingerling Florida red tilapia (*Tilapia hornorum* X *T. mossambica*) in floating marine cages. **Progressive Fish-Culturist**, v.52, p.158-161, 1990.

WATANABE, F. et al. Glutathione peroxidase activity during storage of fishes muscle. **Journal of Food Science**, v.61, n.4, p.734-735, 1996.

WEBER, J. et al. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. **Food Chemistry**, v.106, p.140-146, 2008.

WEBSTER, C.D., TIDWELL, J.H., YANCEY, D.H. Effect of protein level and feeding frequency on growth and body composition of cage-reared channel catfish. **Progressive Fish-Culturist**, v.54, p.92-96, 1992.

WEBSTER, C.D. et al. Effects of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of sunshine bass (*Morone chrysops* x *Morone saxatilis*) reared in cages. **Aquaculture**, v.131, p.291-301, 1995.

WENDELAAR BONGA, S.E. The stress response in fish. **Physiological Reviews**, v.77, p.591-625, 1997.

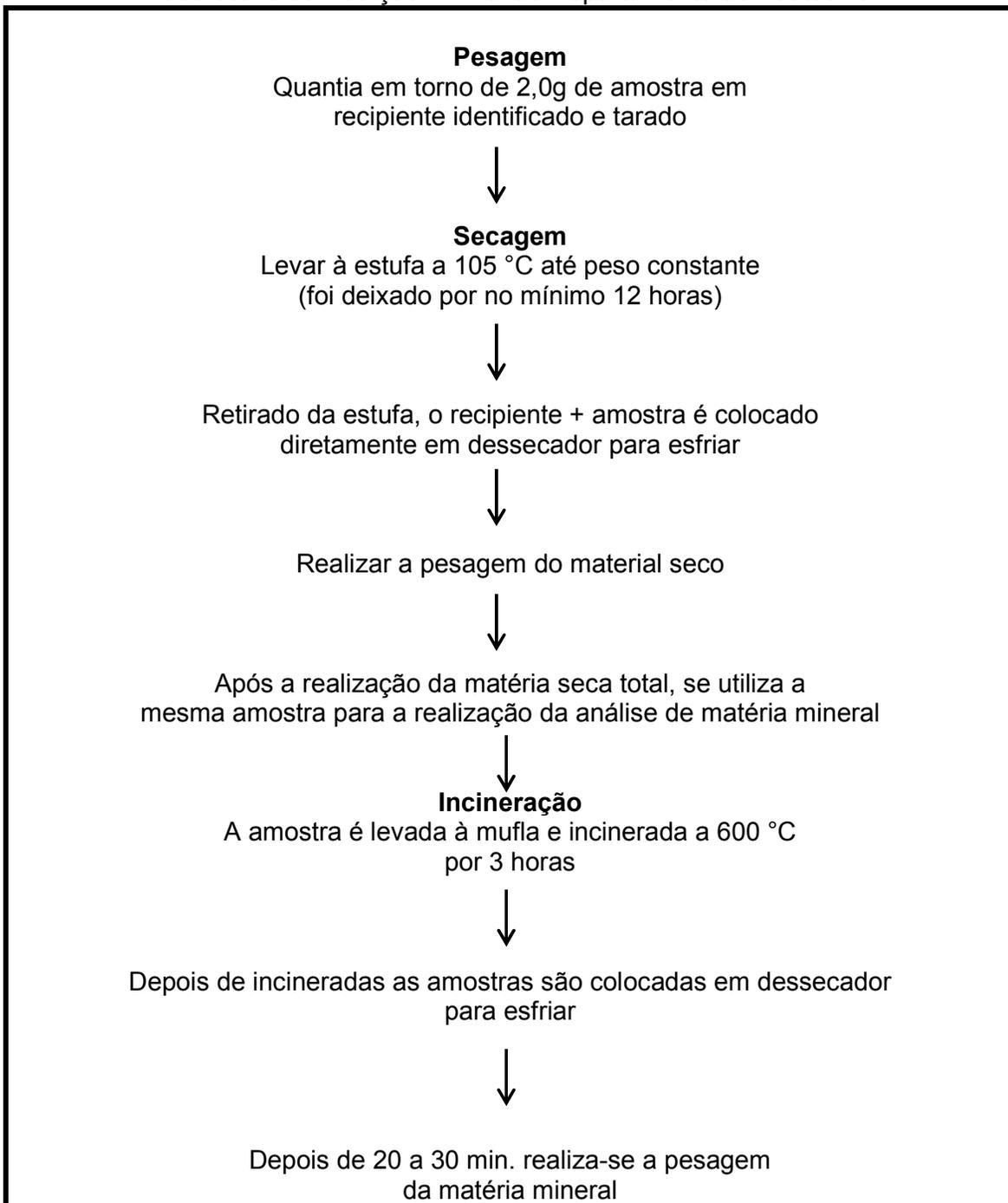
WILSON, R.P., MOREAU, Y. Nutrient requirements of catfishes (Siluroidei). **Aquatic Living Resources**, v.9, p.103-111, 1996.

YAMAMOTO, T.; UNUMA, T.; AKIYAMA, T. The influence of dietary protein and fat levels on tissue free amino acids levels of fingerling rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.182, p.353-372, 2000.

YAVUZCAN-YILDIZ, H.; KIRKAGAÇ-UZBILEK, M. The evaluation of secondary stress response of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*, Val. 1844) after exposing to the saline water. **Fish Physiology and Biochemistry**, v.25, p.287-290, 2001.

9. ANEXOS

ANEXO 1 - Protocolo da determinação da matéria seca total e matéria mineral Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia



ANEXO 2 - Protocolo da determinação da proteína bruta
Método de Kjeldahl (Micro) adaptado ao Laboratório de Nutrição Animal do
Departamento de Zootecnia

Pesagem

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



Digestão

É incluído em cada tubo 0,5 g de reagente catalisador
(7 g de sulfato de cobre CuSO_4 + 93 g de sulfato de sódio 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°C , e se aumenta gradativamente até atingir 300°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.



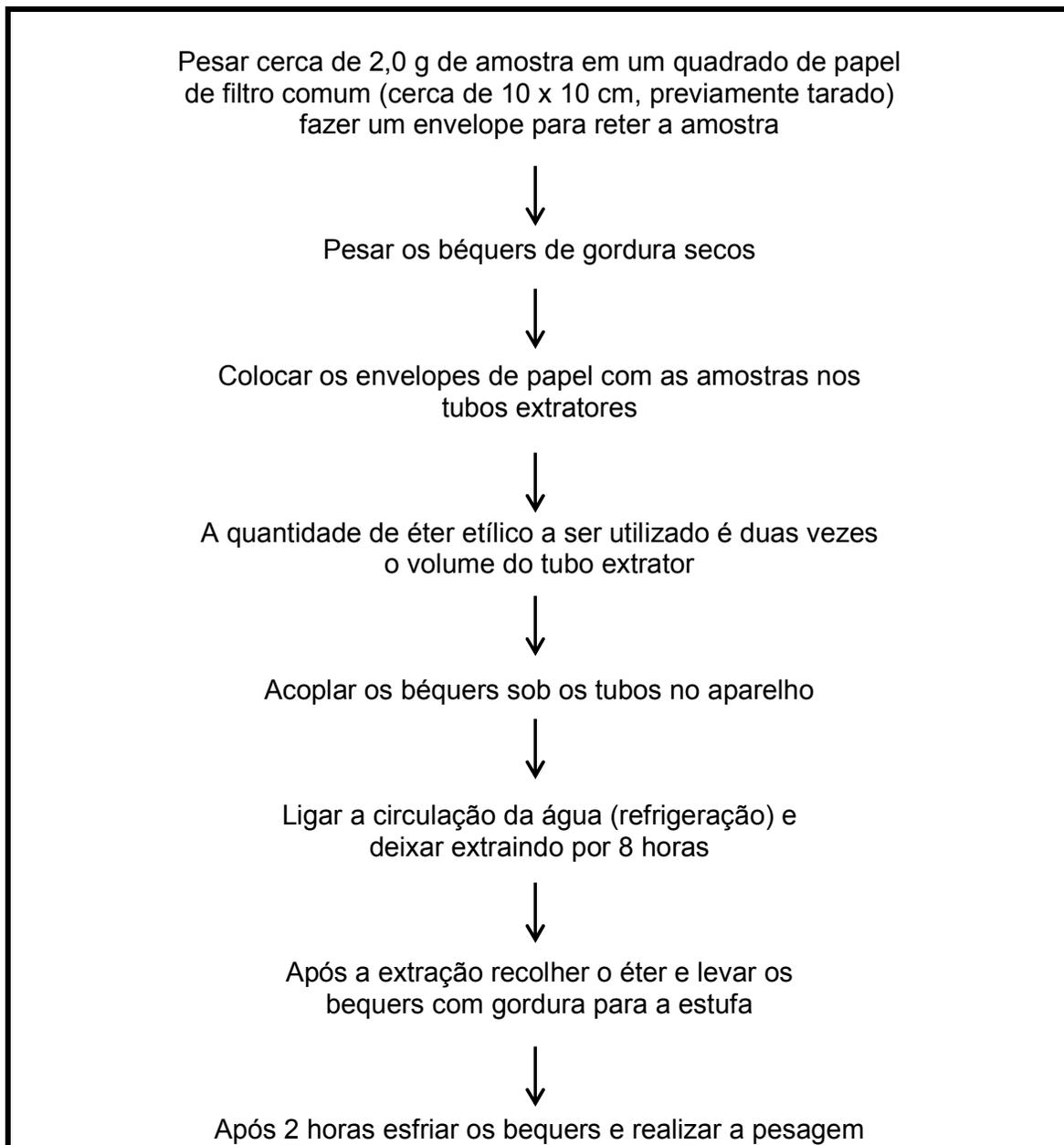
Colocar o tubo no aparelho destilador e adicionar 10 ml
de hidróxido de sódio. Destilar até atingir 25 ml de solução
no erlenmeyer.



Titulação

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

ANEXO 3 - Protocolo da determinação do extrato etéreo
Método de Soxhlet adaptado ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento
de Zootecnia



ANEXO 4 - Protocolo 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

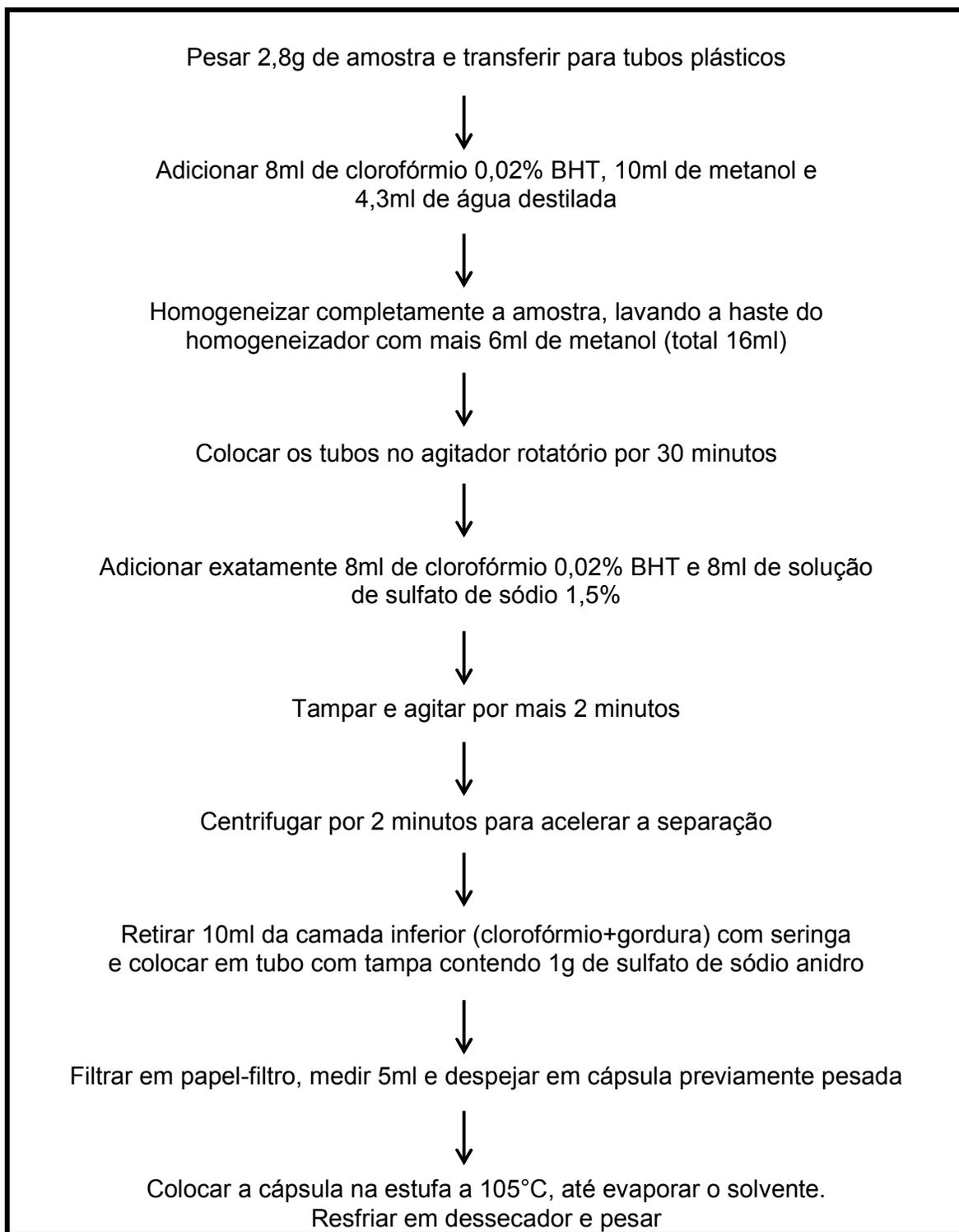


Transferir a amostra para um cadinho e secar em estufa a
105°C até peso constante



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

ANEXO 5 - Protocolo da determinação de lipídios (carcaça e filés)
Método de Bligh-Dyer adaptado ao Núcleo Integrado de Análises Laboratoriais
(NIDAL)



ANEXO 6

Tabela 40. Composição analisada dos ingredientes utilizados nas dietas dos experimentos 1 e 2 (%)

Constituinte	FCO	FS	FT	M
Umidade	-	11,26	11,85	11,19
Proteína Bruta	54,73	43,31	16,07	8,35
Matéria mineral	26,38	5,60	4,55	1,27
Extrato etéreo	9,86	1,05	2,50	3,16
Fibra bruta	-	4,98	7,82	1,08
Cálcio	8,42	-	-	-
Fósforo	4,48	-	-	-
Rancidez	negativo	-	-	-
Proteína digestível	79,21	-	-	-

FCO: farinha de carne e ossos bovina; FS: farelo de soja; FT: farelo de trigo; M: milho em grão.

ANEXO 7

Tabela 41. Composição analisada dos ingredientes utilizados nas dietas dos experimentos 3 e 4

Constituinte (%)	FCO	FS	FT	M
Umidade	4,05	12,05	11,83	12,00
Proteína Bruta	54,79	46,56	21,52	8,36
Matéria mineral	27,54	5,63	5,05	1,26
Extrato etéreo	8,68	1,2	2,10	2,97
Fibra bruta	-	4,62	8,23	1,13

FCO: farinha de carne e ossos bovina; FS: farelo de soja; FT: farelo de trigo; M: milho em grão.

ANEXO 8

Tabela 42. Composição analisada em aminoácidos totais (T) e digestíveis (D) dos ingredientes utilizados nas dietas dos experimentos 1 e 2 (em %)*

Aminoácido	FCO	FS	FT	M
Lisina T	2,94	2,66	0,53	0,24
Lisina D	1,94	2,4	0,45	0,21
Metionina T	0,92	0,55	0,19	0,16
Metionina D	0,7	0,47	0,16	0,15
Met + Cist T	1,51	1,22	0,57	0,33
Met + Cist D	0,93	0,97	0,45	0,29
Treonina T	1,9	1,69	0,39	0,28
Treonina D	1,33	1,38	0,29	0,23
Triptofano T	0,3	0,65	0,24	0,05
Triptofano D	0,23	0,56	0,20	0,04
Valina T	2,69	2,23	0,71	0,39
Valina D	2,01	1,78	0,57	0,33
Isoleucina T	1,62	2,06	0,48	0,26
Isoleucina D	1,27	1,81	0,41	0,23
Leucina T	3,56	3,19	0,86	0,93
Leucina D	2,82	2,72	0,72	0,89
Fenilalanina T	1,91	2,22	0,67	0,37
Fenilalanina D	1,53	1,93	0,61	0,35
Histidina T	1,15	1,18	0,22	0,23
Histidina D	0,84	1,05	0,19	0,21
Arginina T	4,23	3,14	0,71	0,39
Arginina D	3,49	2,83	0,58	0,36

*Análises realizadas através do NIRS (Near Infrared Spectrofotometry).

T: aminoácido total; D: aminoácido digestível.

FCO: farinha de carne e ossos bovina; FS: farelo de soja; FT: farelo de trigo; M: milho em grão.

ANEXO 9

Tabela 43. Composição analisada em aminoácidos totais (T) e digestíveis (D) dos ingredientes utilizados nas dietas dos experimentos 3 e 4 (em %)*

Aminoácido	FCO	FS	FT	M
Lisina T	2,7	2,77	0,63	0,2
Lisina D	1,93	2,44	0,53	0,18
Metionina T	0,89	0,62	0,24	0,15
Metionina D	0,7	0,54	0,21	0,15
Met + Cist T	0,68	0,72	0,26	0,16
Met + Cist D	0,29	0,58	0,19	0,13
Treonina T	1,81	1,84	0,44	0,28
Treonina D	1,31	1,49	0,32	0,24
Triptofano T	0,34	0,68	0,25	0,05
Triptofano D	0,26	0,60	0,21	0,04
Valina T	2,55	2,32	0,69	0,34
Valina D	1,93	1,94	0,56	0,31
Isoleucina T	1,68	2,18	0,48	0,25
Isoleucina D	1,35	1,97	0,42	0,24
Leucina T	3,46	3,49	0,94	1,0
Leucina D	2,8	2,98	0,80	0,99
Fenilalanina T	1,9	2,32	0,61	0,36
Fenilalanina D	1,54	2,02	0,55	0,35
Histidina T	1,16	1,22	0,40	0,21
Histidina D	0,85	1,06	0,34	0,19
Arginina T	3,83	3,27	1,11	0,3
Arginina D	3,2	2,94	0,93	0,3

*Análises realizadas através do NIRS (Near Infrared Spectroscopy).

T: aminoácido total; D: aminoácido digestível.

FCO: farinha de carne e ossos bovina; FS: farelo de soja; FT: farelo de trigo; M: milho em grão.

ANEXO 10**Questionário de recrutamento de painelistas para painel sensorial**

Data: ___/___/___

Nome Completo: _____

Telefone residencial: () _____ Cel.: () _____

Endereço residencial: _____

Sexo: () M () F Profissão: _____ Idade: _____

Questionário:

1) Você costuma consumir peixe?

 Sim, diariamente. Sim, de vez em quando (com que frequência? _____) Sim, raramente. Nunca.2) Você gostaria de participar de uma análise sensorial de produtos a base de carne de peixe? Sim Não3) Você é fumante? Sim Não4) Você tem resfriados constantes? Sim Não5) Você tem algum tipo de alergia? Sim (Qual? _____) Não6) Você tem doença celíaca (intolerância ao glúten)? Sim Não

7) Dentre os dias em que você está na universidade, quais são os melhores para a realização das análises?

8) Qual o melhor horário para a realização das análises?
Das _____ às _____.

9) Você estará na UFSM no mês de março de 2007?

 Sim Não**Agradecemos a atenção!!!**