

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

**AVALIAÇÃO AMINOACÍDICA DE CONCENTRADOS
PROTEICOS VEGETAIS ALTERNATIVOS NA DIETA
DE PEIXES**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Denize Tyska

SANTA MARIA, RS, BRASIL

2012

AVALIAÇÃO AMINOACÍDICA DE CONCENTRADOS PROTEICOS VEGETAIS ALTERNATIVOS NA DIETA DE PEIXES

Denize Tyska

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

Orientador: Prof. Dr. João Radünz Neto

Santa Maria, RS, Brasil

2012

T994a Tyska, Denize
Avaliação aminoacídica de concentrados proteicos vegetais alternativos na
dieta de peixes / por Denize Tyska. – 2012.
58 f. ; il. ; 30 cm

Orientador: João Radünz Neto
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de
Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2012

1. Nutrição 2. Jundiá 3. Alimentos alternativos I. Radünz Neto, João
II. Título.

CDU 639.3.043

Ficha catalográfica elaborada por Cláudia Terezinha Branco Gallotti – CRB 10/1109
Biblioteca Central UFSM

©2012

Todos os direitos autorais reservados a Denize Tyska. A reprodução de partes ou do todo
deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

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

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

**AVALIAÇÃO AMINOACÍDICA DE CONCENTRADOS PROTEICOS
VEGETAIS ALTERNATIVOS NA DIETA DE PEIXES**

elaborada por
Denize Tyska

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

COMISSÃO EXAMINADORA:

João Radünz Neto, Dr.
(Presidente/Orientador)

Carlos Augusto Mallmann, Dr. (UFSM)

Ivanir José Coldebella, Dr. (UNIPAMPA)

Santa Maria, 14 de fevereiro de 2011.

Aos meus pais Evaldo e Selma

Dedico este trabalho

*“De tudo ficam três coisas:
a certeza de que estamos começando,
a certeza de que é preciso continuar, e
a certeza de que podemos ser interrompidos
antes de terminar.*

*Fazer da interrupção um novo caminho,
da queda um passo de dança,
do medo uma escola,
do sonho uma ponte,
da procura um encontro.*

E assim terá valido a pena.”

Certeza - Fernando Pessoa

Agradecimentos

A Deus, por tudo...

À toda minha família, em especial aos meus pais, Evaldo e Selma, que sempre me apoiaram em todas as circunstâncias...

Ao Prof. Dr. João Radünz Neto pelo estímulo, consideração e paciência no desenvolvimento deste trabalho.

Em especial ao Prof. Dr. Carlos Augusto Mallmann por todo o apoio e credibilidade, a qual me concedeu ao longo da graduação e pós-graduação.

Aos colegas do Laboratório LAMIC que ajudaram na realização das análises e manejo experimental.

Aos colegas do Laboratório de piscicultura pelo auxílio na elaboração das dietas e no manejo com os animais.

À empresa Giovelli por disponibilizar as amostras de linhaça.

Agradeço a Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela possibilidade da realização deste curso.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram, ainda que indiretamente para a conclusão deste trabalho.

O MEU MUITO OBRIGADA!!

RESUMO

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

AVALIAÇÃO AMINOACÍDICA DE CONCENTRADOS PROTEICOS VEGETAIS ALTERNATIVOS NA DIETA DE PEIXES

AUTORA: DENIZE TYSKA

ORIENTADOR: JOÃO RADÜNZ NETO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 14 de fevereiro de 2012

O objetivo deste estudo foi avaliar diferentes concentrados proteicos vegetais alternativos em substituição ao farelo de soja (fonte protéica tradicional) sobre o desempenho e composição centesimal de jundiás (*Rhamdia quelen*) e sua influência sobre a coloração dos filés. Para isso, foi conduzido um experimento com duração de 45 dias em sistema de recirculação de água termorregulado, com filtragem biológica (biofiltros). Para realização deste trabalho, foram utilizadas 20 unidades experimentais com capacidade de 90L cada uma, onde 400 peixes permaneceram alojados. Avaliaram-se quatro dietas com diferentes concentrados proteicos, sendo eles: dieta controle, tendo o farelo de soja como base protéica; CL: dieta contendo concentrado protéico de crambe + concentrado protéico de linhaça; CLGM: composta por concentrado protéico de crambe + concentrado protéico de linhaça + concentrado protéico de folha de mandioca + concentrado protéico de farelo de girassol e GM: constituída por concentrado protéico de farelo de girassol + concentrado protéico de folha de mandioca. Cada tratamento foi constituído de cinco repetições. Os juvenis de jundiá possuíam $11,5 \pm 4,99$ cm e peso inicial de $10,35 \pm 5,5$ g. A dieta foi fornecida três vezes ao dia (8:00, 12:00 e 17:00 hs) e a análise da água foi realizada semanalmente. Ao final do período experimental foram coletadas amostras de sangue para determinação dos parâmetros sanguíneos (proteínas totais, albumina, triglicérides totais, colesterol e glicose). Foram avaliados também os parâmetros de crescimento (peso, fator de condição, taxa de crescimento específico, ganho em peso diário e relativo, taxa de eficiência protéica e conversão alimentar aparente). Além disso, foram coletados 2 animais por tratamento para avaliação centesimal do peixe inteiro e filé (umidade, proteína bruta, aminoácidos, gordura e cinzas) e foi realizada a avaliação instrumental da coloração dos filés. Ao final do período experimental, foram observadas diferenças significativas para os parâmetros de crescimento, exceto para o fator de condição. A coloração dos filés apresentou diferenças estatísticas para todas as dietas analisadas, sendo que os animais alimentados com as dietas GM e CLGM apresentaram uma coloração amarelada, podendo esse ser um fator determinante na escolha do produto pelo consumidor. Baseado nesse estudo concluiu-se que a dieta CL proporcionou maior crescimento comparado às dietas contendo concentrado protéico de folhas de mandioca e girassol, porém foi a que se observou maior teor de gordura no peixe inteiro e filé. A coloração dos filés também foi afetada pelas fontes protéicas, sendo que o tratamento com concentrado protéico de folha de mandioca resultou em pigmentação amarelada nos filés.

Palavras-chave: Nutrição. Jundiá. Alimentos alternativos. Crambe. Girassol. Linhaça. Folha de mandioca.

ABSTRACT

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

AMINO ACID EVALUATION OF ALTERNATIVE VEGETABLE PROTEIN CONCENTRATES ON FISH DIET

AUTHOR: DENIZE TYSKA

ADVISER: JOÃO RADÜNZ NETO

Date and Defense Place: Santa Maria, February 14, 2012

The objective of this study was to evaluate various alternative vegetable protein sources to replace soybean meal (traditional protein source) on the performance and chemical composition of catfish (*Rhamdia quelen*) and its influence on the coloration of the fillets. For this, we conducted an experiment lasting 45 days in thermoregulated water recirculation with biological filter (biofilter). For this study, we used 20 experimental units with a capacity of 90L each, where 400 fish were kept. We evaluated four diets with different protein sources, as follows: control diet with soybean meal-based protein; CL: diet containing protein crambe meal concentrate + protein linseed meal concentrate; CLGM: composed crambe meal protein concentrate + linseed meal protein concentrate + cassava leaf protein concentrate + sunflower meal protein concentrate and GM: protein concentrate consisting of sunflower meal + protein cassava leaf concentrate. Each treatment consisted of five repetitions. Juvenile catfish had 11.5 ± 4.99 cm and an initial weight of 10.35 ± 5.5 g. The diet was provided three times a day (8:00, 12:00 and 17:00) and water analysis was performed weekly. At the end of the experiment blood samples were collected for determination of blood parameters (total protein, albumin, triglycerides, total cholesterol and glucose). We also evaluated growth parameters (weight, condition factor, specific growth rate, daily weight gain and relative protein efficiency ratio and feed conversion). In addition, we collected two animals per treatment for proximate evaluate of the whole fish and fillet (moisture, crude protein, amino acids, fat and ash and was conducted to evaluate the instrumental coloration of the fillets. At the end of the experiment, significant differences were observed on growth parameters, except for the condition factor. The color of the fillets presented statistical differences in all diets analyzed, and the animals fed on GM diets CLGM and had a yellowish color, this may be a factor in choosing the product by the consumer. Based on this study, we concluded that the CL diet showed higher growth compared to diets containing protein concentrate of cassava leaves and sunflower, but it was the highest fat content in whole fish and fillet. The color of the fillets was also affected by protein sources, and treatment with protein cassava leaf concentrate resulted in a yellow pigment in the fillets.

Key Words: Nutrition. Catfish. Alternative foods. Crambe. Sunflower. Linseed. Cassava leaves.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Composição centesimal e de aminoácidos (% da matéria natural) dos ingredientes utilizados na formulação das dietas para o jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>).	28
TABELA 2 - Formulação das dietas com diferentes concentrados proteicos na dieta do jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>).	29
TABELA 3 - Composição centesimal das dietas experimentais.	30
TABELA 4 - Aminoácidos das dietas utilizadas no Experimento (% na matéria natural) para o jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>).	31
TABELA 5 - Parâmetros zootécnicos dos jundiás alimentados com diferentes fontes protéicas na dieta.	35
TABELA 6 - Composição centesimal do peixe inteiro de jundiás alimentados com concentrados proteicos na ração no início e ao final dos 45 dias.	38
TABELA 7 - Composição centesimal do filé de jundiás alimentados com diferentes concentrados proteicos na ração durante 45 dias.	39
TABELA 8 - Composição aminoacídica do peixe inteiro dos jundiás alimentados com diferentes concentrados proteicos na ração no início e ao final dos 45 dias.	41
TABELA 9 - Composição aminoacídica dos filés de jundiás alimentados com diferentes concentrados proteicos na ração durante 45 dias.	42
TABELA 10 - Parâmetros sanguíneos dos jundiás alimentados com diferentes concentrados proteicos na ração.	44

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Exemplar de jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>).....	16
FIGURA 2 - Etapas do processo para separação das proteínas realizadas nos ingredientes de origem vegetal.....	20
FIGURA 3 - Etapas do processo de extração de proteínas utilizadas nas matérias-primas.	27

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Instalações experimentais e exemplares de jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>).	55
ANEXO 2 – Fabricação das rações experimentais.....	56
ANEXO 3 – Retirada do filé e análise da cor.....	57
ANEXO 4 – Exemplares de jundiás alimentados com dietas contendo concentrado protéico de folha de mandioca.	58

LISTA DE ABREVIATURAS

GM: Concentrado proteico farelo de girassol+concentrado proteico folha de mandioca.

CL: Conc. prot. farelo de crambe+con. prot. farelo de mandioca.

CLGM: Conc. prot. farelo de girassol+con. prot. folha de mandioca+ conc. prot. farelo de crambe+con. prot. farelo de mandioca.

NIRS: *Near Infrared Spectroscopy*.

HPLC: *High Performance Liquid Chromatography*.

L*: Luminosidade

a* e b*: Coordenadas cromáticas

c*: Cromaticidade

h*: Ângulo de tonalidade

CT: Comprimento total

TEP: Taxa de crescimento específico

CAA: Conversão alimentar aparente

FC: Fator de condição

GPR: Ganho em peso relativo

GPD: Ganho em peso diário.

CRP: Coeficiente de retenção protéica

DPC: Deposição de proteína corporal

DGC: Deposição de gordura corporal

DPR: Desvio padrão residual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 Jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>)	16
3.2 Importância da proteína e aminoácidos na alimentação de peixes	17
3.3 Fontes e extração protéica para utilização na dieta de peixes	18
3.3.1 Folha de mandioca	21
3.3.2 Farelo de Girassol	22
3.3.3 Crambe	22
3.3.4 Linhaça	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 Local, época e Instalações	24
4.2 Animais	24
4.3 Procedência e Qualidade da água	24
4.4 Preparo dos Concentrados Proteicos	25
4.4.1 Folhas de mandioca	25
4.4.2 Crambe e farelo de girassol	25
4.4.3 Semente de linhaça	26
4.4.4 Processo de extração protéica	26
4.5 Modelos e dietas experimentais	27
4.6 Manejo Alimentar	31
4.7 Parâmetros de cor	32
4.8 Parâmetros de Crescimento	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6 CONCLUSÕES	45
7 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	46
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura, segundo Oliveira (2009), é considerada uma atividade multidisciplinar, referente ao cultivo de diversos organismos aquáticos, incluídos neste contexto plantas aquáticas, moluscos, crustáceos e peixes, sendo que a intervenção ou manejo do processo de criação é imprescindível para o aumento da produção.

Com a escassez do pescado decorrente da pesca descontrolada, a aquicultura deverá assumir neste novo milênio a responsabilidade em atender a demanda de produtos aquícolas, através do aumento da utilização de espécies e tecnologias adequadas à piscicultura (GARCIA e MORENO, 2001). O Brasil ocupa a 18ª posição entre os maiores produtores aquícolas do mundo, devendo finalizar o ano de 2011 com uma produção total de 570 mil/ton/peixes em contrapartida com as 500 mil esperadas. As perspectivas são de que, em 2015 o País integre os 10 maiores, totalizando uma produção de aproximadamente 1 milhão/ton/peixes.

Para dar suporte a grande oferta e demanda por produtos derivados da pesca é necessário otimizar às dietas que serão fornecidas a esses animais. Apesar do aperfeiçoamento ocorrido nas últimas décadas na área da genética e manejo animal, o conhecimento sobre os aspectos nutricionais relacionados a componentes essenciais da dieta (aminoácidos, fatores anti-nutricionais) são escassos e limitados a alguns ingredientes que se tornam muito onerosos ao produtor. A farinha de peixe, por exemplo, amplamente utilizada na fabricação das dietas para peixes, principalmente para espécies carnívoras, está escassa e sem capacidade de atender toda a demanda, inviabilizando o uso desse ingrediente, pois o torna um produto com custo muito elevado (SANZ et al., 1994).

A busca por novas fontes alimentares tem focado as pesquisas em torno de proteínas vegetais alternativas, englobando culturas tradicionais e/ou subprodutos gerados a partir do beneficiamento de produtos *in natura*, como é o caso das indústrias de biodiesel. Porém, a maioria desses ingredientes possui algum tipo de limitação ao uso. Assim, tem se buscado formas de minimizar esses limitantes através do uso de concentrados proteicos e com isso aumentar a biodisponibilidade dos componentes das matrizes nutricionais (FERRI, 2006).

Dessa forma, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho de jundiás (*Rhamdia quelen*) empregando diferentes fontes protéicas em substituição ao farelo de soja, oriundas de ingredientes vegetais (farelo de crumbe, semente de linhaça, folhas de mandioca e farelo de girassol), tratados através de método de extração protéica.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Buscar alternativas com intuito de substituir o farelo de soja, tradicionalmente utilizado em dietas para peixes.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o desempenho zootécnico de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com diferentes concentrados proteicos na dieta, e
- Avaliar o impacto dos concentrados proteicos sobre a composição centesimal e do filé dos jundiás.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Jundiá (*Rhamdia quelen*)

O jundiá (*Rhamdia quelen*) é encontrado do Sudeste do México ao centro da Argentina. Pertence à ordem dos Siluriformes, entretanto, recentemente foi incluído dentro da família Heptapteridae (BOCKMANN e GUAZZELLI, 2003). Essa espécie pode atingir 50 cm de comprimento e 3 kg de peso. Possui hábito noturno e habita locais calmos e profundos dos rios (GOMES et al., 2000). É considerada uma espécie rústica, devido a sua capacidade em suportar o intenso frio da região Sul do Brasil durante o inverno, bem como ter seu crescimento potencializado durante o verão (SOSO et al., 2007). É um peixe de couro, cuja cor varia de marrom-avermelhado claro a cinza, com a parte ventral do corpo mais clara. Possuem barbilhões localizados junto a boca e receptores de gosto que auxiliam na localização do alimento e na percepção da qualidade da água (BALDISSEROTO e RADÜNZ NETO, 2004) (Figura 1).



FIGURA 1- Exemplar de jundiá (*Rhamdia quelen*).

O jundiá é classificado como um peixe onívoro, de leve tendência piscívora, que na natureza se alimenta de crustáceos, insetos, restos vegetais, detritos orgânicos e pequenos peixes. Apresenta carne de excelente sabor e qualidade, sem espinhos intramusculares além de apresentar boa aceitação do mercado consumidor (KUBOTA e EMANUELLI, 2004; LAZZARI et al., 2006).

Segundo Oliveira Filho (2005) o jundiá, na fase juvenil, tem boa capacidade de digestão dos ingredientes ricos em proteína bruta (farelo de soja, farinha de peixe e glúten de milho). A combinação de farelo de soja e farinha de carne e ossos resultou em melhor crescimento e maior deposição protéica dos juvenis criados dos 15 aos 100 g em sistema de recirculação de água (LAZZARI et al., 2006), quando comparada à levedura de cana e farelo de soja. Em outro trabalho, com alevinos (peso médio entre 1 e 4 g), melhor desempenho foi obtido com dietas à base de levedura de cana e farelo de soja, em comparação com a dieta à base de farinha de carne e farelo de soja (COLDEBELLA e RADÜNZ NETO, 2002).

A exigência protéica para alevinos de jundiá é de 32,6 e 37,3% de proteína bruta (PB) para concentrações energéticas de 3.650 e 3.200 kcal/kg de energia metabolizável (EM), respectivamente (MEYER e FRACALOSSO, 2004). Esta variação em função da energia da dieta indica que o jundiá é capaz de utilizar eficientemente a energia não-protéica resultando, assim, em efeito poupador da proteína.

3.2 Importância da proteína e aminoácidos na alimentação de peixes

As proteínas são os principais constituintes orgânicos dos tecidos dos peixes, perfazendo 65 a 75% da matéria seca corporal. Atuam como catalizadores, transportam e alojam outras moléculas, promovem apoio mecânico e proteção imune, geram movimento, controlam o crescimento e a diferenciação celular (BICUDO, 2008).

Os aminoácidos são as unidades fundamentais das proteínas. Eles são estruturalmente formados por um grupo carboxil e um grupo amino ligados a um mesmo átomo de carbono (carbono α). Diferem uns dos outros em suas cadeias laterais (grupos R), as quais variam em estrutura, tamanho e carga elétrica, influenciando a solubilidade do aminoácido em água. O carbono α liga-se, além dos grupos amino, carboxil e grupos R, a um átomo de hidrogênio, sendo assim considerado um centro quiral. Todas as moléculas com centros quirais são também opticamente ativas e podem formar estereoisômeros. Compostos biológicos com um centro quiral ocorrem naturalmente em apenas uma forma estereoisomérica, D ou L. Os resíduos de aminoácidos em moléculas de proteínas são exclusivamente L isômeros (NELSON e COX, 2000). Os L-aminoácidos apresentam um largo espectro de uso comercial como aditivos alimentares, suplementos alimentares, agentes terapêuticos e precursores para a síntese de peptídeos e agro-químicos (SAHM et al., 1995).

Os níveis de proteína na dieta devem assegurar quantidades adequadas de aminoácidos para atender a espécie em questão. Estes aminoácidos são usados pelos vários tecidos para sintetizar novas proteínas. A ingestão regular de proteína ou aminoácidos é necessária porque os aminoácidos são utilizados continuamente pelo peixe, ou para construir novas proteínas (como durante o crescimento ou reprodução) ou para substituir as proteínas existentes (manutenção). A suplementação inadequada de proteína na ração resulta na redução ou parada do crescimento e a perda de peso devido à utilização da proteína dos tecidos menos vitais para manter a função dos tecidos vitais. Por outro lado, se ocorre uma adição excessiva de proteína na dieta, esses são rapidamente desaminados, liberando amônia para excreção, esqueletos carbônicos para oxidação e produção de energia, ou em alguns casos conversão em glicose ou lipídeos (BOMBARDELLI et al., 2004). Além da exigência em proteína, há certos aminoácidos essenciais que os peixes, como outros animais, não são capazes de sintetizar e que, sem os quais, reduziriam o crescimento e estariam sujeitos aos problemas relacionados com sua deficiência. Entre os peixes estudados, 10 aminoácidos são considerados como indispensáveis para o crescimento: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina.

3.3 Fontes e extração protéica para utilização na dieta de peixes

Para que um ingrediente possa ser utilizado como componente de uma dieta para determinada espécie, o mesmo passa por várias etapas, que compreendem a caracterização da composição centesimal, determinação da digestibilidade dos nutrientes e da palatabilidade, avaliação da relação com outros nutrientes e da funcionalidade do mesmo dentro da dieta (GLENCROSS et al., 2007). Esses fatores são fundamentais na escolha de um ingrediente para formulação de alimentos para os peixes, sendo responsáveis pelo sucesso do processo produtivo.

Faz-se necessário também avaliar se os mesmos apresentam fatores antinutricionais, os quais podem limitar o nível de inclusão na mistura. De acordo com Liener (1980) e Chubb (1982), essas substâncias antinutricionais, quando presentes, podem causar mudanças significativas nas respostas fisiológicas do peixe. Tal alteração caracteriza-se principalmente pela perda do apetite, diminuição do desempenho produtivo, menor utilização do alimento, alterações histopatológicas nos tecidos e, até a morte quando o consumo for prolongado.

O farelo de soja é atualmente o ingrediente vegetal mais utilizado na formulação de dietas, devido ao alto valor protéico (44 a 50% de proteína bruta), e adequado balanço de aminoácidos, ou seja, composição semelhante àquela exigida pelos peixes. (GATLIN III et al., 2007). Pode substituir até 50% da farinha de peixe em dietas para espécies carnívoras e até 94% para onívoras (REFSTIE et al., 1998). O principal limitante para sua inclusão é a presença de fatores antinutricionais (inibidores de protease, ácido fítico, saponinas, lectinas) que interferem no aproveitamento dos nutrientes e conseqüentemente, causam redução no crescimento dos peixes (FRANCIS et al., 2001).

Vários ingredientes de origem vegetal apresentam potencial para substituir o farelo de soja. Pesquisadores têm buscado substitutos em fontes vegetais (ervilha, feijão, arroz, glútem de trigo, glúten de milho, tremoço, canola, entre outros), subprodutos derivados da produção de biodiesel ou resíduo de culturas convencionais. Porém, em função de que muitos desses ingredientes possuem limitantes nutricionais (taninos, glicosinolatos, fibras solúveis), existem algumas técnicas capazes de extrair os fatores antinutricionais através do uso de processamentos tecnológicos e com isso aumentar a disponibilidade de alguns nutrientes, como a proteína (FERRI, 2006).

O processo de remoção da fibra e compostos antinutricionais para obtenção de concentrados proteicos consiste basicamente na lixiviação da proteína, seguida de separação da parte fibrosa, precipitação das proteínas, concentração e secagem (DEZENRO e ALDEIA, 2000; FERRI, 2006). A extração por precipitação isoelétrica, descrita por Cereda e Vipoux (2003), é uma das técnicas utilizadas na extração das proteínas. Segundo Sgarbieri (1996) a maioria das proteínas possui pontos isoelétricos entre pH 4,5 a 6,5. O ponto isoelétrico é o pH em que ocorre anulação de cargas, ocorrendo menor solubilidade das proteínas em solução. (Figura 2).

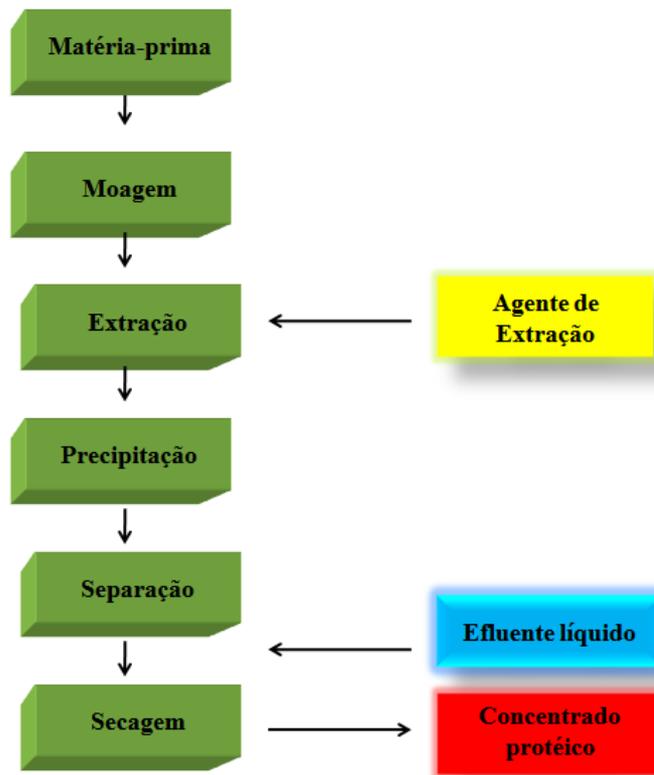


FIGURA 2 - Etapas do processo para separação das proteínas realizadas nos ingredientes de origem vegetal. Fonte: DEZENRO E ALDEIA (2000).

A utilização de concentrados proteicos de folhas vegetais tem sido estudada há décadas (BYERS, 1961; OKE, 1968; OLVERA-NOVOA et al., 1997; ALETOR et al., 2002) pelo fato de serem subprodutos baratos e fontes protéicas abundantes. Os concentrados proteicos de legumes e cereais também foram introduzidos na dieta dos peixes nas últimas décadas. Porém, os legumes possuem alguns limitantes como deficiência em aminoácidos sulfurados (metionina e cistina). Os cereais, por sua vez, são deficientes em lisina (SANCHES-LOZANO et al., 2011) além de possuírem fatores antinutricionais (FRANCIS et al., 2001).

Sanches-Lozano et al. (2009), avaliou a combinação entre o concentrado protéico de arroz e ervilha em uma mistura para “gilthead seabream” (*Sparus aurata L.*) e observaram resultados satisfatórios no desempenho dos animais, exceto quando houve a substituição de 90% da farinha de peixes. Penn et al. (2011) avaliaram a inclusão de concentrados proteicos de ervilha, soja, glúten de milho em dietas para salmão do atlântico (*Salmo salar L.*) e verificaram que o nível de 35% de concentrado protéico de ervilha causou efeito negativo no desempenho dos animais, além de causar enteropatia no intestino distal.

A utilização de concentrado protéico de soja e colza na dieta de “gilthead seabream” (*Sparus aurata L.*) foi avaliada por Kissil et al. (2000). Os autores observaram uma relação inversa entre o crescimento dos animais e o aumento do nível de inclusão dessas proteínas vegetais na dieta. Ainda ressaltam que a palatabilidade dessas plantas pode ser um fator limitante para o uso.

A avaliação de fontes alternativas em dietas para o jundiá é fundamental não apenas visando diminuição dos custos, mas também, no sentido de se conhecer melhor suas características fisiológicas, bioquímicas e digestivas em resposta a alterações na dieta. Análises do metabolismo e atividade enzimática podem ser utilizadas como indicadores do estado nutricional do peixe, auxiliando na explicação dos resultados de crescimento (MELO et al., 2006). Alimentando juvenis de tilápia com fontes protéicas vegetais (farelos de soja, canola, girassol, linhaça e algodão) em substituição à farinha de peixe Gaber (2006) concluiu que qualquer uma pode substituir a farinha de peixe, desde que seja feita suplementação com aminoácidos essenciais, especialmente lisina e metionina. A escolha da fonte a ser utilizada vai depender da disponibilidade regional e do custo da mesma.

3.3.1 Folha de mandioca

Um dos resíduos gerados na cultura da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), especialmente na colheita de raízes, é a folha. O conteúdo de proteína na folha da mandioca pode variar de 15 a 40% da matéria seca (Silva et al., 2001). Embora as folhas de mandioca sejam ricas em proteínas, vitamina C, caroteno e minerais, seu consumo direto fica limitado por fatores como a presença de substâncias antinutritivas e/ou tóxicas, baixa digestibilidade e elevado teor de fibras alimentares que não podem ser digeridas no estômago de animais monogástricos (MODESTI, 2006).

A alternativa para melhorar o aproveitamento das folhas é utilizar processos tecnológicos apropriados, como a extração de proteínas, eliminando todos os produtos antinutricionais e tóxicos. A produção de concentrados proteicos de folhas permite a utilização de proteínas foliares como alimento, contendo baixo teor de fibras e melhor qualidade nutritiva. Teores de concentrados proteicos de folhas de mandioca podem variar de 25 a 75%, dependendo do processo de extração utilizado (FERRI, 2006).

3.3.2 Farelo de Girassol

O girassol (*Helianthus annuus*) é uma planta originária das Américas, sendo que atualmente é cultivado em todos os continentes e apresenta boa resistência tanto ao frio quanto ao calor. Antigamente, a cultura do girassol era vista como de pouca expressão econômica, os cultivares eram suscetíveis a doenças, apresentavam baixa produtividade, baixos teores de óleo e problemas de comercialização. Porém, com os avanços na área de melhoramento genético e difusão de novas tecnologias, a cultura de girassol passou a ter expressão econômica no cenário nacional (PALMIERI, 2011). O girassol, após a extração do óleo, permite o aproveitamento da torta ou do farelo restante, sendo a principal opção disponível no arraçoamento animal.

O farelo pode ser utilizado como alternativa na substituição ao farelo de soja em rações para monogástricos, entretanto, apresenta baixo nível de lisina e elevado teor de fibra (>30% fibra em detergente neutro) (SENKOYLU e DALE, 1999), fatores esses que podem limitar sua inclusão. O farelo de girassol possui teor de proteína entre 30 e 40%, o que permite seu uso como fonte protéica e de aminoácidos na dieta.

3.3.3 Crambe

O crambe (*Crambe abyssinica*) é uma planta da família *Brassicaceae*, sendo originário de regiões próximas ao Mar Mediterrâneo. O cultivo ocorre em maior escala no México e Estados Unidos e no Brasil o plantio teve início no ano de 1995. As sementes possuem elevado teor de óleo, sendo utilizado pela indústria química, porém seu grande potencial está direcionado a produção de biodiesel. As sementes (fruto) de crambe contêm aproximadamente 37% de óleo sendo esse constituído por até 57% de ácido erúcido, um ácido graxo de cadeia longa que tem alto valor industrial. Por este motivo, o crambe é utilizado para fabricação de produtos químicos intermediários que, posteriormente, serão utilizados como insumos na fabricação de sacos de plástico, cosméticos, produtos de higiene pessoal, entre outros (OLIVA, 2010).

Devido à presença do ácido erúxico, que causa problemas na saúde humana (CARLSON et al., 2007), o óleo de crambe não é adequado para alimentação, o que é uma vantagem, pois esta cultura fica destinada apenas para fins industriais. Por ser uma cultura pouco conhecida comercialmente, praticamente não se dispõe, ainda, de informações técnicas que viabilize seu cultivo intensivo. O crambe possui como fator antinutricional altas concentrações de glicosinolatos (WALLIG et al., 2002), o que limita seu uso nas dietas para monogástricos.

3.3.4 Linhaça

A linhaça (*Linum usitatissimum L.*) tem sido utilizada em diversas formas por mais de 5000 anos como ingrediente alimentar e por suas propriedades medicinais (MONEGO, 2009). O grão da linhaça possui 40% de lipídeos, sendo que 59% deste são compostos por ácido alfa-linolênico. O farelo de linhaça possui aproximadamente 36% de proteína bruta, alta concentração de fibra, porém é pobre em aminoácidos sulfurados.

Na atualidade, o farelo vem sendo utilizado para produção de rações animais. No entanto, o farelo contém elevado teor de mucilagem (goma), a qual é considerada um dos maiores fatores antinutricionais na alimentação animal, pois aumenta a viscosidade no trato digestório, reduzindo a digestão e absorção dos nutrientes da dieta (ALZUETA et al., 2002). Apresenta também alta concentração de tanino, ácido fítico e polissacarídeos não amiláceos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local, época e Instalações

O trabalho foi realizado no Laboratório de Piscicultura situado na Universidade Federal de Santa Maria (altitude 95m, 29°43'S, 53°42'W). Esse experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no uso de animais da UFSM (054/11). O estudo foi conduzido entre os meses de fevereiro e março de 2011, totalizando 45 dias. Nesse trabalho foi utilizado um sistema de recirculação de água composto por 20 unidades experimentais, com volume útil de 90 litros cada uma. As unidades experimentais foram constituídas por 20 animais, com densidade de estocagem igual a 2,5 g.L⁻¹. O sistema possuía dois filtros biológicos e a temperatura ambiental permaneceu à 26°C.

4.2 Animais

Foram utilizados 400 juvenis de jundiás (peso médio inicial: 11,5 ±4,99 g, comprimento inicial: 10,35±5,5 cm) provenientes de reprodução induzida (Piscicultura Nossa Senhora Aparecida, Ijuí). Os animais foram mantidos em tanque de alvenaria para adaptação, por um período de 15 dias sendo submetidos a um tratamento profilático com cloreto de sódio (4g L⁻¹) (MIRON et al., 2003).

4.3 Procedência e Qualidade da água

A água utilizada no experimento foi proveniente de poço artesiano localizado no próprio Laboratório de Piscicultura. Os parâmetros de qualidade da água avaliados foram: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia, nitrito, dureza e alcalinidade. A temperatura foi verificada diariamente, sendo os demais parâmetros analisados duas vezes por semana. A

água destinada às análises foi retirada na entrada do filtro biológico antes da primeira limpeza do dia. A análise de oxigênio dissolvido foi feita com oxímetro digital (marca YSI, modelo 550 A), sendo as demais análises realizadas por kit colorimétrico da marca Alfakit®.

As médias desses parâmetros verificadas durante o período experimental foram: temperatura da água: $24,6 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$; oxigênio dissolvido: $6,3 \pm 0,5$ ppm; amônia total: $0,5 \pm 0,4$ ppm; nitrito: $0,002 \pm 0,0005$ ppm; dureza: $81,7 \pm 38,2$ mg L^{-1} de CaCO_3 ; alcalinidade: $71,4 \pm 10,7$ mg CaCO_3 L^{-1} e pH: $7,1 \pm 0,2$.

4.4 Preparo dos Concentrados Proteicos

4.4.1 Folhas de mandioca

Após a coleta, as folhas de mandioca foram dispostas em uma bancada e permaneceram secando á sombra durante dois dias, sendo revolvidas periodicamente. Após esse período as folhas foram separadas do talo e colocadas em estufa com circulação de ar, em temperatura de 40°C a fim de finalizar o processo de secagem. Após o processo de desidratação, o material folhoso foi triturado e acondicionado em sacos plásticos.

4.4.2 Crambe e farelo de girassol

O crambe primeiramente passou por processo de moagem e após extração da gordura (AOAC, 1995). O farelo de girassol foi moído e peneirado (600 micras) para realização do processo de extração da proteína.

4.4.3 Semente de linhaça

Para extração protéica da semente da linhaça primeiramente foi realizada a moagem com posterior retirada da goma. A goma da linhaça foi extraída em água 1:10 (p/v) sob temperatura de 60-80°C por duas horas e o processo de precipitação foi realizado com álcool. Após este procedimento o material foi encaminhado a estufa (60°C) por um período de 48 horas para secagem do mesmo. Após a secagem, a linhaça foi moída e realizado o processo de extração da gordura.

4.4.4 Processo de extração protéica

As matérias-primas foram pesadas e colocadas em liquidificador industrial. Utilizou-se uma relação de folhas de mandioca e água destilada de 1:10 (p/v) para obtenção do suco e retirada da fibra. Nos demais produtos (farelo de crumbe, linhaça e girassol) utilizou-se a proporção de 1:3 (p/v). Os produtos foram triturados por aproximadamente 15 minutos, sendo este processo foi realizado três vezes consecutivas para melhor extração da fibra.

Após o término desse processo os ingredientes passaram por uma peneira a fim de retirar a fibra e obtenção do suco. No extrato das folhas de mandioca utilizou-se o método de extração ácida (DERENZO e ALDEIA, 2000) na qual o pH passou por um ajuste até pH 4,5. Os demais ingredientes foram extraídos pelo método do ponto isoelétrico (SMITH et al., 1946) (Figura 3). Os pHs dos sucos extraídos foram ajustados com as soluções HCl 0,1 N e NaOH 0,1N. O precipitado foi mantido em repouso por cerca de 1 hora para que ocorresse o processo de sedimentação. Após este período separou-se o sobrenadante do precipitado e esse foi colocado em estufa a 60°C por 24hs para secagem da amostra.

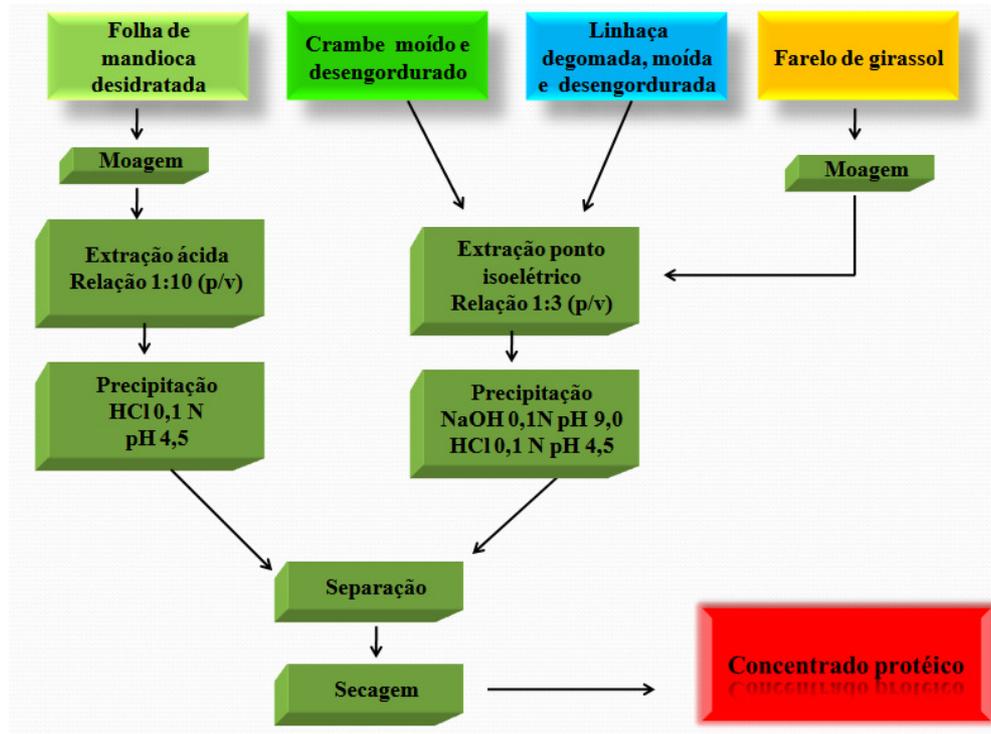


FIGURA 3 - Etapas do processo de extração de proteínas utilizadas nas matérias-primas.

4.5 Modelos e dietas experimentais

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo constituído por quatro tratamentos e cinco repetições. Foram avaliadas quatro dietas no qual foram testados diferentes concentrados proteicos, nos seguintes tratamentos: Controle: tendo o farelo de soja com base protéica; CL: concentrado protéico de crambe+concentrado protéico de linhaça; CLGM: concentrado protéico de crambe+concentrado protéico de linhaça+concentrado protéico de folha de mandioca+concentrado protéico de farelo de girassol e GM: concentrado protéico de folha de mandioca+ concentrado protéico de farelo de girassol. Foram utilizadas quatro fontes protéicas em substituição ao farelo de soja. A dieta referência utilizada foi baseada em uma formulação avalizada por LAZZARI et al.(2006), em que o tratamento na qual obteve-se o melhor resultado foi com farinha de carne e ossos e farelo de soja.

As matérias-primas foram analisadas para obtenção da composição centesimal e aminoacídica (Tabela 1). A partir destes resultados foram formuladas as dietas considerando o teor protéico e perfil aminoacídico de cada concentrado, de forma que cada concentrado

contribuísse com a mesma quantidade de proteína na mistura (Tabela 2). Os teores de proteína bruta da dieta variaram de 32,3 a 34,7% e 3.200 Kcal de ED/Kg. A composição bromatológica das rações foi realizada pelo Laboratório de Nutrição Animal (LNA – UFRGS) (Tabela 3). As análises de proteína bruta e aminoácidos foram realizados no Laboratório de Análises Micotoxicológicas- (LAMIC) (Tabela 4).

TABELA 1 - Composição centesimal e de aminoácidos (% da matéria natural) dos ingredientes utilizados na formulação das dietas para o jundiá (*Rhamdia quelen*).

Componentes	Ingredientes							
	Milho*	CPG**	CPFM**	CPC**	CPL**	FT*	FCO*	FS*
Matéria Seca (%)	87,4	91,4	90,10	90,10	94,6	88,5	95,0	88,5
Proteína Bruta	7,60	45,7	36,60	47,4	38,7	15,7	53,4	44,3
Matéria Mineral ²	1,20	5,30	5,50	4,60	2,90	3,60	24,8	5,60
Extrato Etéreo ²	3,70	4,7	13,0	8,90	5,80	2,8	14,6	1,90
FDN ²	7,30	19,8	21,4	20,9	39,4	29,3	-	7,70
CSDN ³	67,8	15,8	13,5	8,20	7,7	37,0	2,13	28,8
Energia Dig. ³	2086	3023	3183	3294	2591	1787	3932	3000
Cálcio ²	0,08	0,03	0,5	0,07	0,05	0,12	6,6	0,25
Fósforo Total ²	0,30	0,10	0,20	0,13	0,04	1,19	3,10	0,54
Aminoácidos (g/100g)								
Componentes	Milho	CPG	CPF	CPC	CPL	FT	FCO	FS
Ácido Aspártico	-	3,60	2,25	3,01	2,61	-	-	-
Ácido Glutâmico	-	6,61	3,25	5,83	4,66	-	-	-
Serina	-	1,90	1,34	1,90	1,51	-	-	-
Glicina	-	2,90	1,83	2,90	2,00	-	-	-
Prolina	-	4,10	3,26	5,35	2,56	-	-	-
Lisina	0,22	1,74	1,65	2,27	1,21	0,54	3,00	2,60
Met. + cist.	0,30	1,90	1,23	1,43	1,27	0,46	1,25	1,20
Treonina	0,25	1,64	1,27	1,90	1,17	0,41	1,75	1,68
Triptofano	0,06	-	-	-	-	0,23	0,40	0,64

continuação

Valina	0,34	2,61	1,92	2,76	1,80	0,64	2,22	2,11
Isoleucina	0,21	1,89	1,39	2,10	1,35	0,46	1,63	1,95
Leucina	0,81	3,00	2,55	3,54	1,99	0,86	3,16	3,25
Fen. + tir.	0,56	3,28	3,15	3,83	2,56	0,99	3,46	3,83
Histidina	0,20	1,03	0,75	0,90	0,72	0,34	1,16	1,08
Arginina	0,35	3,28	2,05	2,88	2,82	0,96	3,54	3,22

¹Composição analisada no Laboratório de Análises Micotoxicológicas (LAMIC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

²Composição analisada no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

³ Calculada: Energia digestível= [(PB*5640 Kcal/Kg*0,85)+(EE*9440 Kcal/Kg *0,9)+(CSDN*4110 Kcal/Kg *0,60)] (ajustada de acordo com MEYER et al., 2004).

Ingredientes: CPG: Concentrado Protéico de Girassol; CPFM: Concentrado Protéico de Folha de Mandioca; CPC: Concentrado Protéico de Crambe; CPL: Concentrado Protéico de Linhaça; FT: Farelo de Trigo; FCO: Farinha de Carne e Ossos; FS: Farelo de Soja.

* Análise realizada pelo método NIRS (*Near Infrared Spectroscopy*).

** Análise realizada pelo método HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).

As dietas foram preparadas no Laboratório de Piscicultura da UFSM. Os ingredientes de cada dieta experimental foram moídos (1 mm) e efetuada a pesagem de acordo com a formulação. O processo de mistura ocorreu manualmente. Na fase inicial foram adicionados e misturados os ingredientes de maior quantidade (concentrados proteicos, farelo de trigo, milho e farelo de soja). Logo após foram incluídos os ingredientes de menor proporção contendo vitaminas, minerais e aminoácidos (L-lisina-99% e DL- metionina-99%). Posteriormente, foi realizada a incorporação do óleo e da água a fim de tornar a mistura com textura adequada para formação dos peletes. As rações foram peletizadas e conduzidas a estufa de circulação de ar forçado por 24h a 55°C e armazenada em freezer a -18°C.

TABELA 2 - Formulação das dietas com diferentes concentrados proteicos na dieta do jundiá (*Rhamdia quelen*).

Ingredientes (%)	Tratamentos (%) ¹			
	Controle	GM	CLGM	CL
Milho	15,24	12,43	13,67	14,39

continuação

Conc. Protéico Girassol	0,00	16,00	12,20	0,00
Conc. Protéico Mandioca	0,00	20,00	6,20	0,00
Conc. Protéico Crambe	0,00	0,00	11,80	16,20
Conc. Protéico Linhaça	0,00	0,00	5,80	19,80
Farelo de trigo	6,00	7,48	7,40	5,60
Farinha de carne e Ossos	34,60	37,00	34,80	33,50
Farelo de soja	36,00	0,00	0,00	0,00
Óleo de Soja	4,00	3,00	4,00	5,20
Mistura vitamínica e mineral ²	3,00	3,00	3,00	3,00
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50
BHT ³	0,02	0,02	0,02	0,02
L- lisina	0,00	0,07	0,09	0,72
DL - metionina	0,64	0,49	0,52	1,06

¹ Dietas ajustadas a partir de Lazzari et al. (2006).

² Composição da mistura vitamínica e mineral (por Kg de produto): Ác. Fólico: 3000mg, Ác. Pantotênico: 30000mg, Cobalto: 20mg, Cobre: 2000mg, Colina: 800000 mg, Ferro: 30000mg, Biotina: 500 mcg, Iodo: 900mg, Manganês: 5000mg, Selênio: 100mg, Vit. A: 10000000UI, Vit. B1: 8000mg, Vit. B2: 10000mg, Vit. B6: 8000mg, Vit. B12: 20000mcg, Vit. C: 150000 UI, Vit. D: 2000000 UI, Vit. E: 150000 mg, Vit. K: 6000 UI, Zinco: 20000mg, Inositol 88000 mg, Niacina 60000 mg.

GM: Concentrado Protéico de Farelo de Girassol+ Concentrado Protéico de Folha de mandioca; CLGM: Concentrado Protéico de Farelo de Girassol+ Concentrado Protéico de Folha de mandioca + Concentrado Protéico de Farelo de Crambe + Concentrado Protéico de Linhaça. CL: Concentrado Protéico de Crambe + Concentrado Protéico de Linhaça.

³BHT: Botylated hydroxytoluene.

TABELA 3 - Composição centesimal das dietas experimentais.

Nutrientes	Fontes protéicas (%)			
	Controle	GM	CLGM	CL
Umidade (%) ¹	7,60	6,90	8,60	7,30
Proteína Bruta ¹	34,70	32,30	33,40	33,30
Extrato etéreo ¹	12,30	14,60	15,80	19,80
Cinzas ¹	10,80	11,60	10,70	9,70
Cálcio ²	1,90	2,40	1,80	1,80
Fósforo Total ²	1,30	1,60	1,20	1,40
Fibra em Detergente Neutro ²	20,30	26,82	24,45	21,02
Carboidratos Solúveis em Detergente Neutro ³	23,60	17,20	16,90	15,40
Energia digestível (kcal/kg) ³	3239	3226	3235	3211

Continuação

Relação ED/PB (kcal/g) ³	9,30	9,90	9,60	9,60
-------------------------------------	------	------	------	------

¹ Composição analisada no Laboratório de Análises Micotoxicológicas (LAMIC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

² Composição analisada no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

³ Calculada a partir da composição dos ingredientes da dieta.

GM: Concentrado Protéico de Farelo de Girassol+Concentrado Protéico de Folha de mandioca; CLGM: Concentrado Protéico de Farelo de Girassol+Concentrado Protéico de Folha de mandioca+Concentrado Protéico de Farelo de Crambe+Concentrado Protéico de Linhaça; CL: Concentrado Protéico de Crambe+Concentrado Protéico de Linhaça.

TABELA 4 - Aminoácidos das dietas utilizadas no Experimento (% na matéria natural) para o jundiá (*Rhamdia quelen*)¹.

Aminoácidos (%)	Tratamentos (%)			
	Controle	GM	CLGM	CL
Ácido Aspártico	2,64	2,16	2,17	2,14
Ácido Glutâmico	5,40	4,64	5,00	5,00
Serina	1,64	1,45	1,45	1,50
Glicina	3,50	3,63	3,65	3,60
Histidina	0,70	0,64	0,65	0,63
Arginina	2,65	2,50	2,63	2,61
Treonina	1,37	1,30	1,40	1,40
Alanina	2,44	2,55	2,44	2,40
Prolina	2,80	2,70	2,70	2,60
Tirosina	1,10	1,00	1,02	0,93
Valina	1,60	1,55	1,70	1,50
Metionina	1,70	1,68	1,65	2,20
Cistina	0,50	0,50	0,50	0,51
Isoleucina	1,16	1,05	1,20	1,05
Leucina	2,55	2,35	2,40	2,30
Fenilalanina	1,50	1,40	1,43	1,35
Lisina	1,50	1,33	1,45	1,54
Triptofano	**	**	**	**

¹Composição analisada no Laboratório de Análises Micotoxicológicas (LAMIC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

** O método via HPLC não quantifica o aminoácido triptofano.

4.6 Manejo Alimentar

Durante o período experimental os animais foram arraçoados três vezes ao dia (08:00, 12:00 e 17:00 hs). A sifonagem para retirada de resíduos de excretas e ração foi realizada duas vezes ao dia, sendo uma antes da primeira alimentação e outra antes do último arraçoamento. As unidades experimentais eram limpas duas vezes por semana a fim de retirar os resíduos que ficavam acumulados nas paredes das caixas. A quantidade de ração foi ajustada de 3,5-5% PV no decorrer do experimento. Nos primeiros 7 dias experimentais foi ofertado 5% do peso vivo. Após esse período percebeu-se sobra de ração nas caixas e a oferta de ração foi ajustada para 4%. Nos vinte dias que antecederam o final do experimento a ração passou por um ajuste de 3,5% PV.

4.7 Parâmetros de cor

Ao final dos 45 dias foi realizada a análise colorimétrica dos filés de jundiá. A cor foi mensurada através de um fotocolorímetro Konica Minolta modelo CR – 400/410. Esse equipamento mede a luz refletida pela amostra em comparação a uma placa de calibração padrão (branca). O espaço de cores $L^*a^*b^*$, também conhecido como CIE, é atualmente um dos espaços de cores mais populares para medição de cores e é amplamente utilizado em praticamente todos os campos de aplicação. No espaço de cores $L^*a^*b^*$, o L^* indica a luminosidade, enquanto que o a^* e o b^* indicam as coordenadas cromáticas. A cor indicada por $+a^*$ indica a direção do vermelho, $-a^*$ do verde, $-b^*$ o azul e $+b^*$ a direção amarela. O c^* indica o “croma”, tendo este valor 0 (zero) no centro.

A fórmula para determinação de c^* é dada por $c^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$. O h^* representa o ângulo de tonalidade e é dado em graus. A fórmula para determinação dessa variável é: $h^* = \tan^{-1}\left\{\frac{b^*}{a^*}\right\}$. As amostras foram analisadas em triplicata, mudando-se a posição de mensuração a cada amostra (ângulo de 90°) (MINOLTA, 1998).

4.8 Parâmetros de Crescimento

Ao final do experimento os animais foram anestesiados com benzocaína (100 miligramas/L água), para mensuração do peso médio (PM), com balança digital de 0,01g. Foram calculados os seguintes parâmetros:

- Taxa de eficiência protéica (TEP): ganho em peso (g) /quantidade de proteína consumida(g).
- Taxa de crescimento específico (TCE, %/dia): $TCE = [(\ln PF - \ln PI)/d]*100$;
- Fator de Condição: $FC = P/(CT^3)*100$;
- Conversão alimentar aparente (CAA, kg/kg): $CAA = (ACt/GPT)$
- Ganho em peso relativo (GPR/ %): $GPR = [(PF - PI)/PI]*100$; onde: ln= logaritmo neperiano, PF= peso final, PI= peso inicial, d= período experimental, em dias;
- Ganho em peso médio diário (g/dia): $GPD = (PF - PI)/d$.

No primeiro dia experimental, oito animais foram anestesiados com benzocaína e abatidos pelo processo de hipotermia, que consistiu na imersão dos animais em água + gelo (1:1). Esses animais foram utilizados para análise da composição centesimal do peixe inteiro. Aos 45 dias experimentais, os animais passaram por jejum de 24 horas e dois juvenis por unidade experimental foram abatidos por hipotermia e eviscerados para retirada do fígado. Dez juvenis por tratamento foram abatidos para análise da composição corporal e outros dez animais retirados para coleta do filé e para análise da cor. Todas as amostras foram trituradas em multiprocessador de alimentos. A umidade foi determinada pela perda de peso após 48h a 60°C em estufa com circulação forçada de ar, seguida de 8h a 105°C. O conteúdo de cinzas foi determinado a 550°C (método 923.03) de acordo com AOAC (1995). A proteína bruta e quantificação aminoacídica foi determinada pelo método *High-performance Liquid Chromathography* (HPLC). As amostras passaram por hidrolisação prévia com ácido clorídrico HCl 6N, seguida de derivação pré-coluna com fenilisotiocianato (PITC). A gordura foi extraída e quantificada seguindo o método de Bligh e Dyer (1959). A retenção de nutrientes foi calculada pelas equações:

- Coeficiente de Retenção Protéica (%): $CRP = 100*[(Pf*PBCf) - (Pi*PBCi)]/(AC \text{ por peixe}*PBd)$;
- Deposição de proteína corporal (g): $DPC = [Pf * (%PBCf/100)] - [Pi * (%PBCi/100)]$;
- Deposição de gordura corporal (g): $DGC = [Pf * (%GCf/100)] - [Pi * (%GCi/100)]$;

Onde: Pf= peso final; PI= peso inicial; PBCi= proteína corporal inicial; PBCf = proteína corporal final; ACt = alimento consumido total (g); PBd: proteína bruta da dieta; GCi: gordura corporal inicial; GCf: gordura corporal final.

A coleta de sangue foi realizada em dez peixes por tratamento, na veia caudal. As amostras foram imediatamente centrifugadas a 3000 rotações por minuto (RPM) durante 10 minutos, e o soro utilizado para determinação de triglicerídeos (mg/dL), proteínas totais (g/dL) e colesterol total (mg/dL), albumina (%), segundo métodos colorimétricos dos reagentes Doles®.

Os dados obtidos sobre o crescimento, aminoácidos, composição centesimal e parâmetros relacionados à cor foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para cálculo das médias, coeficiente de variação e desvio padrão. As diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando o pacote estatístico Statgraphics Centurion XV. 8®.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados zootécnicos referentes ao crescimento dos juvenis de jundiá aos 30 e 45 dias estão demonstrados na Tabela 5. Com relação à variável peso (P) os melhores desempenhos foram observados com os animais alimentados com as dietas controle (24,6g) e CL (24,0g). Para o comprimento total (CT) os melhores índices observados também foram para o controle (13,2 cm) e CL (12,9 cm), seguidos da dieta CLGM (12,7 cm), que por sua vez não diferiu estatisticamente da dieta CL.

O ganho em peso diário (GPD), seguindo a relação com o comprimento, também foi superior para o tratamento controle (0,43g/dia) e CL (0,41g/dia), seguidos do tratamento CLGM (0,31 g/dia).

A taxa de crescimento específico (TCE) aos 30 dias foi superior nos tratamentos controle, CL e CLGM, não havendo diferença entre esses tratamentos. Aos 30 dias, não foi observado diferença significativa na conversão alimentar aparente (CAA), porém um menor índice foi mantido pela dieta CL (1,21: 1).

Outro parâmetro importante a ser observado é a taxa de eficiência protéica (TEP). Esta foi maior para os peixes alimentados com dieta CL (2,50), seguidos do tratamento controle (2,47) e CLGM (1,97)

Em relação ao peso (P) aos 45 dias, os melhores resultados foram obtidos com os tratamentos controle (31,1 g) e CL (28,7g). Os valores de comprimento total (CT) ao final do

experimento foi observado que os animais alimentados com a dieta controle e CL mantiveram os melhores resultados (15,6 e 13,8 cm).

O ganho em peso diário (GPD) foi superior para os tratamentos controle (0,43 g/dia) e CL(0,36 g/dia). O fator de condição (FC), variável está que demonstra a condição corporal do peixe, não apresentou diferença entre os tratamentos ($P>0,05$) para 30 e 45 dias. A taxa de crescimento específico (TCE) aos 45 dias foi superior nos tratamentos controle e CL.

Ainda na Tabela 5, é possível observar que as melhores taxas de conversão alimentar aparente aos 45 dias foram obtida com os tratamentos controle (1,14: 1), CL (1,21: 1) na qual não diferiram estatisticamente entre si. A melhor TEP foi obtida com os tratamentos CL (3,91), controle (3,89) e CLGM (3,45).

TABELA 5 - Parâmetros zootécnicos dos jundiás alimentados com diferentes fontes protéicas na dieta.

Variáveis	Tratamentos				dpr ¹
	Controle	GM	CLGM	CL	
	Inicial				
Peso (g)	11,60±0,14	11,40±0,14	11,30±0,14	11,50±0,14	1,43
CT (cm)	10,40±0,06	10,30±0,06	10,30±0,06	10,40±0,06	0,60
	30 dias				
Peso (g)	24,60 ^c ±0,54	18,90 ^a ±0,54	21,60 ^b ±0,54	24,00 ^c ±0,54	5,40
CT (cm)	13,20 ^c ±0,11	12,20 ^a ±0,11	12,70 ^b ±0,11	12,90 ^{bc} ±0,11	1,14
TCE (%/dia)	2,49 ^a ±0,10	1,64 ^b ±0,10	2,18 ^a ±0,10	2,43 ^a ±0,10	0,22
GPD (g/dia)	0,43 ^b ±0,02	0,24 ^a ±0,02	0,31 ^{ab} ±0,02	0,41 ^b ±0,02	0,06
GPR (%)	111,30 ^b ±7,48	64,1 ^a ±7,48	84,6 ^{ab} ±7,48	108,3 ^b ±7,48	16,7
FC	1,07±0,02	1,03±0,02	1,00±0,02	1,11±0,02	0,06
CAA	1,37±0,16	1,86±0,16	1,63±0,16	1,21±0,16	0,36
TEP	2,47 ^b ±0,14	1,70 ^a ±0,14	1,97 ^{ab} ±0,14	2,50 ^b ±0,14	0,33
	45 dias				
Peso (g)	31,10 ^c ±0,92	20,60 ^a ±0,93	24,50 ^b ±0,92	28,7 ^c ±0,92	7,98
CT (cm)	15,60 ^b ±0,16	12,80 ^a ±0,17	13,30 ^{ab} ±0,16	13,8 ^{ab} ±0,16	1,45
TCE (%/dia)	2,18 ^c ±0,10	1,30 ^a ±0,10	1,72 ^{ab} ±0,10	2,00 ^{bc} ±0,10	0,22
GPD (g/dia)	0,43 ^c ±0,03	0,20 ^a ±0,03	0,29 ^{ab} ±0,03	0,36 ^{bc} ±0,03	0,22
GPR (%)	166,10 ^b ±12,1	80,0 ^a ±12,1	117,70 ^{ab} ±12,1	144,3 ^b ±12,1	27,2
FC	1,04±0,02	0,99±0,02	1,05±0,02	1,09±0,02	0,05
CAA	1,14 ^a ±0,19	1,44 ^c ±0,14	1,30 ^b ±0,11	1,21 ^{ab} ±0,25	0,08
TEP	3,89 ^b ±0,16	3,01 ^a ±0,16	3,45 ^{ab} ±0,16	3,91 ^b ±0,16	0,34

Valores expressos como média ± erro padrão da média, na matéria natural.

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

Variáveis: comprimento total (CT); taxa de crescimento específico (TCE (%/dia): $TCE = [(\ln PF - \ln PI)/d] * 100$); ganho em peso diário (GPD (g/dia) = $(PF - PI)/d$); ganho em peso relativo (GPR (%): $GPR = [(PF - PI)/PI] * 100$; onde: \ln = logaritmo neperiano, PF= peso final, PI= peso inicial, d= período experimental, em dias); fator de condição (FC=

$P/(CT^3)*100$); conversão alimentar aparente (CAA (kg/kg) = (ACt/GPT)); taxa de eficiência protéica (TEP = ganho em peso (g) / quantidade de proteína consumida(g)).

l dpr: desvio padrão residual.

GM: Concentrado Protéico de farelo de Girassol+ Concentrado Protéico de Folha de mandioca; CLGM: Concentrado Protéico de farelo de Girassol+ Concentrado Protéico de Folha de mandioca + Concentrado Protéico de farelo de Crambe + Concentrado Protéico de Linhaça; CL: concentrado protéico de farelo de crambe + concentrado protéico de farelo de linhaça.

Foi possível observar que ao longo do período experimental as dietas CLGM e GM apresentaram um menor consumo pelos animais. Isso explica a diminuição no crescimento observado nos peixes, já que um menor consumo diminui a disponibilidade de proteína e energia para o crescimento.

O adequado balanço da proteína da dieta é regulado pelo equilíbrio entre proteína bruta e energia metabolizável, porém se a dieta contiver níveis energéticos muito elevados, ou seja, alta relação proteína/energia o animal consumirá menos (PEZZATO et al., 2004). Os estudos realizados com bagre do canal indicam uma relação ótima de $9,6 \text{ kcal g}^{-1}$ entre energia digestível e proteína bruta (LOVELL, 1991). Ao se comparar esse dado com os da composição das dietas utilizadas nesse trabalho (Tabela 3), é possível perceber que os valores ficaram bem próximos do recomendado. Apesar disso, algumas dietas não apresentaram desempenho satisfatório.

Embora neste trabalho não se tenha realizado análises referentes á possíveis resíduos relacionados a fatores antinutricionais, os resultados sugerem que esse possa ser um fator que interferiu negativamente na digestibilidade das rações. Pereira-da-Silva e Pezzato (2000) avaliaram a atratividade e palatabilidade de ingredientes para Tilápia-do-Nilo observou que o farelo de girassol e a farinha de mandioca foram considerados alimentos de baixa atrato-palatabilidade. Segundo Corrêia et al. (2004) e Melo et al. (2005), as folhas de mandioca possuem antinutrientes como polifenóis e inibidores de proteases que acarretam sabor adstringente e menor digestibilidade protéica, diminuindo o crescimento dos animais.

Ng e Wee, (1989), avaliando crescentes inclusões de folhas de mandioca (20, 40,60 e 100%) sobre o desempenho de Tilápia-do Nilo verificaram reduções significativas no ganho de peso. A composição corporal também foi afetada negativamente conforme o aumento de inclusão de folhas de mandioca.

Os dados desse estudo diferem dos achados por Bohnenberger (2010), na qual avaliou o concentrado protéico da folha de mandioca na fase de reversão de tilápias e observou que até 20% de inclusão desse ingrediente não afetou o crescimento na fase de reversão desses animais.

O farelo de girassol possui como principal limitante a alta concentração de fibras. Sanz et al. (1994) avaliaram o potencial nutritivo do farelo de girassol como substituto ao farelo de soja e à farinha de peixes para trutas-arco-íris e concluíram que não houve diferença no ganho de peso nem na taxa de crescimento dos animais. Entretanto, por apresentar deficiência em lisina, além de alta concentração fibrosa, sua inclusão na dieta para tilápia (*Oreochromis niloticus*) limita-se a no máximo 30% (OLVERA-NOVOA et al.,2002). Em dietas para *Anguilla anguilla*, a suplementação com metionina, lisina, histidina e treonina aumenta a inclusão para 64%, sem afetar a taxa de síntese protéica, ao mesmo tempo que melhora o crescimento em relação à farinha de peixe (HIGUERA et al., 1999).

O tratamento realizado com o farelo de crambe e farelo de linhaça mostraram resultados satisfatórios. O farelo de crambe tem sido bastante estudado em dietas destinadas a alimentação de ruminantes, devido ao fato de seu maior fator antinutricional, os glicosinolatos, serem facilmente degradados pelas bactérias existentes no rúmen tornando esses animais mais resistentes. No entanto, estudos feitos com monogástricos demonstram que o crambe necessita de processamento para ser utilizado como alimento. De acordo com Liu et al. (1994), o crambe não processado não foi palatável quando usado na dieta de leitões e causou efeitos tóxicos aos suínos devido a alta concentração de glicosinolatos. Estes autores realizaram um experimento de digestibilidade na qual esse ingrediente passou por processos de detoxificação, e verificaram que a digestibilidade protéica e energética foi elevada. Tookey et al. (1980) verificaram alta mortalidade em ratos alimentados com dietas contendo 100g ou mais de farelo de crambe/kg dieta. Ledoux et al. (1998), estudaram a inclusão de doses crescentes de farelo de crambe na dieta de perus. Esses autores observaram uma digestibilidade de aminoácidos superior a 90% e que o consumo de 50 – 100g/kg apresentou poucos efeitos sobre o desempenho dos animais. Com o aumento do consumo para 150g/kg foi observado lesão de tecidos e dificuldades de locomoção.

O farelo da linhaça atualmente é destinado a produção de ração animal para bovinos, ovinos, equinos e, em menores proporções para rações de aves, suínos e peixes. Segundo Hasan et al. (1997) , o farelo de linhaça pode ser incluído até 25% do total de proteína da dieta, sem comprometer o desempenho de larvas de carpa comum. (MUKHOPADHYAY e RAY, 2001) avaliaram o efeito do farelo de linhaça processada em substituição á farinha de peixes para rohu *Labeo rohita* e concluíram que essa pode substituir em até 50% a farinha de peixe.

A análise da composição centesimal é de extrema importância, pois quando se avalia diferentes fontes na alimentação de peixes a determinação de parâmetros como aminoácidos,

proteína e gordura podem indicar possíveis desbalanços nutricionais ou ainda indicar possíveis fatores antinutricionais nos alimentos avaliados (BOHNENBERGER, 2008 e BOSCOLO et al., 2002).

Na Tabela 6 estão apresentados os valores médios obtidos neste trabalho para umidade, cinzas, gordura, proteína, CRP, DPC e DGC dos jundiás alimentados com diferentes concentrados proteicos. Neste experimento, foi possível observar que a composição do peixe inteiro foi afetada significativamente pelos tratamentos. Os peixes alimentados com a ração CL apresentaram o maior índice de gordura corporal. Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente para esta variável.

TABELA 6 - Composição centesimal do peixe inteiro de jundiás alimentados com concentrados proteicos na ração no início e ao final dos 45 dias.

Variáveis	Tratamentos					Dpr ²
	Inicial	Controle	GM	CLGM	CL	
Umidade (%) ¹	74,40±0,5	77,07 ^b ±1,20	73,62 ^{ab} ±1,0	71,44 ^a ±1,0	71,86 ^a ±1,1	2,46
Cinzas (%) ¹	2,90±0,53	2,97±0,26	2,42±0,32	2,94±0,18	3,00±0,22	0,45
Gordura (%) ¹	6,53±0,46	6,72 ^a ±0,76	7,11 ^a ±0,85	7,57 ^a ±0,69	11,30 ^b ±0,6	1,71
Proteína (%) ¹	12,9±0,39	12,24±1,5	12,24±1,5	12,15±1,2	15,40±1,2	2,72
CRP (%)	-	18,7 ^c ±1,0	10,78 ^a ±1,0	14,16 ^{ab} ±1,0	18,32 ^{bc} ±1,0	2,44
DPC(g)	-	2,32 ^b ±0,1	1,05 ^a ±0,1	1,52 ^a ±0,1	3,15 ^c ±0,1	0,41
DGC(g)	-	1,75 ^b ±0,1	0,64 ^a ±0,1	0,84 ^a ±0,1	2,13 ^b ±0,1	0,22

Valores expressos como média ± erro padrão da média, na matéria natural.

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

¹Composição analisada no Laboratório de Análises Micotoxicológicas (LAMIC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Variáveis: coeficiente de retenção protéica (CRP (%)) = $100 * [(Pf * PBCf) - (Pi * PBCi)] / (AC \text{ por peixe} * PBd)$; deposição de proteína corporal (DPC (g)) = $[Pf * (%PBCf/100)] - [Pi * (%PBCi/100)]$; DGC: deposição de gordura corporal (DGC (g)) = $[Pf * (%GCf/100)] - [Pi * (%GCi/100)]$;

GM: Concentrado Protéico de farelo de Girassol+ Concentrado Protéico de Folha de mandioca; CLGM: Concentrado Protéico de farelo de Girassol+ Concentrado Protéico de Folha de mandioca + Concentrado Protéico de farelo de Crambe + Concentrado Protéico de Linhaça; CL: concentrado protéico de farelo de crambe + concentrado protéico de farelo de linhaça.

² dpr: desvio padrão residual.

O maior índice de gordura (11,3%) e DGC (2,13%) encontrado no peixe inteiro alimentados pelo tratamento CL podem ser explicados pelo fato da ração conter maior quantidade de gordura que as demais dietas (19,8%). A inclusão de gordura na ração dos peixes leva a um aumento do nível de gordura corporal, sendo que este aumento está relacionado com o nível de inclusão, isto é, quanto maior o nível de gordura dietária maior o

depósito de gordura no peixe (CYRINO, 1995; MEURER et al., 2002; WILSON, 2002; JUSTI et al., 2003). Com um maior conteúdo lipídico, estas espécies são mais susceptíveis à oxidação e à hidrólise enzimática dos ácidos graxos, causando perdas por ranço, colorações anormais e conseqüentemente, menores vida de prateleira.

Com relação à proteína bruta e cinzas, não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém foi possível perceber que o tratamento CL foi o que proporcionou o maior teor protéico (16,15%). Observou-se também que esse tratamento teve a maior DPC (3,15g). O tratamento GM apresentou o menor índice de CRP (%).

Outra variável que apresentou diferença foi a umidade. Segundo Badolato et al. (1994) o principal componente do músculo do pescado é a água, seguido pela proteína e gordura, apresentando quantidades insignificantes de carboidratos. O conteúdo de lipídios é o mais variável, tanto no teor total quanto no tipo e proporção de ácidos graxos que o compõem. Embora a composição do pescado esteja bem estabelecida quanto aos seus constituintes predominantes, a proporção entre eles é extremamente variável (MAIA et al., 1999). Fatores como alimentação, genética, sexo, tipo e época da desova, estágio produtivo, tamanho e migração, além de fatores ambientais relacionados com variações em seu habitat e formas de criação podem alterar a composição química.

Na avaliação da composição centesimal do filé (Tabela 7), observou-se que os tratamentos GM e CL apresentaram os maiores índices de gordura. Com relação à proteína bruta e teor de cinzas e umidade, não houve diferença estatística entre os tratamentos.

TABELA 7 - Composição centesimal do filé de jundiás alimentados com diferentes concentrados proteicos na ração durante 45 dias.

Variáveis	Tratamentos				¹ dpr
	Controle	GM	CLGM	CL	
Umidade (%)	79,20±0,95	76,70 ±0,60	80,00±0,95	79,09±0,95	1,34
Cinzas (%)	1,03±0,12	1,22 ±0,12	0,97±0,12	0,88±0,12	0,17
Gordura (%)	3,67 ^a ±0,18	5,14 ^c ±0,18	4,07 ^{ab} ±0,18	4,63 ^{bc} ±0,18	0,31
Proteína (%)	13,86± 0,90	14,06± 0,90	13,56±0,90	15,90± 0,90	1,28
L*	51,64 ^a ±0,39	58,11 ^c ±0,38	54,97 ^b ±0,38	52,41 ^a ±0,39	2,62
a*	11,06 ^c ±0,29	9,12 ^a ±0,29	6,32 ^a ±0,29	5,66 ^b ± 0,29	1,99
b*	10,22 ^a ±0,30	17,36 ^c ±0,29	14,55 ^b ± 0,29	10,37 ^a ±0,30	2,02
c*	15,10 ^b ±0,32	18,42 ^c ±0,32	15,95 ^b ± 0,32	13,90 ^a ±0,32	2,19
h*	43,02 ^a ±0,94	71,62 ^d ±0,92	66,22 ^c ± 0,92	49,13 ^b ±0,94	6,33

Valores expressos como média ± erro padrão da média, na matéria natural.

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

L*: luminosidade; a*: direção do vermelho para o verde; b*: direção do azul para o amarelo; c*: croma; h*: ângulo de tonalidade.

¹ dpr: desvio padrão residual.

GM: Concentrado Protéico de farelo de Girassol+ Concentrado Protéico de Folha de mandioca; CLGM: Concentrado Protéico de farelo de Girassol+ Concentrado Protéico de Folha de mandioca + Concentrado Protéico de farelo de Crambe + Concentrado Protéico de Linhaça; CL: concentrado protéico de farelo de crambe + concentrado protéico de farelo de linhaça.

Os maiores índices de gordura encontrados no filé dos animais alimentados com a dieta GM pode estar relacionado ao metabolismo dos aminoácidos. Após a ingestão e hidrólise, o excesso de aminoácidos é rapidamente desaminado, liberando amônia para excreção, esqueletos carbônicos para oxidação e produção de energia, ou em alguns casos conversão em glicose ou lipídeos (WALTON, 1995). Com relação a este parâmetro, neste trabalho acredita-se que a proteína foi desaminada e convertida em gordura de reserva.

Outro fator que pode ser afetado diretamente pela composição da dieta é a qualidade do filé, sendo esse um critério fundamental na escolha do consumidor. Ao final do período experimental foi possível observar que os animais alimentados com as dietas GM e CLGM apresentaram uma pigmentação mais amarelada, comparada com os animais dos tratamentos controle e CL. Com base nisso, foi realizada a análise colorimétrica dos filés de todos os tratamentos. Com relação aos parâmetros de cor, foi observado diferença em todas as variáveis (L*, a*, b*, c* e h*) (Tabela 8). O valor de L* (luminosidade) foi mais elevado para a dieta GM, ou seja, há uma maior tendência em direção a cor branca. Isso pode ser reflexo do maior teor de gordura observado no filé desse tratamento (5,14%).

Dados semelhantes foram encontrados por Losekann et al. (2008) avaliando três fontes lipídicas com concentrações de 5 e 10% na dieta de jundiás (*Rhamdia quelen*). Os valores de L* encontrados foram superiores para o tratamento com maior nível de lipídeo (10%).

Os valores de a*(direção do vermelho para o verde), b* (direção do azul para o amarelo) e c*(cromaticidade) apresentaram o mesmo comportamento, sendo que as dietas GM e CLGM apresentaram uma forte tendência em direção a cor amarela. Esse fato pode ser atribuído a presença da folha de mandioca na constituição dessas dietas. As folhas de mandioca contêm significativos níveis de carotenóides que contribuem na pigmentação (ADEWUSI e BRADBURY, 1993). Skonberg et al. (1998) avaliaram filés crus de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentadas com uma dieta a base de glúten de milho. Os valores de b* (cor amarela) foram maiores e receberam significativamente baixos escores de aceitação visual do que filés dos tratamentos com glúten de trigo.

A coloração do filé é uma questão importante a ser considerada, já que a preferência do consumidor parece estar mais voltada a uma coloração branca a rosea, como o no caso do salmão.

Os peixes não possuem exigência nutricional em proteína, mas quantidades e proporções adequadas de aminoácidos essenciais e não-essenciais na ração para a deposição de proteína muscular e outras proteínas corporais (WILSON, 2002). O aminoácido considerado limitante na dieta de peixes é a lisina, por ser encontrado em grandes quantidades no músculo (WANG et al., 2005). Os resultados da avaliação aminoacídica realizada no peixe inteiro e nos filés estão apresentados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente. Nesse trabalho não foi observado diferença significativa para as dietas avaliadas, em relação à composição aminoacídica do peixe inteiro para a maioria dos aminoácidos, exceto para arginina. Com relação a composição aminoacídica dos filés foram observadas diferenças significativas para os aminoácidos serina, cistina, fenilalanina e lisina.

TABELA 8 - Composição aminoacídica do peixe inteiro dos jundiás alimentados com diferentes concentrados proteicos na ração no início e ao final dos 45 dias¹.

Componentes	Tratamentos					dpr ²
	Inicial	Controle	GM	CLGM	CL	
Ácido Aspártico	1,37±0,04	1,28±0,46	1,36±0,46	1,36±0,37	1,62±0,37	0,31
Ácido Glutâmico	2,02±0,05	1,95±0,22	1,99±0,22	1,91±0,18	2,99±0,18	0,64
Serina	0,61±0,01	0,33±0,08	0,58±0,08	0,35±0,06	0,58±0,06	0,10
Glicina	0,92±0,12	0,78±0,20	0,69±0,16	0,72±0,16	0,94±0,20	0,28
Histidina	0,20±0,006	0,19±0,03	0,17±0,03	0,16±0,03	0,32±0,03	0,05
Arginina	0,77±0,02	0,67 ^{ab} ±0,09	0,73 ^{ab} ±0,07	0,69 ^a ±0,07	1,08 ^b ±0,09	0,10
Treonina	0,52±0,01	0,45±0,07	0,51±0,06	0,45±0,06	0,43±0,07	0,10
Alanina	0,88±0,04	0,82±0,07	0,76±0,06	0,81±0,06	0,89±0,07	0,10
Prolina	0,62±0,07	0,59±0,11	0,50±0,09	0,51±0,09	0,83±0,11	0,14
Tirosina	0,46±0,01	0,43±0,07	0,46±0,06	0,43±0,06	0,57±0,07	0,10
Valina	0,63±0,01	1,70±0,10	0,60±0,08	0,72±0,08	0,94±0,10	0,14
Metionina	0,22±0,03	0,41±0,14	0,20±0,11	0,18±0,11	0,21±0,14	0,20
Cistina	0,15±0,002	0,23±0,02	0,15±0,01	0,20±0,01	0,16±0,02	0,02
Isoleucina	0,53±0,01	0,61±0,08	0,52±0,06	0,62±0,06	0,70±0,08	0,10
Leucina	1,11±0,03	1,10±0,15	1,10±0,12	1,12±0,12	1,27±0,15	0,20
Fenilalanina	0,59±0,01	0,63±0,14	0,55±0,11	0,68±0,11	0,85±0,14	0,20
Lisina	1,26±0,02	1,23±0,26	1,24±0,21	1,12±0,21	1,06±0,26	0,37
Triptofano	**	**	**	**	**	

Valores expressos como média ± erro padrão da média, na matéria natural.

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

¹Composição analisada no Laboratório de Análises Micotoxicológicas (LAMIC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

** O método via HPLC não quantifica o aminoácido triptofano.

²dpr: desvio padrão residual.

GM: Concentrado protéico de farelo de girassol+ concentrado protéico de folha de mandioca; CLGM: Concentrado Protéico de farelo de Girassol+ Concentrado Protéico de Folha de mandioca + concentrado protéico de farelo de crambe + concentrado protéico de linhaça; CL: Concentrado protéico de farelo de crambe + concentrado protéico de farelo de linhaça.

TABELA 9 - Composição aminoacídica dos filés de jundiás alimentados com diferentes concentrados proteicos na ração durante 45 dias¹.

Componentes	Tratamentos				dpr ²
	Controle	GM	CLGM	CL	
Ácido Aspártico	1,76±0,07	1,76±0,07	1,65±0,07	1,94±0,07	0,10
Ácido Glutâmico	2,36±0,11	2,37±0,11	2,21±0,11	2,78±0,11	0,15
Serina	0,64 ^b ±0,03	0,67 ^b ±0,03	0,41 ^a ±0,03	0,55 ^{ab} ±0,03	0,05
Glicina	0,78±0,04	0,75±0,04	0,67±0,04	0,78±0,04	0,05
Histidina	0,12±0,01	0,10±0,01	0,14±0,01	0,14±0,01	0,01
Arginina	0,88±0,04	0,91±0,04	0,78±0,04	0,95±0,04	0,06
Treonina	0,59±0,04	0,63±0,04	0,51±0,04	0,66±0,04	0,05
Alanina	0,91±0,04	0,93±0,04	0,85±0,04	1,01±0,04	0,06
Prolina	0,53±0,21	0,49±0,21	0,85±0,21	0,51±0,21	0,30
Tirosina	0,50±0,03	0,49±0,03	0,46±0,03	0,60±0,03	0,03
Valina	0,80±0,04	0,77±0,04	0,83±0,04	0,94±0,04	0,06
Metionina	0,39±0,19	0,41±0,19	0,31±0,19	0,79±0,19	0,26
Cistina	0,10 ^a ±0,006	0,12 ^{ab} ±0,006	0,15 ^{bc} ±0,006	0,17 ^c ±0,006	0,008
Isoleucina	0,61±0,05	0,64±0,05	0,71±0,05	0,80±0,05	0,07
Leucina	1,26±0,05	1,28±0,05	1,24±0,05	1,22±0,05	0,22
Fenilalanina	0,76 ^a ±0,04	0,80 ^{ab} ±0,04	0,77 ^a ±0,04	1,02 ^b ±0,04	0,05
Lisina	0,72 ^a ±0,06	0,90 ^a ±0,06	0,88 ^a ±0,06	1,31 ^b ±0,06	0,08
Triptofano	**	**	**	**	

Valores expressos como média ± erro padrão da média, na matéria natural.

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

¹Composição analisada no Laboratório de Análises Micotoxicológicas (LAMIC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

²dpr: desvio padrão residual.

** O método via HPLC não quantifica o aminoácido triptofano.

GM: Concentrado Protéico de farelo de Girassol+ Concentrado Protéico de Folha de mandioca; CLGM: Concentrado Protéico de farelo de Girassol+ Concentrado Protéico de Folha de mandioca + Concentrado Protéico de farelo de Crambe + Concentrado Protéico de Linhaça; CL: concentrado protéico de farelo de crambe + concentrado protéico de farelo de linhaça.

Os resultados deste trabalho com jundiá mostram que o perfil aminoacídico foi bastante similar entre os tratamentos, porém a disponibilidade dos mesmos ficou comprometida. Segundo Hasan et al. (1997), durante o processamento dos subprodutos

vegetais, alguns aminoácidos, como por exemplo, a lisina, podem reagir com moléculas não protéicas presentes nos próprios ingredientes, formando compostos que tornam este aminoácido indisponível, mas quimicamente mensurável.

Todos os aminoácidos participam de rotas metabólicas específicas. As diferenças aminoacídicas encontradas podem ser reflexo do próprio metabolismo do animal e não necessariamente advindo da dieta, uma vez que nesse trabalho os níveis aminoacídicos fornecidos aos animais foram semelhantes (Tabela 4). No entanto, é possível observar que os níveis aminoacídicos da dieta CL foram mais elevados que as demais, pressupondo-se que a disponibilidade dos aminoácidos foi maior e como consequência maior síntese protéica.

A arginina, por exemplo, é um importante intermediário no ciclo da uréia. Os aminoácidos derivados da gliconeogênese formam amônia, composto tóxico ao organismo. A amônia derivada desses aminoácidos é convertida em uréia para posterior excreção urinária. Essa rota é de extrema importância para os peixes já que a amônia é a principal forma de excreção dos peixes. Os demais aminoácidos são sintetizados por rotas metabólicas específicas, ou formados a partir de outros aminoácidos e que podem sofrer alterações dependendo da condição do animal.

No entanto são necessários estudos mais aprofundados a fim de se determinar com precisão a influência desses aminoácidos na espécie em questão. Muitos trabalhos são realizados no sentido de determinar exigências, mas os estudos são escassos no que tange excesso de determinados aminoácidos.

Alterações fisiológicas dos peixes são refletidas na composição sanguínea, modificando os parâmetros bioquímicos e hematológicos. Na Tabela 10 estão apresentados os resultados relacionados aos parâmetros metabólicos (colesterol, albumina, proteínas totais, triglicerídeos totais e glicose). No tratamento CL, observaram-se os maiores níveis séricos de proteínas totais (4,54 g/dL) e no tratamento GM verificou-se os menores índices (3,94 g/dL). Estes dados são semelhantes aos encontrados por outros autores (3,5-4,9 mg/dL) (BORGES et al., 2004).

Os juvenis de jundiá alimentados com o tratamento controle apresentaram os menores valores de albumina sérica (0,89%). Os níveis de albumina encontrados neste trabalho são inferiores aos achados por Higuchi et al. 2011, na qual observaram valores que oscilaram entre 3,3 a 4,4% . A albumina sanguínea é a carregadora do cálcio e do iodo e por isso, com a queda da albumina, ela carregará menos cálcio, podendo ocorrer hipocalcemia.

Os demais parâmetros, colesterol, triglicerídeos e proteínas totais não foram afetados pelas dietas, sendo que estes índices são semelhantes aos encontrados por (BORGES et al., 2004). Esse autor encontrou ranges de concentrações para colesterol de 110 - 240 mg.dL⁻¹,

para triglicerídeos $138 - 546 \text{ mg.dL}^{-1}$ e proteínas totais de $3,5 - 4,9 \text{ g.dL}^{-1}$. Os níveis de glicose não se alteraram com os tratamentos. Porém estes valores podem variar de acordo com a dieta, sexo, idade ou espécie a ser considerada (KLINGER et al., 1996).

TABELA 10 - Parâmetros sanguíneos dos jundiás alimentados com diferentes concentrados proteicos na ração.

Variáveis	Tratamentos				dpr ¹
	Controle	GM	CLGM	CL	
TG (mg/dL)	222,62 ± 19,2	227,89 ± 16,7	210,30 ± 16,7	220,02 ± 16,7	66,7
COL (mg/dL)	181,25 ± 12,0	201,20 ± 12,0	184,45 ± 12,0	186,16 ± 12,0	53,6
GLIC (mg/dL)	84,28 ± 7,07	101,65 ± 6,89	105,4 ± 7,40	101,8 ± 6,89	30,8
Albumina (%)	0,89 ^a ±0,03	0,92 ^a ±0,03	1,02 ^b ±0,03	0,97 ^{ab} ± 0,03	0,14
PT (g/dL)	4,03 ± 0,16	3,95 ± 0,16	4,32 ± 0,16	4,54 ± 0,16	0,72

Valores expressos como média ± erro padrão da média, na matéria natural.

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

PT (g/dL): proteínas totais; TG (mg/dL): triglicerídeos totais; COL (mg/dL): colesterol; GLIC (mg/dL): glicose.

¹ dpr: desvio padrão residual.

GM: Concentrado Protéico de farelo de Girassol+ Concentrado Protéico de Folha de mandioca; CLGM: Concentrado Protéico de farelo de Girassol+ Concentrado Protéico de Folha de mandioca + Concentrado Protéico de farelo de Crambe + Concentrado Protéico de Linhaça; CL: concentrado protéico de farelo de crambe + concentrado protéico de farelo de linhaça.

6 CONCLUSÕES

- ✓ A dieta combinada com concentrado protéico de crambe e concentrado protéico de linhaça é mais eficiente que as dietas contendo concentrado protéico de folhas de mandioca e girassol.
- ✓ O tratamento com concentrado protéico de folha de mandioca confere uma coloração amarelada aos filés de jundiás.

7 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Com base neste trabalho vale ressaltar algumas considerações, citadas abaixo:

- Estudo da viabilidade econômica relacionada ao processamento dos ingredientes:
 - Disponibilidade anual dos produtos e armazenagem (alteração matéria-prima).
 - Custo dos produtos;
 - Avaliação dos processamentos dos ingredientes a nível industrial principalmente no processo de degoma.

- Estudo sobre níveis de inclusão de cada fonte utilizada, fazendo-se uso do modelo dose-resposta para a espécie em questão;

- Avaliação dos métodos de extração de proteína:
 - Análise de compostos fenólicos remanescentes no concentrado;
 - Avaliação da extração protéica com métodos por termocoagulação, que possam minimizar o teor de fibra.

- Trabalhos mais aprofundados relacionados aos níveis aminoacídicos na composição do peixe inteiro e filé e no plasma a fim de verificar prováveis alterações metabólicas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEWUSI, S.R.A.; BRADBURY, J.H. Carotenoids in Cassava: comparison of open column and HPLC methods of analysis. **Journal of Science Food Agricultural**, v. 62, p. 375-383, 1993.

ALETOR, A.; OSHODI, A. A.; IPINMOROTI, K. Chemical composition of common leafy vegetables and functional properties of their leaf protein concentrates. **Food Chemistry**, v. 78, p. 63–68, 2002.

ALZUETA, C. et al. Effects of removal of mucilage and enzyme or sepiolite supplement on the nutrient digestibility and metabolizable energy of a diet containing linseed in broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v. 97, p. 169 – 181, 2002.

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

BADOLATO, E. S. G. et al. Composição centesimal de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 54, n. 1, p. 27-35, 1994.

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

BICUDO, A. J. A. **Exigências nutricionais de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus Holmberg, 1887*): proteína, energia e aminoácidos**. 2008. 123 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

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.

BOCKMANN, F.; GUAZZELLI, A.Y.G.M. **Heptapteridae**. In: Check list of the freshwater fishes of South and Central America. (R.E. Reis, S.O. Kullander & C.J Ferraris Jr., orgs). EDIPUCRS, Porto Alegre, p. 406-431, 2003.

BOHNENBERGER, L. Concentrado proteico de folhas de mandioca na alimentação de tilápias-do-nylo na fase de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1169-1174, 2010.

BOMBARDELLI et al. Suplementação de metionina sintética em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) durante a fase de reversão sexual. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 27, n.4, p. 541-546, 2005.

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

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

BYERS, M. Extraction of protein from the leaves of some plants growing in Ghana. **Journal of Science and Food Agriculture**, v. 12, p. 20–30, 1961.

CARLSON, A. S. et al. **Oil crop platforms for industrial uses**. Outputs from the EPOBIO project. 2007. Disponível em: <<http://epobio.net/pdfs/0704OilCropsReport.pdf>> Acesso em: 30 jun. 2010.

CEREDA, M.P.; VILPOUX, O. Farinhas e Derivados. In: In: CEREDA M. P. VILPOUX, O.(Coords.).Tecnologias, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas. **Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino- Americanas**: São Paulo: Fundação Cargill.v.3, p. 576-620. 2003.

CHUBB, L.G. Anti-nutritive factors in animal feedstuffs. In: HARESTING, W. Studies in agricultural and food science butterworths. **Recent Advances in Animal Nutrition**, p. 21-37, 1982.

COLDEBELLA, I.J. ; RADÜNZ NETO, J. Farelo de soja na alimentação de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, Santa Maria, RS - Brasil, v. 32, n. 3, p. 499-503, 2002.

CORRÊIA, A.D. et al. Remoção de polifenóis de farinha de folhas de mandioca. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v. 24, n. 2, 2004.

CYRINO, J.E.P. Regulação nutricional do alimento. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXE E CRUSTÁCEOS, 1. Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: Conselho Brasileiro de Nutrição Animal, 1995. p.69-91,1995.

DERENZO, S.; ALDEIA, W. Estudo das condições operacionais da etapa de extração de proteína do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), utilizado como fonte energética. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000, Campinas. **Proceedings**

online... Available from:
 <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000000100033&lng=en&nrm=abn>. Access on: 08 Dec. 2011.

FERRI, P. **Extração de proteínas de folhas de mandioca (*Manihot esculenta Crants*) para obtenção de concentrado protéico. 2006.** 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Cascavel, 2006.

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

GABER, M. M. Partial and complete replacement of fish meal by broad bean meal in feeds for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, L., fry. **Aquaculture Research**, v. 37, p. 986- 993, 2006.

GARCIA, S.M. e MORENO, L. de. Global overview of marine fisheries. In Proc. Reykjavic Conference **Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem**, 1–4 Oct 2001. Disponível on line: www.fao.org.

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

GLENCROSS, B.D.; BOOTH, M.; ALLAN, G. L. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. **Aquaculture Nutrition**, v.13, p.17–34, 2007.

GOMES, L. C. de et al . Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciencia Rural**, Santa Maria,v. 30, n. 1,Mar. 2000.

HASAN, M.R.; HAQ, M.S.; DAS, P.M.; MOWLAH, G. Evaluation of poultry-feather meal as a dietary protein source for Indian major carp, *Labeo rohita* fry. **Aquaculture**, 151(1–4): 47–54, 1997.

HIGUCHI, L.H. et al. Avaliação eritrocitária e bioquímica de jundiás submetidos à dieta com diferentes níveis proteicos e energéticos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 1 p. 70-75, 2011.

HIGUERA, M.de la. Liver and white muscle protein turnover rates in the European eel (*Anguilla anguilla*): effects of dietary protein quality. **Aquaculture**, v. 179, p. 203- 216, 1999.

JUSTI, K.C. et al. The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. **Food Chemistry**, v.80, p. 489-493, 2003.

KISSIL, G.W. et al. Dietary substitution of soy and rapeseed protein concentrates for fish meal, and their effects on growth and nutrient utilization in gilthead seabream *Sparus aurata* L. **Aquaculture Research**, v.31, p.595-601, 2000.

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.

KONICA MINOLTA. Comunicação precisa da cor: controle de qualidade da percepção á instrumentação. **Manual de cores Minolta**. 59 p., 1998.

KUBOTA, E.H.; EMANUELLI, T. Processamento do pescado. In: BALIDSSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação de Jundiá**. Santa Maria, Editora UFSM, p.117- 141, 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.

LEDOUX, D.R.; BELYEA, R.L.; WALLIG, M.A.; TUMBLESÓN, M.E. Effects of feeding Crambe meal upon intake, gain, health and meat quality of broiler chicks. **Animal Feed Science Technology**, v. 76, p. 227–240, 1998.

LIENER, I.J. **Toxic constituents of plants feedstuffs**. New York: Academic Press, 502 p., 1980.

LIU, Y. G. **Crambe meal: evaluation, improvement and comparison with rapeseed meal**. Ph.D. Thesis
. Department of Animal Nutrition, Wageningen Agricultural Univ., Haagsteeg, Wageningen, the Netherlands, 1994.

LOVELL, R.T. Nutrition of aquaculture species. **Journal of animal sciences**, v. 69, p. 4193-4200, 1991.

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.

MAFFEZZOLLI, G. e NUÑER, A.P.O. Crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes concentrações de oxigênio dissolvido. **Acta Scientiarum Biological Science**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 41-45, 2006.

MAIA, E. L. et al. Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce Curimatã comum (*Prochilodus cearensis*). **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, Dec.1999. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611999000300025&lng=en&nrm=iso>. access on 23 Oct. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611999000300025>.

MELO, E. S.; SANTANA, F. S. de; CARDOSO, C. E. L. Viabilidade econômica da produção de mandioca em pequena escala. In: **Congresso Brasileiro de Mandioca**, 11, 2005, Campo Grande. Resumos... Campo Grande: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005.

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

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

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

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; et al. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.566-573, 2002.

MIRON, D. S. et al. Efficacy of different salt (NaCl) concentrations in the treatment of *Ichthyophthirius multifiliis* contamination of silver catfish, *Rhamdia quelen*, fingerlings. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 14, p. 155–161, 2003.

MODESTI, C. F. **Obtenção e caracterização de concentrado protéico de folhas de mandioca submetido a diferentes tratamentos, 2006.** 73 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica), Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG, 2006.

MONTEGO, M. A. **Goma da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) para uso como hidrocolóide na indústria alimentícia.** 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, 2009.

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

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 3° ed., Worth Publishers, New York, NY, 2000.

NG, W.K.; WEE, K.L., 1989. The nutritive value of cassava leaf meal in pelleted feed for Nile tilapia. **Aquaculture** 83, 45–58.

OKE, O. L. Chemical changes in some Nigerian vegetables during growth. **Experimental Agriculture**, v. 4, p. 345–349, 1968.

OLIVA, A.C.E. **Qualidade de sementes de crambe submetidas a métodos de secagem e períodos de armazenamento**. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade de Botucatu, SP, 2010.

OLVERA-NOVOA, M. A. et al. Cowpea (*Vigna unguiculata*) protein concentrate as replacement for fish meal in diets for tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. **Aquaculture**, v.158, p.107-116, 1997.

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

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

OLIVEIRA, R. C. **O panorama da aqüicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade**. Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade, vol.2, nº1, 2009.

PALMIERI, A.D. **Características de carcaça e da carne de cabritos alimentados com níveis de torta de girassol oriunda da produção do biodiesel**. Salvador, Bahia, 2011. 61p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal nos Trópicos) – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, 2011.

PENN, M.H. et al. High level of dietary pea protein concentrate induces enteropathy in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*). **Aquaculture**, v. 310, p. 267-273, 2011.

PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. Nutrição de peixes. In: Cyrino, J.E.P.; Urbinati, E.C.; Fracalossi, D.M.; Castagnolli, N. (Ed). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p. 75-169.

PEREIRA-DA-SILVA, E. M.; PEZZATO, L. E. Respostas da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de peixes. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p.1273-1280, Oct. 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.

REFSTIE, S.; STOREBAKKEN, T.; ROEM, A.J. Feed consumption and conversion in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with fish meal, extracted soybean meal or soybean meal with reduced content of oligosaccharides, trypsin inhibitors lectins and soya antigens. **Aquaculture**, v. 162, 301– 312, 1998.

SANZ, A.; MORALES, A. E.; de LA HIGUERA, M.; CARDENETE, G. Sunflower meal compared with soybean meal as partial substitutes for fishmeal in rainbow trout *Onchorhynchus mykiss*. diets: protein and energy utilisation. **Aquaculture**, v. 128, p. 287–300, 1994.

SAHM H.; EGGELING L.; EIKMANN B.; KRÄMER R. Metabolic design in amino acid producing bacterium *Corynebacterium glutamicum*. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 16, p. 243-252, 1995.

SANCHES-LOZANO et al. Effect of high-level fish meal replacement by pea and rice concentrate protein on growth, nutrient utilization and fillet quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*, L.). **Aquaculture**, v. 298, p. 83-89, 2009.

SANCHES-LOZANO et al. Amino acid retention of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fed with pea protein concentrate. **Aquaculture Nutrition**, v. 17, p. 604-641, 2011.

SENKOYLU, N.; DALE, N. Sunflower meal in poultry diets. **World's Poultry Science Journal**, v.55, p.153-174, 1999.

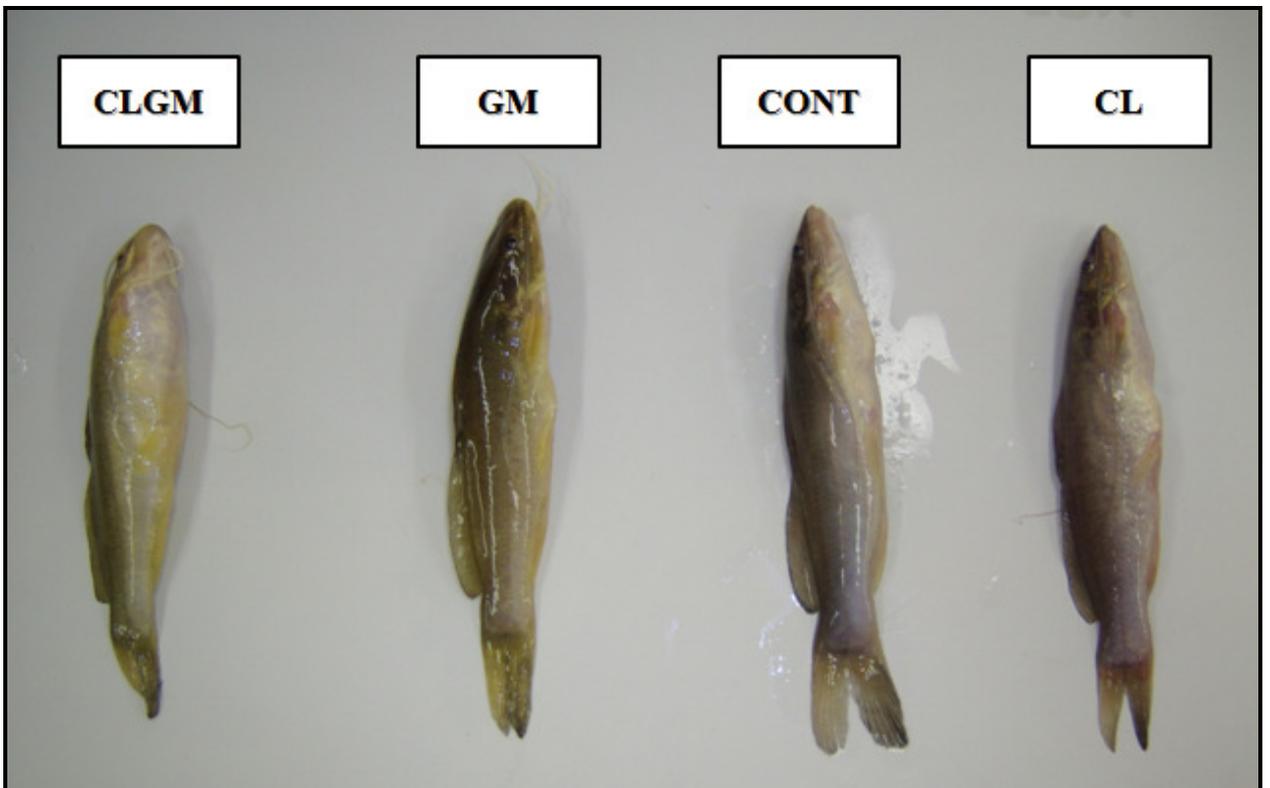
SGARBIERE, V. C. **Proteínas em alimentos proteicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: varela, 517 p., 1996.

SILVA, M.J.; ROEL, A. R.; MENEZES, G.P. **Apontamentos dos cursos: cultivo da mandioca e derivados; engorda de frangos caipira, 1. Mandioca, frango, ração, silo, feno**. Campo Grande – Mato Grosso do Sul: Gráfica GrafNews, 100 p., 2001.

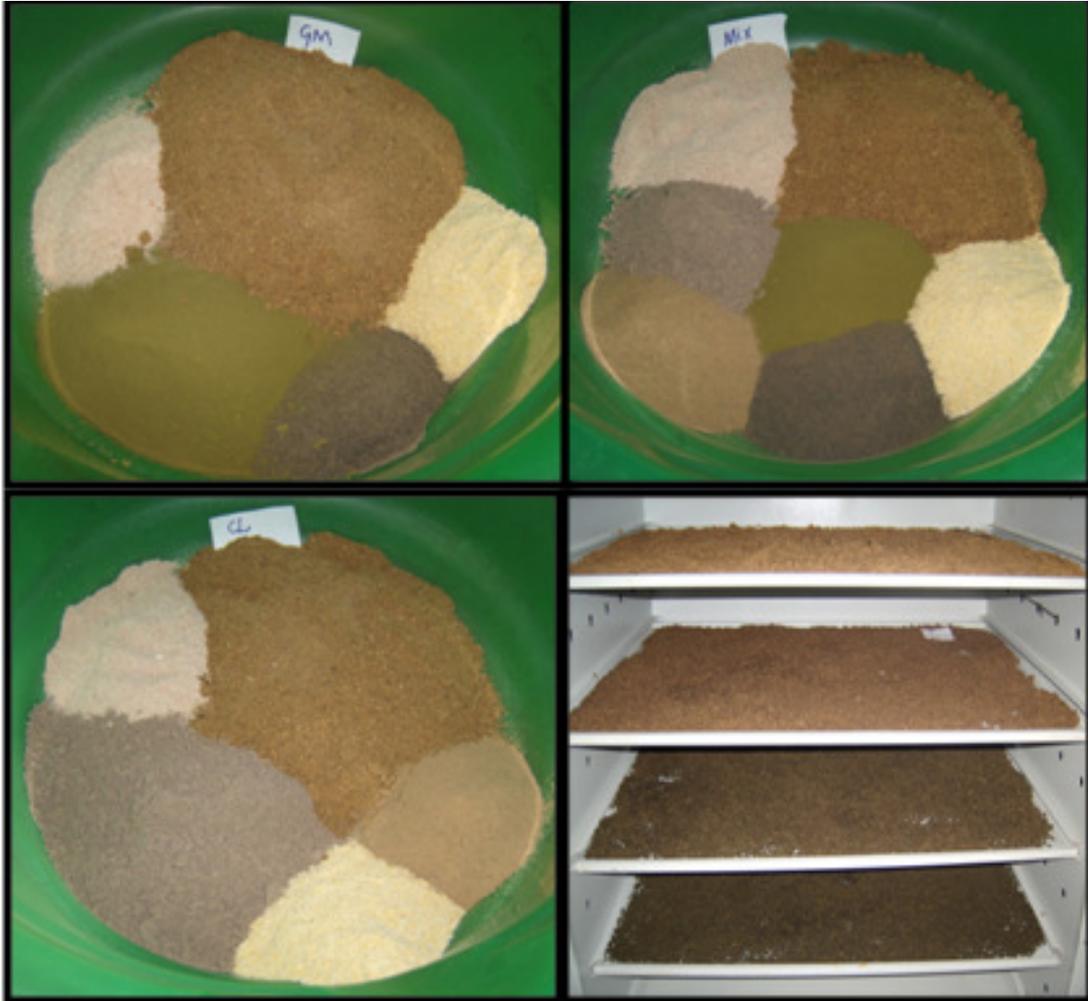
- SMITH, R. ; GORDONR, E. ; CLARK, F. E. Aerobic mesophilic sporeforming bacteria. **Miscelaneous Publications U.S. Dep, Agm’c.** n. 559, p. 359- 366,1946.
- SKONBERG, D.I., et al. Color and flavor analyses of fillets from farm-raised rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low-phosphorus feeds containing corn or wheat glúten. **Aquaculture**, v.166, p. 269–277, 1998.
- SOSO, et al. Chronic exposure to sub-lethal concentration of a glyphosate-based herbicide alters hormone profiles and affects reproduction of female Jundiá (*Rhamdia quelen*). **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 23, n. 3, p. 308-303, 2007.
- SOUZA, L. S. de et al . Crescimento e sobrevivência do catfish de canal (*Ictalurus punctatus* sp) e jundiá (*Rhamdia* sp) no outono-inverno do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 35, n. 4, Aug. 2005.
- THIESSEN, D.L. *et al.* Replacement of fishmeal by canola protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture Nutrition**, v.10, p.379-388, 2004.
- TOOKEY, H. L.; VANETTEN, C.H.; DAXCNBICHLER, M.E. Glucosinolates. *In* 1. E. Liener [Ed.], **Toxic constituents of plant foodstuffs**, 2nd ed. Academic Press, p.103, 1980.
- WALLIG, M.A.; BELYEA, R.L.; TUMBLESON, M.E. Effect of pelleting on glucosinolate content of Crambe meal. **Animal Feed Science and Technology**, v.99, p.205–214, 2002.
- WALTON, P.A. et al. Import of stably folded proteins into peroxisomes. **Molecular Biology of the Cell**, v.6, p. 1037-1046, 1995.
- WANG Y, et al. Analysis of the 2.0 Å crystal structure of the protein-DNA complex of the human PDEF Ets domain bound to the prostate specific antigen regulatory site. **Biochemistry** v.44: p.7095–7106, 2005.
- WILSON R.P. Amino acids and proteins. *In*: **Fish Nutrition**, 3rd ed, ed. by J.E. Halver & R.W. Hardy), p.143-179. Academic Press, NewYork, NY, USA, 2002.
- WU G. et al. Dietary protein or arginine deficiency impairs constitutive and inducible nitric oxide synthesis by young rats. **Journal Nutrition** v. 129, p.1347–1354, 1999.

ANEXOS

ANEXO 1 – Instalações experimentais e exemplares de jundiá (*Rhamdia quelen*).



ANEXO 2 – Fabricação das rações experimentais.



ANEXO 3 – Retirada do filé e análise da cor.



ANEXO 4 – Exemplos de Jundiás alimentados com dietas contendo concentrado protéico de folha de mandioca.

