

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MILENE NEVES

EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA DIGESTÍVEL, PARA ALEVINOS DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*) ALIMENTADOS COM RAÇÕES A BASE DE FARELO DE SOJA E MILHO

Marechal Cândido Rondon – PR

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MILENE NEVES

EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA DIGESTÍVEL, PARA ALEVINOS DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*) ALIMENTADOS COM RAÇÕES A BASE DE FARELO DE SOJA E MILHO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Baumgartner
Co-orientador: Prof. Dr. Fábio Meurer.

Marechal Cândido Rondon – PR

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CANDIDO RONDON
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MILENE NEVES

EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA DIGESTÍVEL, PARA ALEVINOS DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*) ALIMENTADOS COM RAÇÕES A BASE DE FARELO DE SOJA E MILHO

MILENE NEVES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal.

Marechal Cândido Rondon, _____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gilmar Baumgartner (Orientador)

Prof^a. Dra. Lilian Carolina Rosa da Silva (Membro)

Prof. Dr. Robie Allan Bombardelli (Membro)

A DEUS E A JESUS, minha essência.

À minha mãe, Fátima Maria Coltro, filha; Yasmin Neves Santos e companheiro, Alcyr Ferreira Braga, que me deram todo apoio de que necessitei, pela compreensão, auxílio, estímulo e companheirismo.

Ao meu orientador, Prof. Gilmar Baumgartener e co-orientador, Prof. Fabio Meurer, por todo ensinamento, auxílio e orientação.

Aos colegas do Programa de Pós Graduação em Zootecnia.

Aos colegas do curso de Tecnólogo em Aquicultura, aos colegas do GERPEL, e ao secretário do PPZ, Paulo Henrique Morsch.

Dedico

Aos “Peixes”

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo a Deus, que é o grande provedor de tudo que necessitamos na terra, e pela dádiva da vida.

À minha Mãe, por sua habilidade em tornar momentos difíceis em simples momentos de evolução.

Ao meu companheiro, Alcyr Ferreira Braga, a quem tanto amo, e pelo amor que recebo, pelo amor recíproco.

Em especial à minha filha Yasmin Neves Santos, pelo amor recíproco, pela compreensão de minha ausência, a quem amo incondicionalmente e infinitamente, que foi um presente que recebi de Deus, ao qual não tenho palavras para agradecer, sua presença em minha vida!

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, da UNIOESTE, pela dedicação em suas aulas e ensinamentos a todos os alunos.

Aos Professores, orientador e co-orientador, Gilmar Baumgartner e Fabio Meurer, pelas oportunidades, incentivo, atenção, orientação e amizade, por sempre me atenderem nos momentos em que precisei.

Aos colegas do Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOAq) da UFPR, pela ajuda.

À UFPR e à UNIOESTE pelos recursos disponibilizados.

A todas as minhas amigas, que sempre me incentivaram, em especial à Giselle Dayana (Gi) que me fez o convite para estudarmos juntas novamente.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar a exigência de proteína digestível para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Foram avaliadas quatro rações com níveis crescentes de proteína digestível (18, 22, 26 e 30%), à base de produtos de origem vegetal. Os alevinos foram alojados em hapas de 50L, que estavam dentro de tanques de 1000L, em estufa. Diariamente, verificou-se a temperatura e o oxigênio dissolvido e, semanalmente, e o pH. Os alevinos foram alimentados três vezes ao dia (7h:30, 12h:30 e 17h:30), e ao final da última alimentação foi realizada retirada de fezes e restos de alimentos, com posterior reposição da água do sistema, e posterior pesagem dos potes de ração para aferir o consumo. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com seis tanques de 1000L (repetições), com quatro hapas de 50L dentro destes tanques com tratamentos (18, 22, 26 e 30% de proteína digestível). Cada hapa acomodou 10 alevinos. Os alevinos de pacu foram previamente pesados em lotes de 10 na água ($9,49\text{g} \pm 0,04\text{ g}$ de peso médio por peixe) apresentando comprimento total de 8,025cm, comprimento padrão de 6,28c, altura de 3,005cm e largura de 0,56cm. As medidas foram obtidas por intermédio de uma média feita após a biometria inicial. Ao final do experimento, foi observado um efeito quadrático ($p < 0,01$) para o peso final médio, comprimento padrão, comprimento total, altura e largura. Para os parâmetros de desempenho zootécnico avaliou-se a conversão alimentar aparente e sobrevivência, sendo que para estes parâmetros o que teve significância foram o de conversão alimentar aparente, que apresentou efeito quadrático ($p < 0,05$). Após o término do período experimental, os alevinos foram abatidos e suas carcaças submetidas às análises laboratoriais, tais como: proteína bruta, extrato etéreo, umidade e cinzas. Após a obtenção dos resultados, os mesmos foram submetidos à regressão linear simples, sendo significativo linearmente para extrato etéreo e umidade. Após todas as análises, concluiu-se que há um ponto máximo de absorção de proteína digestível para um maior peso final médio, que é de 24,65%, e que o nível de proteína digestível que mais obteve resultado para os parâmetros avaliados foi de 26% de proteína digestível.

Palavras chave: Aquicultura, nutrição de peixes e peixes nativos.

ABSTRACT

The objective of this study was to. Four diets with increasing levels of digestible protein (18, 22, 26 and 30 %) based on products of plant origin were evaluated. The fry were housed in 50L hapas which were inside 1000L tanks in the greenhouse. The temperature and, dissolved oxygen were daily verified and pH was weekly verified. The fry were fed three times a day (7:30a.m., 12: 30p.m. and 5:30p.m) after the last feeding and removal of food debris feces was performed with subsequent replacement of the water system , and after weighing the pots ration to measure consumption . The experimental design was randomized blocks with six tanks 1000L (repetitions) with four 50L hapa tanks within these treatments (18, 22, 26 and 30% of digestible protein). Each hapa settled 10 fingerlings. The fry pacu that were previously weighed batch of water 10 (9.49g \pm 0.04g average weight per fish), the overall length of 8.025cm, 6.28cm gage length, height and width of 3.005 cm and 0.56 cm. The measurements were obtained by averaging done after the initial biometrics. At the end of the experiment, a quadratic effect ($p < 0.01$) for the average final weight, standard length, total length, height and width was observed. For vestments of zootechnical performance the feed conversion ratio and survival were evaluated, and for these parameters were those who had the significance of apparent feed conversion showed a quadratic effect ($p < 0.05$). After expiration of the trial period the fry were slaughtered and their carcasses submitted to laboratory analyzes which were: crude protein, ether extract, moisture and ash. After that the results were submitted to the same simple linear regression, the mean linearly for fat and moisture. After all the analysis it was concluded that there is a point of maximum absorption of digestible protein to a higher average final weight which is 24.65%, and that the level of digestible protein obtained results for most parameters evaluated was 26% of digestible protein .

Keywords: aquaculture, fish nutrition and native fish.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Curva de resposta dos animais à adição de um nutriente limitante à ração.....200
- Figura 2.** Peso final médio de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com rações com níveis crescentes de proteína digestível.....35
- Figura 3.** Conversão alimentar aparente média de alevinos pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com rações com níveis crescentes de proteína digestível.....36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química das rações experimentais.....	33
Tabela 2. Composição em ingredientes das rações experimentais.....	33
Tabela 3. Parâmetros de composição química corporal de alevinos pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>) alimentados com rações com níveis crescentes de proteína digestível.....	36
Tabela 4. Parâmetros de composição química corporal dos alevinos de pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>) alimentados com rações com níveis crescentes de proteína digestível.....	40

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS.....	9
1 Referencial teórico.....	11
1.1 Introdução.....	11
1.2 Situação atual da aquicultura.....	12
1.3 Espécie Alvo.....	14
1.4 A Alimentação do pacu.....	15
1.5 Uso de Proteína na Dieta de Pacu.....	16
1.6 Proteína /Energia.....	18
1.7 Método Dose-Resposta para Determinar Exigências Nutricionais.....	19
1.8 Utilização de Proteína de Origem Vegetal.....	20
1.9 A Ração.....	22
1.10. Referências.....	24
2 EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA DIGESTÍVEL PARA ALEVINOS DE PACU(PIARACTUS MESOPOTAMICUS), ALIMENTADOS COM RAÇÕES A BASE DE FARELO DE SOJA.....	29
2.1 Introdução.....	31
2.2 Materiais e métodos.....	32
2.3 Resultados e discussões.....	34
2.4 Conclusão.....	41
2.5 Referências.....	42
APÊNDICE.....	49

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Introdução

A pesca e aquicultura são consideradas pela Organização das Nações Unidas como atividades estratégicas para a segurança alimentar sustentável do planeta (ARANA, 1999). A aquicultura é considerada um dos sistemas de produção de alimentos que mais cresce no mundo e, a piscicultura de água doce, a atividade que vem se mostrando mais promissora (WAGNER et al., 2004).

Assim, como qualquer atividade de cultivo, a piscicultura quando levada a sério, tem como objetivo conseguir uma produção máxima de peixes com o mínimo de custo, de modo a se obter o maior lucro possível, e um dos requisitos para se atingir esse objetivo consiste na organização do criador quanto à administração do seu trabalho e dos seus empregados (BALDISSEROTTO, 2009).

Na última década, a aquicultura se destacou entre as atividades zootécnicas com o mercado em franca expansão. Espécies com boa produtividade e aceitação para a pesca e consumo são almeçadas e, entre as nativas, o pacu *Piaractus mesopotamicus* se destaca na piscicultura nacional, pelo seu alto potencial zootécnico, rusticidade, alta fecundidade, fácil adaptação ao cultivo, além de possuir boa aceitação do mercado consumidor (ABIMORAD et al., 2009).

Embora o meio rural brasileiro mostre elevado interesse pela piscicultura, a falta de serviços de extensão e a longa instabilidade do sistema econômico, aliados ao desconhecimento das técnicas de cultivo e ao preconceito contra o consumo de peixes cultivados, determina lento desenvolvimento da piscicultura comercial (NAKATANI et al., 2001). Esse mesmo autor afirma que considerando-se as qualidades nutritivas do pescado, o potencial de geração de empregos da indústria pesqueira, o baixo custo da produção de peixes em cativeiro, a depleção dos estoques pesqueiros naturais, e o aumento da demanda de alimentos em função do crescimento populacional, torna a piscicultura uma alternativa altamente viável.

Do ponto de vista do aquicultor, é importante que os peixes cresçam rapidamente e apresentem uma boa conversão alimentar. Para que isso ocorra é importante que os peixes recebam uma ração balanceada e que os fatores ambientais sejam mantidos dentro dos níveis ótimos. Além disso, o crescimento e o comportamento alimentar são influenciados por vários fatores bióticos e ambientais que podem afetar o crescimento (BALDISSEROTTO, 2009).

Desse modo, rações balanceadas vêm sendo utilizadas de forma decisiva no cultivo de peixes, quer como fator de sustentabilidade ecológica ou de viabilidade técnico-econômica da atividade (LAZZARI, 2005).

Nesse sentido, os alimentos proteicos representam a maior proporção dos custos da ração em sistemas de cultivo intensivo e semi-intensivo, pois além de entrarem em grande quantidade na formulação, são mais caros que os alimentos energéticos (BOSCOLO et al., 2004).

Entre as espécies nativas, o pacu apresenta grande potencial para a piscicultura intensiva, devido à adaptabilidade ao cultivo, menor exigência de proteína e não necessidade de grandes quantidades de farinha de peixe na ração (FERNANDES et al., 2000).

Esta espécie pertence à ordem Characiformes, que inclui os peixes de maior valor comercial na pesca e na piscicultura brasileira (URBINATI & GONÇALVES, 2005). A subfamília Myleinae, que inclui o pacu, é representada por peixes, que se alimentam no meio natural de frutos e sementes (NAKATANI et al., 2001).

Estes peixes são apreciados por sua carne firme, de excelente sabor e de grande importância na pesca comercial em suas regiões de origem. Além disso, vêm sendo sistematicamente testados na experimentação piscícola, revelando grande habilidade de ganho de peso, rusticidade e adaptabilidade aos sistemas de cultivos (ABIMORAD, 2004).

Deste modo o presente estudo tem como objetivo a avaliação do desempenho produtivo de pacu na fase de alevinagem, frente à alimentação com quatro níveis de proteína digestível (18, 22, 26 e 30% de PD), seguindo níveis sugeridos em estudos feitos pelos autores (ABIMORAD 2004, BICUDO 2008 e, SIGNOR 2006 e 2010).

1.2 Situação atual da Aquicultura

A pesca e aquicultura são consideradas pela Organização das Nações Unidas como atividades estratégicas para a segurança alimentar sustentável do planeta, sendo que o exacerbado declínio da produção extrativa de pescado fez com que a piscicultura moderna se apresentasse como uma importante alternativa tanto para a produção de alimento rico em proteína de origem animal, como para a geração de empregos, tendo em vista que o aumento do consumo *per capita* deste alimento tem crescido no Brasil, oferecendo excelentes oportunidades aos piscicultores (ARANA, 1999).

A aquicultura, ou criação de organismos aquáticos, na qual está inserida a piscicultura, é o segmento da produção animal que mais cresce no cenário mundial atual,

tendo superado as taxas de crescimento da bovinocultura, da avicultura e da suinocultura na última década (CREPALDI et al., 2007).

De acordo com os dados da (FAO, 2012), a produção aquícola mundial, incluindo peixes ósseos, crustáceos, moluscos e outros animais aquáticos, atingiu 60 milhões de toneladas em 2010, representando um aumento médio de 8,8% ao ano, o que mostra o crescimento na produção de organismos aquáticos.

O crescimento do setor aquícola nestes últimos anos está diretamente relacionado ao aumento do consumo de pescado. Considerando o consumo mundial, a média passou de 0,7 kg em 1970 para 18,6 kg em 2010 (FAO, 2012). No Brasil, o consumo *per capita*, que era de 6,43 kg em 2003, atingiu 9,03 kg em 2010. Entretanto, ainda é considerado baixo, se comparados aos 12 kg/habitante/ano, recomendados pela Organização Mundial de Saúde - OMS (BRASIL, 2010). Este crescimento pode ser atribuído a diversos fatores, como o aumento do hábito do consumo da carne de pescado, a qualidade, a diversidade e praticidade oferecidas pelos produtos comercializados.

A aquicultura tem crescido satisfatoriamente nos últimos anos e se destaca dentre as atividades zootécnicas como produtora de proteína de origem animal, com isso, a crescente investigação na área de nutrição e alimentação de peixes se faz indispensável para contribuir com o sucesso da atividade (BALDAN, 2008).

Com o crescente aumento do interesse por espécies nativas, tendo em vista a redução da introdução de espécies exóticas em ambientes naturais, faz-se necessário estudos que possibilitem seu processamento, e dentre os diversos aspectos relacionados à piscicultura, aqueles envolvidos com a alimentação vêm sendo amplamente discutidos, principalmente por representarem cerca de 70% dos custos de produção em sistema de cultivo intensivo, em relação à criação de peixes. Esse, problema é geralmente mais grave, porque suas exigências proteicas são maiores quando comparadas às demais espécies. Assim, torna-se necessária uma ração rica em proteína, o que aumenta ainda mais os custos de produção (BORGHETTI & OSTRENSKY, 2003).

Segundo Galii & Torloni (1999), a piscicultura é o melhor meio de incrementar a produção de alimentos ricos em proteína, pois é a atividade zootécnica mais econômica, apresentando algumas vantagens como: i) aproveitamento de áreas improdutivas ou de baixo rendimento agropecuário; ii) algumas espécies de peixes tropicais transformam subprodutos e resíduos agroindustriais em proteína animal, reduzindo o custo de produção; iii) apresentam eficiente conversão alimentar quando comparada à dos mamíferos e aves, graças à economia de energia realizada pelos animais; iv) possibilita alta produção por área. No entanto,

comparando a piscicultura às outras atividades zootécnicas, esta ainda encontra-se menos desenvolvida.

Segundo Baldisserotto (2009), é muito importante o conhecimento dos hábitos alimentares dos peixes para o fornecimento de uma alimentação adequada, já que o hábito alimentar nos fornece uma idéia das necessidades nutricionais de cada espécie.

1.3 Espécie Alvo

Várias espécies nativas de peixes apresentam potencial para o cultivo, com inúmeras vantagens quando comparadas às exóticas, pois as nativas se encontram adaptadas ao clima, alimentando-se em temperaturas baixas, além de apresentarem alto valor comercial devido à qualidade de sua carne (ZANIBONI-FILHO, 2000). Segundo esse mesmo autor, o aumento na procura de espécies nativas para a piscicultura tem impulsionado a pesquisa com produção de alevinos de diferentes espécies em universidades, institutos de pesquisa e por empresas de energia elétrica, visando o repovoamento das mesmas.

No Brasil a criação de peixes em cativeiro tem aumentado e, dentre as espécies nativas que vêm sendo utilizadas, destaca-se o pacu, que apresenta grande potencial para a piscicultura intensiva devido à adaptabilidade ao cultivo, menor exigência de proteína, baixa necessidade de farinha de peixe na ração (FERNANDES et al., 2000), rápido crescimento, rusticidade no manejo, fácil adaptação à alimentação artificial e grande aceitação do mercado consumidor, podendo ser explorada na criação comercial e na pesca esportiva (JOMORI et al., 2005).

O pacu é uma espécie reofílica, que apresenta cabeça relativamente pequena, corpo orbicular, com escamas pequenas e numerosas, de cor acinzentada mais intensa na região dorsal e mais amarelada na região ventral; possui dentes molariformes que podem quebrar pequenos frutos fibrosos e duros (URBINATI & GONÇALVES, 2005). Os mesmos autores supra citados afirmam que o pacu pertence à ordem *Characiformes*, que inclui os peixes de maior valor comercial na pesca e na piscicultura brasileira. A subfamília *Myleinae*, que inclui o pacu, é representada por peixes herbívoros, que se alimentam em meio natural de frutos e sementes (NAKATANI et al., 2001).

O pacu é um peixe da família *Characidae*, amplamente distribuído em território brasileiro, sendo originalmente encontrado na Bacia do Prata e no Pantanal (BORGHETTI & CANZI, 1993, GRAÇA & PAVANLLI, 2007, ABIMORAD & CARNEIRO, 2004, PEIXER & PETRERE, 2007), esta espécie é considerada um peixe onívoro, com forte

tendência à frugivoria-herbivoria, alimentando-se de frutos, detritos orgânicos, crustáceos, moluscos e pequenos peixes. Seu corpo apresenta forma de disco, com escamas pequenas e numerosas e possui dentes molariformes que podem quebrar pequenos frutos fibrosos e duros.

Essa espécie tem recebido atenção especial dos pesquisadores pelo que se justifica pelo fato de que, das 132.989 toneladas de pescado produzidas no ano de 2000, o pacu representou o equivalente a 2,9% do total produzido pelo setor aquícola brasileiro (BORGHETTI et al., 2003).

O pacu pode ser considerado uma das principais espécies nativas produzidas no Brasil, e se destaca pela alta taxa de crescimento, fecundidade e por possuir carne de excelente sabor e aceitação (JOMORI et al., 2005; ABIMORAD et al., 2009). Além disso, por possuir hábito alimentar onívoro, é possível a utilização de várias fontes de proteína na sua alimentação, tanto de origem vegetal quanto animal, (BICUDO, 2008), o que reduz o seu custo de produção.

1.4 Alimentação do Pacu

Segundo Silva (1985), o tipo de alimento observado no estômago do pacu do Pantanal Mato Grossense é constituído principalmente de folhas, frutos e resíduos vegetais, sobretudo na enchente, e raramente resto de peixes, crustáceos e/ou moluscos na vazante, mostrando que se trata de uma espécie onívora com preferência frugívora em ambiente natural. Como já mencionado, os hábitos alimentares dos peixes definem as exigências nutricionais qualitativas diferenciadas entre as espécies. Assim, peixes ictiófagos terão melhor desempenho quando a proteína e a energia de sua dieta forem de origem animal. Segundo Silva (1985), os peixes herbívoros crescem e produzem bem com dietas formuladas com produtos de origem vegetal.

Cyrino et al. (2000) afirmam que o manejo alimentar pode ser feito com rações suplementares ou completas, sendo que a ração suplementar visa suprir as deficiências da alimentação natural e a ração completa visa fornecer aos peixes todas as suas exigências alimentares e nutricionais, independentemente da contribuição do alimento natural. Em geral, a alimentação suplementar é feita em cultivos semi-intensivos e a alimentação completa é feita em cultivos intensivos, onde os peixes não têm acesso ao alimento natural.

1.5 Uso de Proteína na Dieta de Pacu.

Como a proteína é o nutriente mais caro da dieta de peixes, é de grande importância determinar a concentração mínima desse nutriente, que produza crescimento máximo nos animais. Entretanto, é extremamente difícil determinar, para uma dada espécie, um valor único de proteína dietética que sirva para todas as situações, pois diversos fatores influenciam nessa exigência (BROWN, 2000), dentre os quais, destacam-se: temperatura da água, taxa de arraçoamento, tamanho do peixe, qualidade da proteína e participação de fontes energéticas não proteicas.

Segundo Jobling (1995), as dietas com níveis proteicos que excedam as exigências para crescimento, pressupõem um gasto energético de aminoácidos, o que não é desejável, tanto do ponto de vista dos índices de conversão, como de rentabilidade da dieta. Nessa circunstância, aumenta-se consideravelmente o destino gliconeogênico dos aminoácidos, elevando as atividades das enzimas (ABIMORAD, 2004).

Também não é desejável o excesso de energia não proteica, como resultado da formulação de dietas com uma alta relação energia/proteína, o que leva a diminuição do consumo voluntário do alimento e, com isso, há uma menor ingestão de proteína e outros nutrientes essenciais, acarretando em excessiva deposição de gordura corporal. Sendo assim uma baixa relação de energia digestível e proteína digestível (ED/PD) na dieta faz com que os peixes utilizem parte da proteína como fonte de energia, reduzindo o valor produtivo desse nutriente para formação de tecido muscular e, dessa forma, encarecendo a dieta (ABIMORAD, 2004).

Para Wilson (1998), as proteínas são degradadas na biossíntese de proteínas corporais. No entanto dietas deficientes em proteína, promovem a degradação de proteínas corporais de tecidos menos vitais para manutenção de tecidos essenciais, enquanto que no excesso são utilizados como fonte de energia implicando em gasto de energia para excreção de resíduos nitrogenados.

As dietas para peixes, de maneira geral, requerem ingredientes ricos em proteína para atender as suas exigências, e em função disso, a farinha de peixe tem sido tradicionalmente a base da maioria das rações, pois é altamente nutritiva para a maioria das espécies de peixes, porém, apresenta a desvantagem do preço muito elevado (LOVELL, 1998). Para esse mesmo autor, o farelo de soja é a fonte vegetal de proteína que apresenta o perfil de aminoácidos mais favorável e também é palatável para a maioria das espécies dos peixes. Além disso, está disponível na maioria dos mercados do mundo a um custo muito mais baixo do que a farinha

de peixe. Assim, com a adequada suplementação de energia e minerais, o farelo de soja é capaz de substituir em grande parte ou totalmente a farinha de pescado utilizada na confecção de rações para a maioria das espécies comerciais de peixes (SIGNOR, 2010).

A proteína de soja é uma das melhores fontes de aminoácidos, reunindo aqueles essenciais para a maioria das espécies de peixes (LOVELL, 1998). De acordo com Robinson & Wilson (1980), a proteína da soja não apresentou nenhuma deficiência em qualquer aminoácido essencial para o catfish, e apesar da metionina e cistina serem os aminoácidos mais limitantes neste grão, a exigência do catfish por estes aminoácidos foi relativamente baixa.

Para (BOSCOLO et al., 2002), o suprimento dietético de proteína é um dos principais fatores que influenciam a produtividade dos peixes e a produção de resíduos nitrogenados que são excretados na água. Desse modo, a principal fonte de poluição em sistemas intensivos de criação de peixes é proveniente do fornecimento de rações ricas em proteína. Assim, uma importante ferramenta para os nutricionistas é a formulação de rações com base em nutrientes digestíveis, visando obter o máximo desempenho dos animais com o mínimo custo (BOSCOLO et al., 2002), possibilitando minimizar a poluição do ambiente aquático, pois a porção proteica que não for digerida e absorvida será excretada.

Neste mesmo sentido, Furuya et al. (1996), afirma que é de fundamental importância determinar a exigência proteica dos peixes para cada fase de criação, para que não sejam fornecidos níveis excessivos deste nutriente e assim fornecer uma ração balanceada e de menor custo, minimizando a excreção no ambiente aquático.

Segundo Boscolo et al. (2004), o farelo de soja é amplamente empregado na formulação de rações para peixes e pode ser encontrado nas mais diversas regiões do país, com preço variável. Entretanto, a qualidade deste alimento pode sofrer influências de fatores chamados antinutricionais, que podem comprometer o desempenho dos animais. Portanto, a torragem adequada da soja antes do preparo da ração é fundamental para bloquear a ação destes fatores. Segundo esses mesmos autores, a exigência proteica varia entre as diferentes espécies, dependendo ainda de outros nutrientes. Além disso, o sistema de produção empregado, a qualidade da água, a taxa de arraçoamento, tamanho do peixe, qualidade da fonte proteica e hábito alimentar influenciam a exigência nutricional do animal.

No que se refere à nutrição de pacu, a literatura apresenta diferentes níveis de exigência em termos de proteínas. Fernandes et al. (2001) afirma que níveis de proteína bruta para alevinos são de 26% e para juvenis de 22%. (BICUDO, 2008), recomenda 27% PB para juvenis.

1.6 Proteína /Energia.

A retenção de proteína da dieta para o crescimento é o principal alvo dos nutricionistas de rações para peixes, desenvolvendo, assim, uma dieta economicamente efetiva e ambientalmente sustentável. Recentes estudos evidenciam que a inclusão exata de proteína e a disponibilidade de fontes de energia não proteicas (lipídios e carboidratos digestíveis) são indispensáveis para maximizar a utilização da fração proteica da dieta para o crescimento, além de se levar em conta a qualidade da proteína (digestibilidade e conteúdo em aminoácidos essenciais) (ABIMORAD, 2004).

De forma geral, os estudos não consideraram a relação energia/proteína e o conteúdo de lipídios das rações como importantes, pois afetam diretamente o consumo e a utilização da energia e dos nutrientes. Além disso, é importante considerar os teores de antinutrientes presentes no farelo de soja integral para elaborar rações de elevado valor nutritivo e de custo mínimo (FURUYA, 2004).

A energia não é um nutriente, mas sim o resultado da oxidação de proteínas, lipídios e carboidratos, que durante o metabolismo pode ser liberada na forma de calor ou armazenada para uso posterior dos animais. Todos os animais precisam de energia para executar as atividades bioquímicas, fisiológicas e mecânicas e essenciais à sobrevivência, crescimento e reprodução, sendo que os custos dessas atividades são considerados no intuito de atender às exigências energéticas e na distribuição de energia disponível de qualquer espécie animal (BICUDO, 2008). Segundo (NRC, 1993), a deficiência ou excesso de energia digestível na dieta pode reduzir as taxas de crescimento dos peixes.

Os lipídeos são uma importante fonte de energia que pode ser utilizada na alimentação dos peixes (WILSON, 1998), pois é uma fonte de alimento facilmente encontrada no mercado e fornece, além da energia, uma quantidade considerável de ácidos graxos essenciais (STEFFENS, 1981). A utilização de lipídeos como fonte de energia varia conforme a espécie de peixe, dependendo de seu hábito alimentar, sendo que geralmente rações para peixes carnívoros podem ter níveis mais elevados de lipídeos que aquelas para onívoros e herbívoros (WILSON, 1998; MEURER et al., 2002, BICUDO, 2008).

Desse modo, é de extrema importância determinar as necessidades qualitativas e quantitativas dos nutrientes da dieta para a formulação de rações adequadas que atendam às exigências nutricionais dos peixes e que representem custo mínimo para o produtor, Cyrino & Portz (2004). Muitos estudos têm sido conduzidos com o objetivo de determinar as exigências

em proteína para várias espécies de peixes tradicionalmente cultivadas em todo o mundo, cujos valores variam entre 24 e 55%PB (ABIMORAD, 2004).

No caso do pacu, o coeficiente de digestibilidade da energia e de proteína dos principais alimentos utilizados na formulação de rações de juvenis foi determinado por Abimorad & Carneiro (2004). Entretanto, a lista de ingredientes que pode ser utilizada na fabricação de rações é muito extensa e alguns deles ainda não foram avaliados.

Tendo em conta o hábito onívoro, com tendência a frugívoros do pacu, e a carência de informações sobre a utilização de fontes energéticas não proteicas em sua dieta, torna-se necessário avaliar o potencial de utilização de lipídios para poupar proteína para seu crescimento (FERNANDES, 2001). Nesse sentido, é importante compreender melhor o aproveitamento desses nutrientes, por intermédio dos estudos sobre digestibilidade, metabolismo intermediário, eficiência de retenção de nutrientes e desempenho produtivo de alevinos alimentados com dietas contendo diferentes combinações entre proteína e energia digestível, o que será objeto do presente estudo (BALDISSEROTTO, 2009).

1.7 Método Dose-Resposta para Determinar Exigências Nutricionais

O Método Dose-Resposta é baseado na resposta do animal ao aumento na ingestão de um nutriente. De acordo com Euclides & Rostagno (2001), a adição de um nutriente limitante na ração, mantendo níveis adequados dos demais nutrientes, promove o crescimento do animal até que sua exigência seja atendida; a partir daí, existirá uma faixa de estabilização no crescimento e, em seguida, dependendo do nutriente, poderá ocorrer uma perda de peso do animal (Figura 1). Esse fenômeno, resultante do acréscimo de um nutriente na ração, partindo de níveis baixos até os níveis elevados, pode ser descrito em quatro fases distintas: **a) inicial** – nessa fase, o acréscimo do nutriente garante apenas a sobrevivência do animal (manutenção), pois os níveis são insuficientes para permitir o crescimento; **b) resposta** – os animais começam a apresentar crescimento, melhor eficiência alimentar, até um nível no qual estabiliza a produção; **c) estável** – nessa fase, os níveis do nutriente não apresentam resposta à produção ou toxidez proveniente do excesso; **d) tóxico** – o nível elevado do nutriente pode causar redução na produção em consequência de efeitos, como interação, antagonismo.

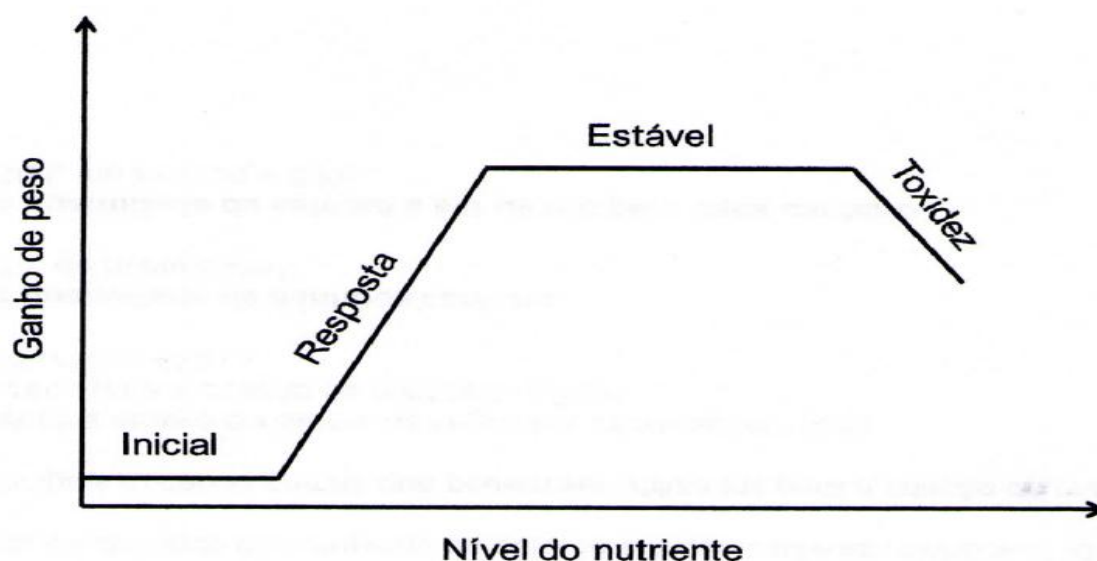


Figura 1 - Curva de resposta dos animais à adição de um nutriente limitante à ração.

Fonte: REZENDE et al. (2007).

De acordo com Sakomura & Rostagno (2007), os modelos utilizados para determinar os níveis ótimos dos nutrientes na dieta são aplicáveis quando os tratamentos são estabelecidos nas fases de resposta e estável, sendo que se os níveis forem avaliados somente no começo da fase resposta, o nível ideal do nutriente não poderá ser determinado, enquanto que se os níveis compreenderem o início e o decorrer da fase estável pode-se concluir que o nutriente em estudo não é essencial ou está acima da exigência caso os níveis estudados se situem na fase tóxica, o resultado mostrará o efeito nocivo do nutriente.

1.8 Utilização de Proteína de Origem Vegetal

A formulação de rações para peixes não têm apresentado um balanceamento tão preciso como para outras espécies de animais domésticos que têm as suas exigências nutricionais bastante conhecidas (CHO 1992; FERNANDES, 1998 e 2001).

O desenvolvimento e a intensificação da piscicultura como atividade agroindustrial exige o uso de ingredientes de alta qualidade, que permitam a formulação e o processamento das rações nutricionalmente completas, necessárias para manter a sustentabilidade econômica e ambiental da aquicultura (CYRINO et al., 2010).

Segundo Hardy (2010), os efeitos da utilização de fontes proteicas de origem vegetal podem estar relacionados à origem, à porcentagem de inclusão, ao perfil de aminoácidos, bem como à sensibilidade das espécies frente aos fatores antinutricionais, tornando assim limitada sua utilização nas rações.

O farelo de soja tem sido utilizado como principal substituto da farinha de peixe nas rações para organismos aquáticos. Entretanto, o valor nutricional da soja é limitado, devido à presença de fatores antinutricionais, como os inibidores das proteases, tripsina e lectinas, que podem afetar a digestão e a fisiologia dos animais (STECH, 2010).

O farelo de soja é a principal fonte protéica de origem vegetal, pela sua disponibilidade no mercado nacional e pelo elevado valor nutritivo (FURUYA et al., 2004).

A proteína da soja possui adequada composição em aminoácidos, particularmente lisina, triptofano, fenilalanina e leucina, sendo por isso muito apreciada pelos nutricionistas, embora seja deficiente em aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), para a maioria das espécies animais (MARTINS, 2011).

Segundo Stech et al. (2010) em estudo realizado com o pacu, utilizando soja tostada, extrusada, farelo de soja, soja crua e macerada foi obtido 94,99; 95,23; 93,88; 80,06 e 82,80% de coeficiente de digestibilidade, respectivamente, segundo esses autores a utilização de sojas tostada e extrusada ou de farelo de soja para o pacu deve ser priorizada perante as sojas crua ou macerada, em vista dos maiores coeficientes de digestibilidade da fração proteica.

Segundo Silva & Anderson (1995), o alto custo das fontes de proteína, associado à poluição ambiental em função do uso excessivo de fontes nitrogenadas em dietas para peixes, exigem reavaliações urgentes e mais precisas, tanto da fonte, como do nível de proteína a ser utilizado em formulações comerciais, e a farinha de peixe, devido a seu elevado valor nutritivo e palatibilidade, tem sido tradicionalmente utilizada nas rações comerciais para peixes, todavia, a limitação de oferta e o alto custo das farinhas de pescado tem obrigado os nutricionistas a procurar fontes alternativas de proteína (FERNANDES, 1998, 2000, 2001).

Dentre as fontes comerciais de proteína animal e vegetal, a opção com maior potencial para a substituição da farinha de peixe, especialmente no Brasil, é a soja, pois possui alta concentração de proteínas de alta digestibilidade; possui balanço adequado de aminoácidos essenciais e, principalmente, é de grande disponibilidade no país. Além disso, peixes alimentados com soja excretam menos fósforo e nitrogênio do que os alimentados com farinha de peixe, causando menor impacto ao ambiente (BROWN, 2000).

De acordo com as previsões de Koch (1997), para o novo milênio, três fatos induzirão mudanças na indústria de alimentos aquícolas: primeiro, a população mundial está cada vez mais consumindo proteínas originárias de peixes, e para atender a essa demanda, as indústrias deverão aumentar a produção de rações de 16 para 42 milhões de toneladas; segundo, se a aquicultura alcançar essa produção, uma fonte de proteína renovável deverá sustentar este aumento de volume de rações, porque a farinha de peixe, já estando no seu limite não poderá

atender essa demanda; terceiro, os impactos causados no meio ambiente, pela aquicultura, não deverão ser ignorados. Assim, as formulações deverão atender não só as exigências dos animais, como também apresentar o maior nível de digestibilidade, evitando as desnecessárias e poluidoras excreções de nutrientes no meio ambiente. Uma das soluções, para o mencionado problema, é a utilização de alimentos de origem vegetal, sendo que o farelo de soja pode ser o melhor substituto para a farinha de peixe, principalmente na alimentação de peixes onívoros Koch (1997).

Existem outras fontes protéicas de origem animal disponíveis no mercado, como a farinha de vísceras de aves e a farinha de carne, mas a demanda por esses ingredientes também é elevada e a disponibilidade restrita. Assim, a alternativa mais adequada é a viabilização de fontes proteicas vegetais (NAYLOR et al., 2009; HARDY, 2010). Nesse contexto, o farelo de soja é o ingrediente mais estudado, e considerado como a opção com maior potencial para substituir a farinha de peixe nas rações (GATLIN III et al., 2007; HARDY, 2010). O farelo de soja possui balanço adequado de aminoácidos; contém lisina em maiores quantidades que de outros vegetais, e ainda que não seja rica em lipídios, possui a quase totalidade dos ácidos graxos necessários para os peixes de água doce (MARTINS, 2011).

Segundo Lovell (1988), o farelo de soja é a fonte vegetal de proteína que apresenta o perfil de aminoácidos mais favorável e também é palatável para a maioria das espécies de peixes. Além disso, está disponível na maioria dos mercados do mundo a um custo muito mais baixo do que a farinha de peixe. Com adequada suplementação de energia e minerais, o farelo de soja é capaz de substituir em grande parte ou totalmente a farinha de pescado utilizada na confecção de rações para a maioria das espécies comerciais de peixes. Para o mencionado autor, o farelo de soja pode ser um substituto para a farinha de peixe, uma vez que apresenta o perfil de aminoácidos mais favorável e palatabilidade para a maioria dos peixes. Além disso, está disponível na maioria dos mercados mundiais a um custo inferior ao da farinha de peixe.

1.9 A Ração

Um dos aspectos importantes dentro de um cultivo animal é a correta nutrição da espécie em questão no qual o balanceamento de uma ração deve estar adequado às exigências nutricionais de cada fase de desenvolvimento da espécie. Isso é necessário para a expressão do seu potencial produtivo desejado (MEURER, 2000).

Em virtude da alta porcentagem de alimentos de origem animal, um dos problemas destas rações é o alto teor de minerais, como cálcio e fósforo, e o alto custo de algumas destas fontes, como a farinha de peixes de boa qualidade. Alguns pesquisadores têm demonstrado que as fontes proteicas de origem animal podem ser substituídas, parcial ou totalmente, por fontes proteicas de origem vegetal (BOSCOLO et al., 2001).

O farelo de soja é um alimento proteico de boa disponibilidade no mercado nacional e, em razão da alta produção de grão de soja e de seu processamento para extração de óleo, constitui a principal fonte proteica utilizada por animais como peixes (MARTINS, 2011) e (LOVELL, 1988).

1.10 Referências

- ARANA, L. V. **Aquicultura sustentável**. Florianópolis. Editora UFSC. 1999. 310p.
- ABIMORAD, E. G. **Relações entre níveis de proteína e energia digestível em dietas com diferentes proporções de lipídios e carboidratos para o crescimento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. 2004. 107f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração proteica e da energia de alimentos para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) Holmberg, 1887. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1101-1109, 2004.
- ABIMORAD, E. G.; FAVERO, G. C.; CASTELLANI, D.; GARCIA, F.; CARNEIRO, D. J. et al. Dietary supplementation of lysine and/or methionine on performance, nitrogen retention and excretion in pacu *Piaractus mesopotamicus* reared in cages. **Aquaculture research**, v. 295, p. 266-270, 2009.
- BALDAN, A. P. **Avaliação da tolerância do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) a carboidratos**. 2008.107f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2º Ed, Santa Maria: Ed da UFSM, 2009. 352p.
- BICUDO, A. J. A. **Exigências nutricionais de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1987): proteína, energia, e aminoácidos**. 2008. 123f. Tese (Doutorado em ciência animal), Universidade de São Paulo, SP.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, F.; MEURER, F. et al. Farinha de peixe, carne e ossos, vísceras e crisalidas como atractantes em dietas para alevinos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1397-1402, 2001.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. et al. Digestibilidade Aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.2, p.539-545, 2002.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. et al. Digestibilidade Aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.8-13, 2004.
- BORGHETTI, N. R. B.; CANZI, C. The effect of water temperature and feeding rate on the growth rate of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) raised in cages. **Aquaculture research**, v. 61, p. 93-101, 1993.

- BORGHETTI, N. R. B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. **Aqüicultura: Uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Curitiba: Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais, 2003, 128p.
- BRASIL, 2010, Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**, Brasília, 2012.
- BROWN P. Soy feeds for aquaculture. **Aquaculture Magazine**, p.21-22, may/jun. 2000
- CHO, C. Y. Feeding for rainbow trout and other salmonids. With reference to current estimates of energy and protein requirements. **Aquaculture Research**, Amsterdam, v. 100, n. 1-3, p.107-123, 1992.
- CREPALDI. A situação da aqüicultura e da pesca no Brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, 30:81-85. 2007.
- CYRINO, J. E. P.; PORTZ, L.; MARTINO, R. C. Retenção de proteína e energia em juvenis de 'Black bass' (*Micropterus salmoides*). **Scientia Agrícola**, v.57, n.4, 2000. p 609-616.
- CYRINO, J. E. P.; PORTZ, L. Digestibility of nutrients and amino acids of different protein sources in practical diets by largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802). **Aquaculture Research**, V.35, n.4. p312-320. 2004.
- CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 68-87, 2010.
- EUCLYDES, R. F.; ROSTAGNO, H. S. Estimativa dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São Paulo: p.77-88, 2001.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO),. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**, Roma, p. 251, 2012.
- FERNANDES, J. B. K. **Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg,1887)**. Tese (Doutorado na área de aqüicultura). Universidade Estadual Paulista – UNESP. Jaboticabal. 1998.
- FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 646-653, 2000.
- FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, p. 617-626, 2001.
- FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M. Use of ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in fish-meal-free diets for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture Research**, .35: 1110-1116. 2004.
- GALLI, L. F.; TORLONI, C. E. C. **Criação de peixes**, São Paulo, Nobel, 1999. 119p.

- GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá: Eduem, 241 p.
- GAITLIN III, D. M.; BARROWS, F. T.; BROWN, P. et al. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research*, Oxford, 38: 551-579. 2007.
- HARDY, W. R.; Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal, *Aquaculture Research*, v. 41, p. 770-776, 2010.
- JOBLING, M. **Environmental biology of fishes**. New York, Chapman & Hal, 1995, 455p.
- JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J.; MARTINS, M. I. E. G.; PORTELLA, M. C. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. *Aquaculture Research*, v. 243, p. 175-183, 2005.
- KOCH, B. K. Use of soy protein in aquatic feeds: Products and methods of production. In: **World Aquaculture**, v. 97. Seattle. USA. p. 259. 1997.
- KUBITZA, F. Qualidade da alimentação, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ALIMENTAR E NUTRIÇÃO DE PEIXES**. CBNA. Piracicaba, 1997. p. 63-101.
- LAZZARI, R. **Estudo de enzimas digestivas, crescimento e composição centesimal de filés de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*)**. 2005 81f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) Universidade Federal de Santa Maria.
- LOVELL, R.T. **Nutrition and feeding of fish**. Auburn universiy, 1988. 330p.
- LOVELL, T. Dietary Requirements. In: **Nutrition and feeding of fish**. 2. ed. Auburn: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 61-68.
- MARTINS, G. P. **Soja crua na alimentação de tilápia do Nilo**. 2011. 88f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Centro de aquicultura. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C, M.; BOSCOLO, W, R. Utilização de levedura spray na alimentação de alevinos de Tilápia do Nilo. *Acta Scientiarum*, v. 22, p. 479-484. 2000.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G. **Ovos e larvas de peixes de água doce**. Maringá: EDUEM, 2001. 378p.
- NAYLOR, R.L.; HARDY, R.W.; BUREAU, D.P. et al. **Feeding aquaculture in an era of finite resources**. *Proceeding of the National Academy of Sciences*, Washington, 36: 15103-15110. 2009.
- NRC – National **Research Council. Nutrient Requeriments Of Fisch**. Waschingtn: National Academic Press. 114p., 1993.

- PEIXER, J. PETRERE, M. Hook selectivity of the Pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) in the Pantanal, the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, p. 339-345, 2007.
- REZENDE, D. M. L. C.; MUNIZ, J. A.; FERREIRA, D. F. et al. Ajuste de modelos de platô de resposta para exigência de zinco em frango de corte. **Ciência e Agroecologia**, Lavras, v.31, p. 468-478, 2007.
- ROBINSON, E. W.; WILSON, R. P. Quantitative aminoacids requirements of channel catfish. **Feedstuffs**. v.52, p.29. 1980.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.
- SIGNOR, A. A.; **Níveis de proteína e energia na alimentação de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*: Holmberg, 1887) cultivados em tanques rede no reservatório de Itaipu**. Monografia apresentada para obtenção do título de bacharel em Engenharia de pesca. 55 p, 2006.
- SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, R. W.; FEIDEN, A.; BITENCOURT, F. **Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques rede**. Rev. Bras. Zootec., v39, n 11, p 2336- 2341, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n11/v39n11a04.pdf>. Acessado em: 08/03/2012.
- SILVA, A. J. **Aspectos de alimentação do pacu adulto, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Pisces Characidae), no Pantanal de Mato Grosso**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1985.
- SILVA, J. R. **Análise da viabilidade econômica e produtividade de peixes criados em tanque rede no reservatório de Itaipú**. 2008. 142p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal de Santa Maria-RS.
- SILVA, S. S.; ANDERSON, T. A.; **Fish nutrition in aquaculture**. 1.ed. London: Chapman Hall. 319p. 1995.
- STECH, M. R.; D. J.; CARVALHO, M. R. B. Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu *Piaractus mesopotamicus*, **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 255-262, 2010.
- URBINATI, E. C.; GONÇALVES, F. D. **Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. In: BALDISSEROTO, B; GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: editora UFMS, 2005. 470p.
- WAGNER, P. M.; RIBEIRO, R. P.; MOREIRA, H. L. M. et al. Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases de criação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 187-196, 2004.

WILSON, R. P. State of art of warmwater fish nutrition. In: AQUICULTURA BRASIL'98, 1., 1998, Recife. **Anais...** Recife: SIMBRAQ, 1998. p.375-380.

ZANIBONI-FILHO, E. Larvicultura de peixes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.203, p.69-77, mar./abr. 2000.

2. EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA DIGESTÍVEL PARA ALEVINOS DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*) ALIMENTADOS COM RAÇÃO A BASE DE FARELO DE SOJA.

Resumo: O objetivo deste trabalho foi determinar a exigência de proteína digestível para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), alimentados com ração a base de farelo de soja. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com seis tanques de 1000L (repetições), contendo quatro hapas de 50L (tratamentos; 18, 22, 26 e 30% de proteína digestível), com 10 alevinos cada, que apresentaram $9,49 \pm 0,04$ g de peso médio; comprimento total médio de 8,025 cm; comprimento padrão médio de 6,28 cm; altura média de 3,005 cm e largura média de 0,56 cm. Os alevinos foram alimentados três vezes ao dia (7h:30, 12h:30 e 17h:30), e ao final da última alimentação era realizada retirada de fezes e restos de alimentos, com posterior reposição da água do sistema. Diariamente verificou-se a temperatura e o oxigênio dissolvido e, semanalmente, o pH. Ao final do experimento, os alevinos foram pesados, medidos (comprimento total, comprimento padrão, altura e largura) e abatidos; suas carcaças foram submetidas às análises de proteína bruta, extrato etéreo, umidade e cinzas. Para os parâmetros de desempenho zootécnicos, avaliou-se a conversão alimentar aparente e sobrevivência. Foi observado um efeito quadrático ($p < 0,01$) para o peso final médio, comprimento total, comprimento padrão, altura, largura e conversão alimentar aparente e efeito linear para extrato etéreo ($p < 0,012$) e umidade ($p < 0,03$). Após as análises concluiu-se que o ponto de máxima absorção de proteína digestível (PD) para um maior peso final médio foi de 24,65.

Palavras chave: aquicultura, nutrição de peixes, peixes nativos.

2. REQUIREMENT FOR DIGESTIBLE FINGERLINGS PACU (*Piaractus mesopotamicus*) FED SOYBEAN MEAL.

Abstract: The aim of this study was to determine the digestible protein requirement of fingerlings pacu (*Piaractus mesopotamicus*), fed based on soybean meal. The experimental design was randomized blocks with six 1000L tanks (repetitions), containing four 50L hapas (treatments of 18, 22, 26 and 30 % of digestible protein), each with 10 fingerlings, which showed 9.49 ± 0.04 g average weight, average total length of 8.8025 cm, standard length of 6.28 cm, mean height of 3.005 cm and an average width of 0.56 cm. The fry were fed three times a day (7:30a.m., 12h:30p.m and 17h:30p.m), and at the end of last feed removal of feces and food waste was carried out, with subsequent replacement of the water system. The temperature and dissolved oxygen were daily verified and pH was weekly verified. At the end of the experiment the fingerlings were weighed, measured (total length, standard length, height and width) and slaughtered. Their carcasses were submitted to analyzes of crude protein, ether extract, moisture and ash. For zootechnical traits, the performance was evaluated by the feed conversion ratio and survival. A quadratic effect ($p < 0.01$) for the average final weight, total length, standard length, height, width and apparent feed conversion and linear effect for fat ($p < 0.012$) and humidity ($p < 0.03$) was observed. After analysis it was concluded that the point of maximum absorption of digestible protein (PD) to a higher average final weight was 24,65%.

Keywords: aquaculture, fish nutrition and native fish.

2.1 Introdução

De acordo com os dados da (FAO, 2012), a produção aquícola mundial, incluindo peixes ósseos, crustáceos, moluscos e outros animais aquáticos, atingiu 60 milhões de toneladas em 2010, representando um aumento médio de 8,8% ao ano, assim mostrando o crescimento na produção de organismos aquáticos.

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*) pode ser considerado uma das principais espécies nativas produzidas no Brasil, e se destaca pela alta taxa de crescimento, fecundidade e por possuir carne de excelente sabor e aceitação (JOMORI et al., 2005; ABIMORAD et al., 2009). Além disso, possui hábito alimentar onívoro, o que permite a utilização de várias fontes de proteína na sua alimentação, sejam elas de origem vegetal ou animal (BICUDO, 2008), reduzindo o seu custo de produção.

A produção comercial dessa espécie está crescendo em função do seu baixo custo, da resistência a patógenos, da baixa exigência quanto à qualidade da água, pela alta adaptabilidade aos mais variados sistemas de cultivo, bem como pela característica atrativa para a pesca esportiva (ABIMORAD & CARNEIRO, 2004).

De acordo com Bombardelli et al. (2007), o pacu possui elevado rendimento das partes comestíveis, apresentando rendimento de carcaça (eviscerada e sem brânquias) e tronco limpo (sem cabeça, vísceras, pele e nadadeiras) de 84,35 e 57,48%, respectivamente. O pacu apresenta grande potencial, devido à adaptabilidade ao cultivo, menor exigência de proteína e não necessidade de grandes quantidades de farinha de peixe na ração (FERNANDES et al., 2000).

A farinha de peixe, devido a seu elevado valor nutritivo e palatibilidade, tem sido tradicionalmente utilizada nas rações comerciais para peixes. Entretanto, devido ao alto custo das fontes proteicas, associado à poluição ambiental em função do uso excessivo das fontes nitrogenadas nas dietas, há a necessidade de reavaliação, tanto das fontes, como dos níveis de proteína a serem utilizadas em formulações comerciais (SILVA & ANDERSON, 1995), tendo em vista que o nível de proteína pode influenciar a composição corporal e o desempenho do peixe (FURUYA et al., 1996; AL- HAFEDH, 1999; FERNANDES et al., 2000; FURUYA et al., 2000; SÁ & FRACALOSI, 2002; MEURER et al., 2007).

Nesse contexto, o farelo de soja pode ser um substituto para a farinha de peixe, uma vez que apresenta o perfil de aminoácidos mais favorável e palatibilidade para a maioria dos peixes. Além disso, está disponível na maioria dos mercados mundiais a um custo inferior ao da farinha de peixe (FERNANDES, 2001). Em razão da alta produção de grãos de soja e de

seu processamento para extração de óleo, constitui a principal fonte proteica utilizada por animais monogástricos, como os peixes (MEURER et al., 2008). De acordo com LOVELL (1998), entre os alimentos proteicos de origem vegetal, o farelo de soja possui a proteína com o melhor perfil aminoacídico, além de uma concentração de aminoácidos essenciais adequada às exigências dos peixes.

Além de todo o mais, os peixes alimentados com soja excretam menos fósforo e nitrogênio do que os alimentados com farinha de peixe, causando menor impacto ao ambiente. Desse modo, a determinação das necessidades quantitativas e qualitativas dos nutrientes essenciais na dieta é de fundamental importância para adequada formulação de rações para peixes (CYRINO & PORTZ, 2004). Considerando que as proteínas exercem papel central na estrutura e funcionamento dos organismos (HALVER & HARDY, 2002), sua ingestão é necessária para atender às exigências de manutenção e produção (FURUYA, 2010).

O farelo de soja tem sido utilizado como principal substituto da farinha de peixe nas rações para organismos aquáticos. Entretanto, o valor nutricional da soja é limitado devido à presença de fatores antinutricionais, como os inibidores das proteases, tripsina e lectinas, que podem afetar a digestão e a fisiologia dos animais (STECH et al., 2010).

Desse modo, o objetivo deste trabalho é avaliar a exigência de proteína digestível para alevinos de pacu, alimentados com ração à base de farelo de soja.

2.2 Materiais e métodos

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOAq), do Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina, no período de 25/10/12 a 21/11/12. Foram utilizados 240 alevinos de pacu, com peso médio de $9,49 \pm 0,04$ g; 8,02 cm de comprimento total médio; 3,00 cm de altura e 0,56 cm de largura, adquiridos da Piscicultura Vendrami, Palotina, Paraná.

Os peixes foram distribuídos em 24 tanques-rede (hapas) de 50L, em um delineamento experimental em blocos ao acaso, com 04 tratamentos e 6 repetições, onde um tanque de 1000L contendo 04 hapas foi considerado como bloco. Os tratamentos foram quatro rações isoenergéticas (Tabela 1), com níveis crescentes de proteína digestível (18, 22, 26 e 30%), valores esses elencados a partir de valores adquiridos após estudos dos seguintes autores: Abimorad (2004), Bicudo (2008) e Signor (2010).

Tabela 1. Composição química das rações experimentais

Nutrientes	Nível de proteína digestível (%)			
	18	22	26	30
Proteína bruta	22,01	26,97	31,95	36,92
Lisina total	1,17	1,49	1,82	2,14
Metionina + Cistina total	0,68	0,79	0,90	1,02
Energia digestível	30,00	30,00	30,00	30,00
Energia bruta	38,83	40,23	41,64	43,04
Amido	41,03	33,86	26,64	19,42
Gordura total	3,33	4,66	6,01	7,36
Ácido linoléico	1,37	2,09	2,81	3,54
Cinzas	7,14	7,61	8,10	8,74
Fósforo total	1,00	1,00	1,00	1,00
Cálcio total	1,00	1,00	1,00	1,00
Fibra bruta	3,33	3,81	4,29	4,77
Matéria seca	91,29	91,61	91,95	92,28

As rações experimentais foram fabricadas com ingredientes de origem vegetal (Tabela 2), sendo que o farelo de soja e o milho foram moídos em peneira 0,7 mm e misturados conforme a formulação abaixo, peletizados e secos em estufa de recirculação forçada por 24h.

Tabela 2. Composição em ingredientes das rações experimentais.

Ingrediente	Nível de proteína digestível (%)			
	18	22	26	30
Farelo de soja	37,18	50,01	62,97	75,77
Milho moído	57,83	43,51	29,15	14,75
Óleo de soja	0,00	1,66	3,24	5,03
Fosfato bicálcico	3,47	3,25	3,02	2,79
Calcário calcítico	0,01	0,06	0,11	0,15
Suplemento vitamínico-mineral ¹	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50
BHT ²	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

¹suplemento vitamínico-mineral: Ácido fólico: 200mg; Ácido pantotênico:4.000mg; Biotina:40mg; Cobre: 2.000mg; Ferro:12.500mg; Iodo:200mg; Manganês:7.500mg; Niacina:5.000mg; Selênio: 70mg; Vitamina A:1.000.000UI; Vitamina B1:1.900mg; Vitamina B12: 3.500mg; Vitamina B2: 2.000mg; Vitamina B6:2.400mg; Vitamina C: 50.000mg; Vitamina E: 20.000UI; Vitamina K3:500mg; Zinco: 25.000mg.
²Antioxidante.

A estrutura experimental contou com seis tanques circulares de 1.000L, contendo quatro tanques hapas cada, conectados a dois tanques de fibra de vidro circulares, com 2.000L cada, e uma bomba elétrica de 1 cv (vazão máx. de 15,3 m³/h), em estufa de meia água (10m de comprimento x 2,20m de largura, 2,08m de altura). Os tanques de 1.000L possuíam entrada e saída de água individuais e a saída de água de cada um foi canalizada para um

tanque de 2.000L, que fazia parte do biofiltro. Do último tanque de 2.000L a água foi bombeada de volta para as caixas de 1.000L.

O manejo diário consistia de três alimentações (*ad libitum*) segundo Meurer *et al.*, (2012), além de uma sifonagem (após a última alimentação) de 100L de água para a retirada de fezes e eventuais sobras de ração. Antes de cada sifonagem foi efetuada a medida dos parâmetros de temperatura e oxigênio dissolvido, determinadas por um medidor de oxigênio (LT LUTRON modelo DO 5519). Uma amostra de 500mL de água foi retirada de cada tanque, da entrada e saída do biofiltro para a mensuração dos parâmetros de alcalinidade, dureza e nitrogênio amoniacal, por meio de espectrofotometria uv-vis (BEL photonics modelo SP 2.000 W). O mesmo foi feito em relação pH, por meio de medidor de pH (MS TECNOPON instrumentação modelo mPA210) (BOSCOLO *et al.*, 2001; MEURER *et al.*, 2012 e ARAÚJO *et al.*, 2012). Semanalmente o fluxo de água de cada tanque foi medido e ajustado quando necessário, sendo que o fluxo de água médio nas caixas de 1.000L foi de $7,2 \pm 0,02$ L/min.

Ao final do experimento os peixes foram insensibilizados, pesados, medidos e abatidos para a avaliação da composição química da carcaça. Os parâmetros de desempenho avaliados foram: peso final médio, conversão alimentar aparente e sobrevivência. Os parâmetros corporais foram: comprimento total, comprimento padrão, altura e largura. Posteriormente, os peixes foram avaliados quanto ao conteúdo de proteína bruta, extrato etéreo, umidade e cinzas, de acordo com a metodologia da (AOAC, 1990).

Os resultados finais dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância a 5% de significância e em caso de diferença estatística, foram submetidas à análise de regressão e ao teste de médias, pelo programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2004).

2.3 Resultados e Discussões

O valor médio da temperatura da água durante o período experimental foi de $26,5 \pm 1,6$ °C. Para o oxigênio dissolvido a concentração média foi de $6,4 \pm 0,5$ mg/L e o pH de $7,8 \pm 0,2$. Os valores dos parâmetros físicos e químicos da água durante o período experimental foram adequados ao cultivo de peixes e permaneceram dentro dos limites para o bom desempenho da espécie. No que se refere aos referidos valores, que estão de acordo com (ALBANEZ, 2000), que preconiza a temperatura ideal é de 25 a 28°C, podendo oscilar de 20 a 30°C; a concentração de oxigênio dissolvido acima de 5,0mg/L; e o pH na faixa de 6 a 9,

sendo ótimo entre 7 a 8. Os valores de temperatura foram semelhantes aos obtidos por Torloni et al., (1984), Carneiro (1990), Baldisserotto (2002) e Arana (2004), que observaram os melhores parâmetros de desempenho para alevinos de pacu com temperaturas entre 26,7 e 28,8°C e entre 28 e 32°C, respectivamente. Segundo (BALDISSEROTTO, 2009), existe uma faixa de temperatura na qual o peixe cresce melhor. Como os peixes são pecilotérmicos, em baixas temperaturas, o metabolismo é muito baixo e não há crescimento e, dependendo dos limites letais da espécie, pode ocorrer mortalidade. Este mesmo autor afirma que uma elevação da temperatura da água pode levar a um maior crescimento, mas, acima de certo, pode ocorrer morte, o que, neste experimento, não foi observado, o que não aconteceu durante o experimento.

Para este estudo, houve um efeito quadrático significativo em relação ao aumento dos níveis proteicos da ração, de acordo com as Figura 02, 03 e Tabela 03.

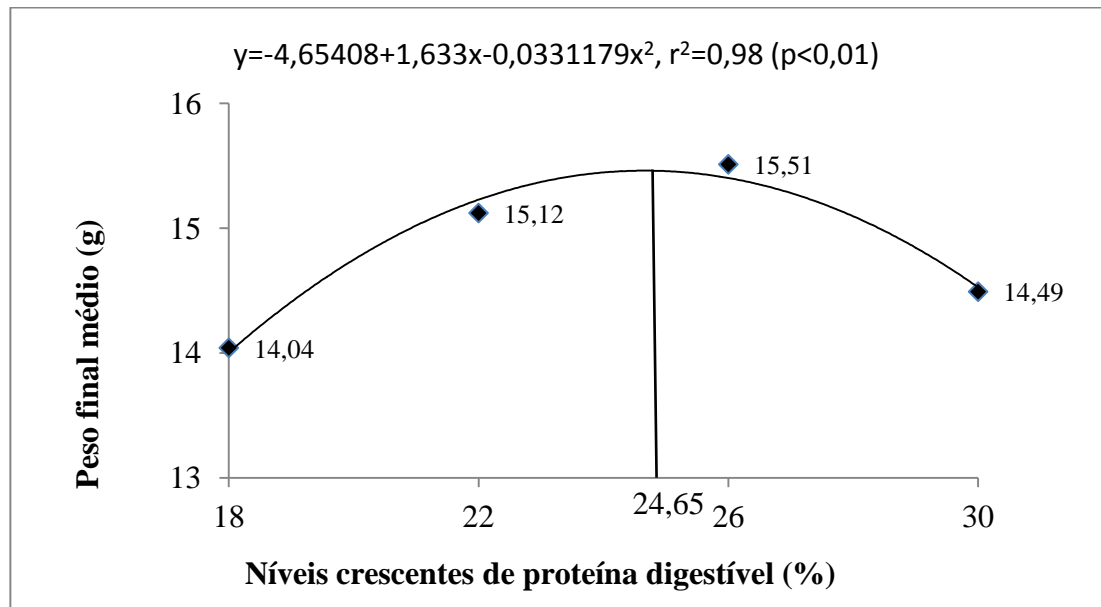


Figura 2: Peso final médio dos alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), alimentados com rações com níveis crescentes de proteína digestível.

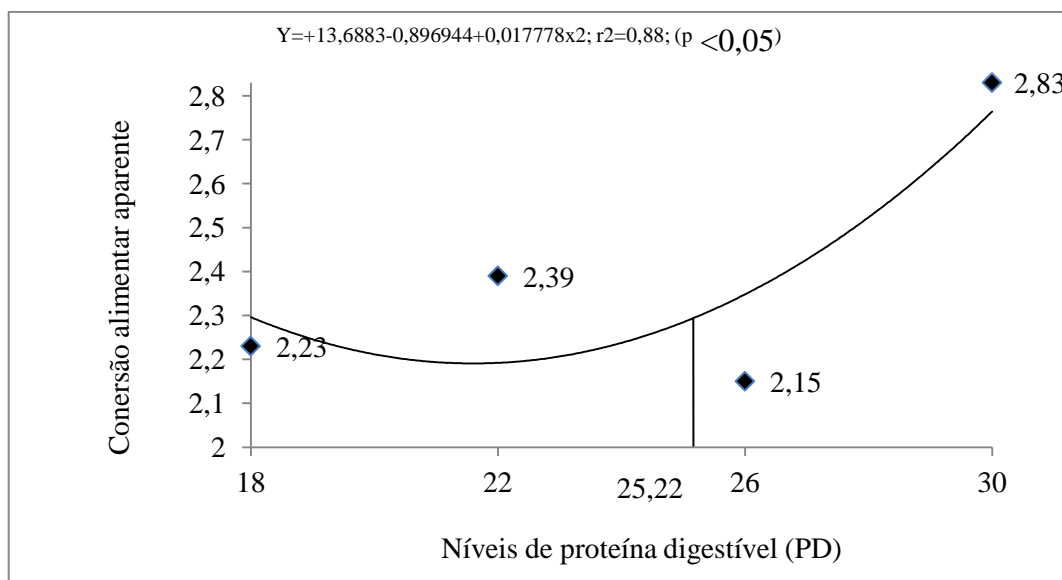


Figura 3: Conversão alimentar aparente dos alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), alimentados com rações com níveis crescentes de proteína digestível.

Tabela 3: Parâmetros corporais e de desempenho dos alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com rações com níveis crescentes de proteína digestível.

Parâmetro	Nível de proteína digestível (%)				CV (%)
	18	22	26	30	
Comprimento total (cm) ¹	9,25	9,51	9,61	9,37	1,81
Comprimento padrão (cm) ²	7,36	7,62	7,66	7,43	1,66
Altura (cm) ³	3,63	3,69	3,72	3,56	2,59
Largura (cm) ⁴	1,07	1,08	1,11	1,04	4,03
Sobrevivência (%) ⁵	98,33	85,00	96,66	98,33	-

¹efeito quadrático ($p < 0,02$) $y = -4,77582 + 0,390084x - 0,00788114x^2$, $r^2 = 0,98$;

²efeito quadrático ($p < 0,01$) $y = 3,0424 + 0,38863x - 0,00781479x^2$, $r^2 = 1,00$;

³efeito quadrático ($p < 0,01$) $y = 1,77695 + 0,166811x - 0,00356125x^2$, $r^2 = 0,94$;

⁴efeito quadrático ($p < 0,04$) $y = 0,412454 - 0,0595421x - 0,00127563x^2$, $r^2 = 0,80$;

⁵não significativo ($p > 0,05$);

O ponto de máximo desempenho de proteína digestível demonstrado na figura 02, de peso médio final foi, 24,65%, sendo que esses peixes foram alimentados com alimentos de origem vegetal. Estes resultados confirmam as informações de (EL-SAYED, 1999) mostrando-se adequado o farelo de soja para alimentação dos alevinos de pacu. Tal feito confirmado também por (MEURER et al., 2008).

Partindo do princípio demonstrado nas figuras 02, 03 e tabela 03, observa-se que os níveis de 18% e 30% de proteína digestível (PD) tiveram os piores resultados. O de 22% foi intermediário e o de 26% de proteína digestível foi o melhor tratamento, que é baseado na

resposta do animal ao aumento da ingestão de um nutriente limitante na ração, mantendo níveis adequados dos demais nutrientes. Assim, promove o crescimento do animal até que sua exigência seja atendida. A partir daí, existirá uma faixa de estabilização no crescimento e, em seguida, dependendo do nutriente, poderá ocorrer uma perda de peso do animal. Este fenômeno, resultante do acréscimo de um nutriente na ração, partindo de níveis baixos até níveis elevados, pode ser descrito em quatro fases distintas (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007): **a) inicial** – nesta fase, o acréscimo do nutriente garante apenas a sobrevivência do animal (manutenção), pois os níveis são insuficientes para permitir o crescimento, correspondente ao nível de 18% de proteína digestível; **b) resposta** – os animais começam a apresentar crescimento, melhor eficiência alimentar, até um nível no qual se estabiliza a produção, tendo sido observado esse efeito com o nível de 22% de proteína digestível; **c) estável** – nesta fase, os níveis do nutriente não apresentam resposta à produção ou toxidez proveniente do excesso, observando-se com o nível de 26% de proteína digestível; **d) tóxico** – o nível elevado do nutriente pode causar redução na produção em consequência de efeitos, como interação, antagonismo, observando-o no nível de 30% de proteína digestível. Esse método é explicado por Sakomura & Rostagno (2007), Euclides & Rostagno (2001), TEIXEIRA et al. (2010), Vásquez-Torres et al. 2011).

De acordo com as figuras 02 e 03, observa-se que há um ponto de máxima absorção de proteína digestível para peso médio final, que é de 24,65%, e para conversão alimentar aparente, um ponto mínimo de absorção de proteína digestível é de 25,22%, sendo que o ideal é que os peixes cresçam rapidamente e apresentem uma boa conversão alimentar (BALDISSEROTTO, 2009), pode-se utilizar 24,65% de PD para otimizar o peso médio final. Quando determina-se esses níveis, os peixes terão um crescimento superior a peixes que são alimentados com rações com níveis inadequados à espécie. Nessa situação, também pode citar que peixes alimentados com níveis adequados de proteína e, quando esta proteína é de origem vegetal, há uma menor excreção de nitrogênio e fósforo no ambiente aquático (KOCH, 2000). (ABIMURAD, 2004), observou que, entre 22% e 26% de proteína bruta, 26% tem um melhor resultado em ganho de peso, aproximando-se do resultado deste experimento, que obteve o nível de 24,65% de proteína digestível, em que os alevinos tiveram um maior ganho de peso.

A conversão alimentar aparente foi influenciada significativamente pelos tratamentos, apresentando uma resposta quadrática em função dos níveis proteicos, com respectivo ponto de mínimo em 25,22% de PD. Esse resultado demonstra que há um nível ideal de proteína digestível (PD) para o crescimento da espécie, o que está relacionado a fatores como: quantidade e qualidade (balanço) de aminoácidos, e a relação entre a proteína e energia. Dessa

forma, níveis baixos de proteína digestível não fornecem uma quantidade adequada de aminoácidos para o crescimento, já níveis mais elevados têm uma grande parcela da energia na forma de proteína (ABIMORAD, 2004). Assim, os aminoácidos são desaminados para a produção de energia e gliconeogênese, bem como o excedente de aminoácidos que não foi utilizado para tais fins acaba por ser estocado como gordura, promovendo uma diminuição do ganho de peso (MEURER et al., 2007).

Este estudo aproxima-se de um estudo desenvolvido por Carneiro et al. (1984), que na tentativa de obter o melhor uso da proteína bruta das dietas para alevinos de pacu, com base no melhor coeficiente de digestibilidade utilizaram quatro dietas isocalóricas com diferentes níveis de proteína bruta e óxido de cromo como indicador inerte, comprovando que o melhor índice de digestibilidade da proteína é com 26% de proteína bruta (PB), com digestibilidade de 86,79%. Tais dados aproximam-se do presente estudo e se distanciam dos realizados por (ABIMURAD, 2004).

Outros estudos também têm demonstrado que a exigência proteica para juvenis de pacu é de aproximadamente 26% de PB (FERNANDES et al., 2000; MUNÓZ-RAMÍREZ & CARNEIRO, 2002). Porém, são poucos os trabalhos realizados a respeito da utilização de fontes energéticas não proteicas para essa espécie (PEZZATO, 1990; ALVES, 1999). (ABIMORAD, 2004), quando testou níveis de proteína digestível de 19 e 22%, constatou que pacus alimentados com dietas contendo 22% de PD (em média 25% de PB) apresentaram menor índice de consumo (ICA) e melhor conversão alimentar aparente (CAA) que os peixes alimentados com as dietas que continham 19% de PD (em média, 22% de PB), resultado esse que difere do encontrado neste estudo.

O comprimento total médio apresentou valor máximo no nível de 24,74% de PD. O comprimento padrão médio apresentou valor de máximo no nível de 24,36%, a altura de 23,42% e a largura de 23,33% de PD, porém, os alevinos que foram alimentados com 26% de PD apresentaram numericamente, um melhor desempenho nos parâmetros avaliados, podendo ser considerado adequado para esta fase de desenvolvimento. Esses resultados se assemelham aos registrados por (FERNANDES et al., 2000), que analisaram três níveis de proteína bruta e concluíram que o nível de 22% PB proporcionou os piores resultados de ganho de peso; e os níveis de 26 e 30% PB não apresentaram diferenças significativas, demonstrando que rações com 26% PB podem atender às exigências da espécie nesta fase de crescimento.

Comparando com espécies onívoras e ictiófagas, o valor da exigência de proteína digestível encontrado foi equivalente ao encontrado para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), 27,0% de PB (BICUDO et al., 2010); juvenis de tambaqui (*Colossoma*

macropomum), 30,0% de PB (OISHI et al., 2010); de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), 31,6% de PB (VÁSQUEZ-TORRES et al., 2011); de matrinxã (*Brycon cephalus*) na fase de crescimento, 28,0% de PB (IZEL et al., 2004); e curimatá (*Prochilodus affinis*), de 26,0% (BOMFIM et al., 2005). Entretanto, foi inferior ao de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de 41,0% de PB (MELO et al., 2012).

O nível de 22% de proteína digestível foi considerado como intermediário, quando comparado com 26% de proteína digestível, pois não teve os piores resultados, como os níveis de 18% e 30% de proteína digestível. Esse fato pode ser explicado devido a este tratamento não estar atendendo totalmente às exigências nutricionais dos alevinos (CYRINO & PORTZ, 2004).

O fato do nível de 30% de proteína digestível ter sido um dos piores deve estar relacionado com a utilização da proteína digestível como fonte energética para excreção, o qual causou interação e antagonismo. Tal fato deve estar relacionado com a possível utilização de aminoácidos para a produção de energia (KAUSHIK & SEILLEZ, 2010), já que, à medida que a quantidade de PB aumenta nas rações, a relação entre proteína (aminoácidos) e outras fontes de energia (lipídeos e/ou carboidratos) diminuem. Desse modo, é muito importante determinar as necessidades qualitativas e quantitativas dos nutrientes da dieta para formulação de rações adequadas que atendam às exigências nutricionais dos peixes, sem exceder esta exigência, representando um custo mínimo para o produtor (CYRINO & PORTZ, 2004).

(FERNANDES et al., 2000 e 2001), quando avaliou a substituição da farinha de peixe por farelo de soja em dietas isocalóricas, contendo três diferentes níveis proteicos para alevinos e juvenis de pacu (22, 26 e 30% PB para alevinos e 18, 22, 26%, para juvenis), indicaram que a ração com 26% de PB foi a mais adequada para os alevinos. Fato esse confirmado no presente experimento, onde o melhor desempenho dos alevinos aconteceu entre 22 e 26%, porém de proteína digestível (PD), com um ponto máximo de absorção de 24,65% de proteína digestível (PD), sendo o equivalente a 25 a 26% de proteína.

Para os parâmetros de composição química corporal (Tabela 04), o extrato etéreo e a umidade apresentaram um efeito linear, sendo que para o extrato etéreo houve uma diminuição e, para a umidade, um aumento linear, à medida que os níveis de proteína digestível aumentavam. Por outro lado, a proteína bruta e as cinzas não foram influenciadas pelos tratamentos. Resultados similares foram registrados para o pacu (26% PB) por (FERNANDES, et al., 2000); e para outros caracídeos, como o curimatá (26% PB) por (BONFIM et al., 2005), e piavuçu (28% PB), por (SÁ & FRACASSOLI, 2002); o que

demonstra que os melhores resultados são registrados com dietas de aproximadamente 26% de proteína bruta.

Tabela 4: Parâmetros de composição química corporal dos alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com rações com níveis crescentes de proteína digestível.

Parâmetro (%)	Nível de proteína digestível (%)				P(0,05)	CV (%)
	18%	22%	26%	30%		
Proteína bruta*	12,86	12,85	12,94	12,81	-	6,66
Extrato etéreo ¹	6,16	5,56	4,64	3,48	p<0,012	22,92
Umidade ²	7,77	7,88	7,81	7,95	p<0,003	0,94
Cinzas*	2,21	2,052	2,15	2,02	-	10,24

*Efeito linear não significativo; ¹y=9,08701-0,193531x, r²=0,82; ²y=75,8462+0,115339x, r²=0,71.

De acordo com a tabela acima, observa-se que houve um pequeno aumento no nível de proteína bruta (PB) na carcaça até 26% de proteína digestível (PD), porém, com 30% de PD diminuiu a presença de proteína bruta na carcaça, resultado esse que comprova o registrado por (EUCLYDES & ROSTAGNO, 2001). Por outro lado, (MEURER et al., 2007), em uma análise com dietas contendo níveis crescente de proteína digestível (20, 25, 30, 35 e 40%PD), observou que os alevinos de tilápia alimentados com 20% de PD apresentaram a menor concentração de proteína bruta na carcaça, enquanto que os outros tratamentos não diferiram entre si. Outros pesquisadores também não encontraram diferenças significativas na proteína corporal, quando avaliaram a substituição parcial ou total da farinha de peixe pelo farelo de soja (VIOLA et al., 1982; BALOGUN & OLOGHOBO, 1989; DAVIES et al., 1989).

Nesse estudo, observa-se que o nível de gordura na carcaça diminuiu conforme aumentou os níveis de proteína digestível, o que também foi constatado por (FERNANDES et al., 2000), que verificaram que a gordura corporal apresentou tendência de diminuir à medida que o nível de PB se elevou na dieta, indicando o direcionamento do extrato etéreo da dieta para uso como fonte energética. Fato este também registrado por Mazid et al. (1979) e Murray et al. (1985) que observaram que aumentos nos níveis proteicos induziram á redução da gordura corporal em tilápia mossambica e carpas. De acordo com Fabricio (2013), quanto menor o teor de gordura na carcaça melhor a qualidade do filé.

Esta diminuição na gordura da carcaça é ideal, pois, a oxidação lipídica é definida como a deterioração oxidativa de ácidos graxos poliinsaturados e não só produz sabor desagradável na carne, mas também reduz o valor nutricional dos alimentos (LAOHABANJONG et al., 2009). De acordo com (LADIKOS & LOUGOVOIS, 1990), a

natureza e as proporções relativas dos compostos formados a partir da oxidação de lípidios dependem, em parte, da composição da gordura do animal, a partir da qual eles são derivados.

Observou-se também uma relação inversa entre o extrato etéreo e a umidade, sendo que, conforme aumenta a umidade, diminui o extrato etéreo o que também foi evidenciado por (ABIMORAD, 2004) e (BICUDO, 2008 e 2010). O fato de ser registrada a maior concentração de gordura (extrato etéreo), nos menores valores de umidade indica que os peixes alimentados com 22% de PD acumularam mais gordura, mostrando que esse teor proteico proporcionou maior crescimento, com aumento das reservas energéticas.

De acordo com os resultados apontados acima, pode-se concluir que o melhor desempenho dos alevinos foi com ração de 26% de proteína digestível, e, segundo o efeito quadrático, recomenda-se a utilização de rações com 24,65% de proteína digestível para alevinos de pacu alimentados com rações à base de soja e milho.

2.4 Conclusão

Recomenda-se a utilização de 24,65% de proteína digestível para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com rações à base de farelo de soja e milho, para que os mesmos tenham um melhor desempenho e uma melhor qualidade de carcaça.

2.5 Referências

- A. O. A. C. 1980. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis. Washington, D.C.
- ABIMORAD, E. G. **Relações entre níveis de proteína e energia digestível em dietas com diferentes proporções de lipídios e carboidratos para o crescimento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. 2004. 107f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de coletas de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1101-1109, 2004.
- ABIMORAD, E. G.; FAVERO, G. C.; CASTELLANI, D.; GARCIA, F.; CARNEIRO, D. J. Dietary supplementation of lysine and/or methionine on performance, nitrogen retention and excretion in pacu *Piaractus mesopotamicus* reared in cages. **Aquaculture**, v. 295, p. 266-270, 2009.
- ALBANEZ. J. R. PISCICULTURA, 2000 EMATER. Disponível em: <<http://projtopacu.com.br/public/paginas/200-informativo-projeto-pacu-criacao-peixes-onivoros.pdf>>. Acessado em: 16 dez. 2012.
- AL-HAFEDH, Y.S. Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, v.30.n.5, p.385-393, 1999.
- ALVES, J. M. C. **Níveis de lipídios em dietas para o crescimento inicial do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)**. 57f. 1999. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP
- ARANA, L. V. Princípios químicos da qualidade de água em aquicultura: **uma revisão para peixes e camarões**. 2.ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. 231p.
- ARAÚJO, J, R.; SANTOS, L, D.; SILVA, L, C, R.; SANTOS, O,O.; MEURER, F. **Digestibilidade aparente de ingredientes do Semi-Árido Nordeste para tilápia do Nilo**. ISSN 0103-8478. 2012.

- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria 2002. 212 p.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2009. 350p.
- BALLOGUN, A. M.; OLOGHOB, A. D. Growth performance and nutrient utilization of fingerling *Clarias gariepinus* (Burchell) fed raw and cooked soybean diets. **Aquaculture Research**, v.76, p,199-206. 1989.
- BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; CYRINO, J. E. P. Growth performance and body composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) in response to dietary protein and energy levels. **Aquaculture Nutrition**, v.16, n.2, p.213–222, 2010.
- BICUDO, A. J. A. **Exigências nutricionais de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1987): proteína, energia, e aminoácidos**. 2008. 123f. Tese (Doutorado em ciência animal), Universidade de São Paulo, Jaboticabal.
- BOMBARDELLI, R. A.; BENCKE, B. C.; SANCHES, E. A. Processamento da carne do pacu *Piaractus mesopotamicus* cultivado em tanques-rede no reservatório de Itaipu, **Acta Scientiarum Animal Sciences** Maringá, v. 29, n. 4, p. 457-463, 2007.
- BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; SERAFINI, M. A. et al. Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimatá (*Prochilodus affinis*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1795–1806, 2005.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, F.; MEURER, F. Farinha de peixe, carne e ossos, vísceras e crisalidas como atraxantes em dietas para alevinos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1397-1402, 2001.
- CARNEIRO, D. J.; CASTAGNOLLI, N.; MACHADO, C. R.; VERARDINO, M. Nutrição do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1895), Pisces, Characidae. I. Níveis de energia. . In: SIMBRAQ 3, **Anais...** São Carlos-SP, p.105- 123.1984.
- CARNEIRO, D.J. **Efeito da temperatura na exigência de proteína e energia em dietas para alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG, 1887)**. São Carlos,

SP: UFSCAR, 1990. 55f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

CYRINO, J. E. P.; PORTZ, L. Digestibility of nutrients and amino acids of different protein sources in practical diets by largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802). **Aquaculture Research**, v.35, n.4. p 312-320. 2004.

DAVIS, S. J.; THOMAS, N.; BASTESON, R. L. Thenutritional value of a processed soya protein concentrate indiets for tilapia fry (*Oreochromis mossambicus*, Peters). **Israeli J. Aquac**, v.4, p. 3-11. 1989.

EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis niloticus* spp. **Aquaculture Research**, v.179, p.149-168, 1999.

EUCLIDES, R. F. **Manual de utilização do programa SAEG Sistema para Análises Estatística e Genética**.Viçosa: UFV, 1983. 59 p.

EUCLYDES, R. F.; ROSTAGNO, H. S. Estimativa dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São Paulo: p.77-88, 2001.

FABRICIO, L. F. F. **Desempenho e qualidade da carcaça e do filé de tilápia *Oreochomis niloticus*, alimentados com dietas contendo ractopamina**. 2013. 68f. Dissertação (Mestrado em ciência veterinária). Universidade Federal de Lavras. Lavras. MG.

FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 646-653, 2000.

FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, p. 617-626, 2001.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**, Roma, p. 251, 2012.

FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para nutrição de tilápias**. 1ªEd. Toledo: GFM, 2010.100p.

- FURUYA, W. M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V. R. B. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*L.), na fase juvenil. **Revista UNIMAR**,v.18, n.2, p.307-319, 1996.
- FURUYA, W. M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V. R. B. Exigência de proteína para alevino revertido de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1912-1917, 2000.
- HALVER, J. E.; HARDY, R. W. **Fish Nutrition**. p.824, ed3. 2002.
- IZEL, A. C. U.; PEREIRA-FILHO, M.; MELO, L. A. S.; MACÊDO, J. L. V. Avaliação de níveis de proteicos para a nutrição de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Acta Amazonica**, v.34, n.2, p.179–184, 2004.
- JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J.; MARTINS, M. I. E. G.; PORTELLA, M. C. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. **Aquaculture**, v. 243, p. 175-183, 2005.
- KAUSHIK, S. J.; SEILIEZ, I. Protein and amino acid nutrition and metabolism in fish: current knowledge and future needs. **Aquaculture Research**, v.41, n.3, p.322–332, 2010.
- KOCH, B. K. Use of soy protein in aquatic feeds: Products and methods of production. In: **World Aquaculture**, v. 97. Seattle. USA. p. 259. 1997.
- LADIKOS, D.; LOUGOVOIS, V. Lipid Oxidation in Muscle Foods: A Review, **Food Chemistry**, v. 35, p. 295-314, 1990.
- LAOHABANJONG, R.; TANTIKITTI, C.; BENJAKUL, S. et al. Lipid oxidation in fish meal stored under different conditions on growth, feed efficiency and hepatopancreatic cells of black tiger shrimp *Penaeus monodon*, **Aquaculture**, v. 286, p. 283-289, 2009.
- LOSCH, J. A.; FEIDEIN, A.; LORENZ, E. K.; SIGNOR, A. A. et al. Avaliação de deposição de gordura e proteína em Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), alimentados com rações contendo níveis de proteína e energia digestível cultivados em sistemas de tanque rede no reservatório de Itaipu. **Anais...XVI, AIC**, P 26-29, 2007.
- LOVELL, T. Dietary Requirements. In: **Nutrition and feeding of fish**. 2. ed. Auburn:

- MAZID, M. A.; TANAKA, Y.; KATAYAMA, T. Growth response of *Tilapia zilli* fingerlings fed isocaloric diets with variable protein levels. **Aquaculture nutrition**, n. 18, p.115-122, 1979.
- MELO, J.F.B.; LUNDSTEDT, L.M.; MORAES, G.; INOUE, L.A.K.A. Effect of different concentrations of protein on the digestive system of juvenile silver catfish. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.2, p.450–457, 2012.
- MEURER, F.; FRANZEN, A.; PIOVEZAN, P.; ROSSATO, K, A.; SANTOS, L, D. Apparent energy digestibility of glycerol from biodiesel production for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) **Aquaculture Research**, v,43, p1734–1737, 2012.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W, R.; SANTOS, L, D.; WOLF, L.; COLPINI, L, M, S. Exigência de Proteína Digestível para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em baixa temperatura. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 9 p 01, 2007.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BARBERO, L.; SANTOS, L. D.; BOMBARDELI, R. A.; COLPINI, L. S. Farelo de soja na alimentação de tilápias do Nilo durante o período de reversão sexual. **Revista brasileira de zootecnia**, v 37, p 791 a 794, 2008.
- MUÑOZ-RAMÍREZ, A.P.; CARNEIRO, D.J. Suplementação de lisina e metionina em dietas com baixo nível proteico para o crescimento inicial do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg). **Acta Scientiarum**, v. 24, p. 909-916, 2002.
- OISHI, C.A.; NWANNA, L.C.; PEREIRA FILHO, M. Optimum dietary protein requirement for Amazonian Tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, fed fish meal free diets. *Acta Amazonica*, v.40, n.4, p.757–762, 2010.
- PEZZATO, L.E. **Efeito de diferentes níveis de gordura de origem animal e vegetal sobre o desempenho e deposição de ácidos graxos em pacu, *Piaractus mesopotamicus***. 1990. 91f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- SÁ, M.V.; FRACALOSSO, D. M. Exigência de proteína em ralação a energia para alevinos de piracanjuba (*Brycon orbynyanus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v31, n1, p.1, 2002.

- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.
- SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, R. W.; FEIDEN, A.; BITENCOURT, F. **Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques rede**. Rev. Bras. Zootec., v39, n 11, p 2336-2341, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n11/v39n11a04.pdf>, acessado em: 08/03/2012.
- SILVA, S. S.; ANDERSON, T. A. 1995. **Fish nutrition in aquaculture**. 1.ed. London: Chapman Hall. 319p.
- STECH, M. R.; D. J.; CARVALHO, M. R. B. Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu *Piaractus mesopotamicus*, **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 255-262, 2010.
- TEIXEIRA, B.; MACHADO, C. C.; FRACALOSSO, D. M. Exigência proteica em dietas para alevinos do dourado (*Salminus brasiliensis*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, n.1, p.33–38, 2010.
- TORLONI, C. E. C.; SILVA FILHO, J. A.; VERANI, J. R. Estudos experimentais sobre o cultivo intensivo do pacu, *Piaractus mesopotamicus*, no sudeste do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3, 1983, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 1984. p.559.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG: **Sistemas para análises estatísticas e genéticas**. Versão 9.0: Fundação Arthur Bernardes. Viçosa, 2004.
- VÁSQUEZ-TORRES, W.; PEREIRA FILHO, M.; ARIAS-CASTELLANOS, J. A. Optimum dietary crude protein requirement for juvenile cachama *Piaractus brachypomus*. **Ciência Rural**, v.41, n.12, p.2138–2189, 2011.
- VIDAL JR., M. V. **Níveis de proteína para Tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) dos 30 aos 250 g de peso vivo**. 1995. 49f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

VIOLA, S.; MOKADY, S.; RAPPAPORT, U. Partial and complete replacement of fish meal by soybean meal in feeds for intensive culture of carp. **Aquaculture**, v.26, p, 223-232. 1982.

APÊNDICE



Figura 1: moagem dos ingredientes



Figura 4: biometria inicial



Figura2: mistura dos ingredientes.

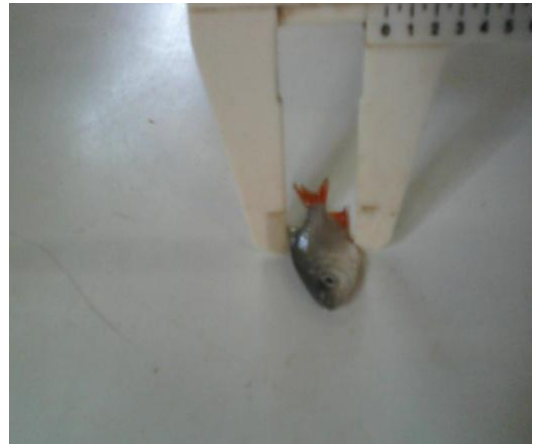


Figura 5: biometria inicial



Figura3: peletização dos ingredientes.



Figura 6: biometria inicial.



Figura 7: separação dos alevino para pesagem



Figura 10: vista do lado de dentro da estufa



Figura 8: separação dos alevinos para pesagem



Figura 11: alimentação dos alevinos.



Figura 9: vista da estufa do lado de fora.



Figura 12: alimentação dos alevinos.