RELAÇÃO ENERGIA:PROTEÍNA NA NUTRIÇÃO DO
“BLACK BASS” (*Micropterus salmoides*)

LEANDRO PORTZ

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. José Eurico Possebon Cyrino

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia, Área de Concentração: Ciência Animal e
Pastagens.

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Novembro – 1999

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Portz, Leandro

Relação energia : proteína na nutrição do "black bass" (*Micropterus salmoides*) /
Leandro Portz. - Piracicaba, 1999.
88 p.

Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.
Bibliografia.

1. Bass 2. Energia 3. Exigência nutricional 4. Nutrição animal 5. Peixe de água doce 6. Pesca esportiva 7. Proteína 8. Ração I. Título

CDD 639.3158

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O Autor"

DEDICATÓRIA

Dedico estes dois anos de estudo e pesquisa a minha família

Pércio, Nelci, Adriano e Cristiana

pela ajuda, pelo carinho e estímulo prestados

e ofereço aos amigos

Da. Elisabeth Garlipp

e

Dr. Antônio Carlos Schott de Souza
(“in memoriam”)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar ao meu lado em todos os momentos mostrando o melhor caminho a seguir;

Aos meus pais, pelo grande exemplo de vida, educação e estímulo constantes;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Departamento de Produção Animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo pela oportunidade de realizar este curso.

Ao Prof. Dr. José Eurico Possebon Cyrino, pela acolhida, orientação, confiança e acima de tudo pela amizade conquistada;

À Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Município de Piracicaba, na pessoa do Exo. Secretário Prof. Dr. José Otávio Machado Menten, pelo apoio prestado na forma do empréstimo de equipamentos durante o período experimental;

À Nutron Alimentos, na pessoa da Enga. Srita. Alexsandra Caseiro, pelo apoio na forma da doação de ingredientes e uso dos recursos de formulação de rações;

À Sulmineira Alimentos, pela doação de ingredientes para preparação das dietas;

À Mogiana Alimentos – Rações Guabi, na pessoa do Sr. Sílvio Romero C. Coelho, pelo auxílio nas análises de aminoácidos das rações e de carcaças;

À Imbramaq – Tecnofood, nas pessoas dos Srs. Paulo Terra, Robson Brilho, Sandra Aparecida Porfírio e demais membros da equipe, pela imprescindível ajuda no processamento das rações extrusadas;

À Fundação do Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro – FIPERJ, pelo apoio na permissão de uso dos laboratórios de análises bromatológicas;

Ao pesquisador e amigo Ricardo Cavalcanti Martino, pela valiosa ajuda e incentivo na realização deste trabalho;

À Profa. Dra. Elizabete Criscuolo Urbinatti e ao doutorando Paulo César Falanghe Carneiro, bem como toda sua equipe, pelo auxílio e disponibilização do laboratório de Morfologia e Fisiologia Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e

Veterinária da UNESP, *campus* de Jaboticabal, para a realização das análises de glicogênio hepático;

Aos Professores Drs. Maria Cristina Stolf Nogueira, Carlos Tadeu dos Santos Dias e Irineu Umberto Packer, pelos ensinamentos na área de estatística e grande colaboração na análise dos resultados;

Aos Profs. Drs. José Fernando Machado Menten, Valdomiro Shigueru Miyada, Luciano Martins Verdade, Luiz Lehmann Coutinho e Sila Carneiro da Silva, pelas sugestões e pela amizade;

Aos funcionários do Setor de Piscicultura do Departamento de Produção Animal da ESALQ, Ismael Baldessin Júnior e Sérgio Vanderlei Pena, e às funcionárias da Secretaria do Departamento de Produção Animal, Cláudia Chuahy de Camargo e Vera Lúcia Graciano, pela amizade e apoio na condução dos trabalhos;

Aos estagiários do Setor de Piscicultura do Departamento de Produção Animal, em especial Raquel de Souza Dias (“Mardita”) e Leonardo Susumu Takahashi (“Sector”), pela amizade e apoio prestados para execução dos trabalhos;

Aos meus amigos João Batista e Cristina, Moisés e Goreth, Alessandra, Carlos A. B. de Carvalho (“Guto”) e Ana Carolina Espasandin, que souberam me incentivar nos momentos mais difíceis e deram todo o apoio que precisei;

Enfim, a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para o sucesso deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas.....	viii
Lista de Figuras	ix
Resumo	x
Summary	xii
 Capítulo I. Introdução.....	 1
 Capítulo II. Revisão de Literatura	 4
1. A espécie.....	4
2. A formulação e o processamento de rações para peixes.....	6
3. A nutrição das espécies carnívoras	8
3.1. Proteína e aminoácidos.....	8
3.2. Energia.....	11
3.3. Carboidratos e lipídios.....	13
3.4. Retenção de nutrientes corporais e acúmulo de energia.....	16
 Capítulo III. Desempenho e composição de carcaça de juvenis de “black bass” <i>Micropterus salmoides</i> alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína e energia.....	 19
Resumo	19
Abstract	20
Introdução.....	21
Material e Métodos	23
Resultados e Discussão	26
Conclusão	30
Referências Bibliográficas.....	30
Anexo A.....	38

Capítulo IV. Retenção de proteína e energia em juvenis de	
“black bass” <i>Micropterus salmoides</i>	51
Resumo.....	51
Abstract	52
Introdução.....	53
Material e Métodos	56
Resultados e Discussão	59
Conclusão	61
Referências Bibliográficas	61
Anexo B.....	67
 Capítulo V. Conclusão geral	 73
 Referências Bibliográficas	 74

LISTA DE TABELAS

Página

Anexo A

Tabela 1. Ingredientes e níveis nutricionais analisados nas rações testadas. Valores expressos em 100% da matéria original.....	39
Tabela 2. Composição de aminoácidos da carcaça e das seis rações experimentais com o teor médio de energia.....	42
Tabela 3. Parâmetros médios de desempenho dos peixes.....	43
Tabela 4. Composição centesimal e retenção de nutrientes médios na carcaça.	44

Anexo B

Tabela 1. Ingredientes e níveis de nutrientes determinados nas rações experimentais. Valores expressos em 100% da matéria original.	68
Tabela 2. Composição centesimal da carcaça e desempenho dos peixes.	69
Tabela 3. Relações somáticas e retenção de nutrientes da carcaça.....	70

LISTA DE FIGURAS

Página

Anexo A

Figura 1. Consumo de alimento médio diário por agrupamento de proteína bruta e energia digestível.	45
Figura 2. Exigência mínima em proteína para o máximo de ganho de peso relativo diário, determinado pelo método da regressão segmentada.	46
Figura 3. Exigências mínimas em proteína e energia para o ótimo de conversão alimentar, determinado pelo método da regressão segmentada.	47
Figura 4. Taxa de crescimento específico x taxa de eficiência protéica com médias agrupadas para proteína da dieta.	48
Figura 5. Relação energia digestível/proteína bruta (ED/PB) e índice de conversão alimentar das 30 dietas experimentais.....	49
Figura 6. Médias dos coeficientes de retenção de proteína e energia na carcaça do black bass.....	50

Anexo B

Figura 1. Relação víscero-somática e níveis de lipídio visceral (letras diferentes representam diferenças pelo Teste de Tukey $P < 0,05$).....	71
Figura 2. Relação hepato-somática e níveis de glicogênio do tecido hepático (letras diferentes representam diferenças pelo Teste de Tukey $P < 0,05$).....	72

RELAÇÃO ENERGIA:PROTEÍNA NA NUTRIÇÃO DO “BLACK BASS” (*Micropterus salmoides*)

Autor: Leandro Portz

Orientador: Prof. Dr. José Eurico Possebon Cyrino

RESUMO

Com o objetivo de determinar as exigências nutricionais em proteína e energia e avaliar alterações nas formas de reserva de energia na carcaça de juvenis de “black bass”, peixes com $14,46 \pm 0,81$ g de peso vivo, condicionados a aceitar alimento artificial, foram estocados em 90 gaiolas de volume igual a 60 L, alojadas em caixas de 1.000 L em um laboratório com condições ambientais controladas, e alimentados por 64 dias com rações extrusadas com níveis de proteína variando entre 34 e 54% (incrementos de 4%) e teores de energia digestível variando de 3.600 a 4.100 kcal/kg de alimento (incrementos de 125 kcal/kg). O experimento foi desenvolvido em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6×5 ($n=3$). Foram avaliados parâmetros de ganho de peso, consumo alimentar diário, conversão alimentar, eficiência protéica, taxa de crescimento específico e retenção de nutrientes. Não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre os níveis de proteína e energia das rações para os parâmetros avaliados. Através do método da regressão segmentada, foi determinado um nível mínimo de proteína dietética de 43,59% para um ganho de peso diário máximo de 0,80%, e de 44,82% de proteína na dieta para uma conversão alimentar ótima de 1,04. O nível de energia dietética de 3.871 kcal/kg garantiu uma conversão alimentar otimizada de 1,13. O consumo diário de alimento diminuiu com o aumento das taxas de proteína ($P < 0,0001$) e energia ($P < 0,0237$) na dieta. As melhores taxas de eficiência protéica e crescimento específico ficaram em torno dos níveis de 46 a 50% de proteína dietética. Os valores de deposição de proteína e energia na carcaça corroboraram os resultados de níveis mínimos de proteína determinados, apresentando um melhor resultado em torno do agrupamento das médias com 42% de PB. Os resultados permitiram inferir que os limites da relação energia:proteína para nutrição do “black bass” estão entre 7,78 e 8,83 kcal/g, com conversão alimentar entre 0,96 a 1,10. Em relação aos parâmetros relação

hepato-somática, relação víscero-somática, deposição protéica e energética, glicogênio hepático e lipídio visceral, não houve interação ($P > 0,05$) entre níveis de proteína e energia. Rações com teores médios de 42% de proteína bruta induziram maior acúmulo de glicogênio hepático ($P < 0,0442$), assim como aumento da relação hepato-somática ($P < 0,0001$), mostrando que há uma alta eficiência no acúmulo de energia prontamente utilizável, bem como melhor utilização dos nutrientes das rações, desde que estas contenham níveis de carboidratos inferiores a 30%. O aumento dos níveis de energia das dietas através da inclusão de óleo nas rações induziu aumentos significativos no acúmulo total de lipídios na carcaça quando as médias eram agrupadas por níveis de energia, e induziu acúmulo de lipídios nas vísceras para os agrupamentos de médias tanto por teor de proteína ($P < 0,0001$) como de energia dietética ($P < 0,0021$).

**RELAÇÃO ENERGIA:PROTEÍNA NA NUTRIÇÃO DO
“BLACK BASS” (*Micropterus salmoides*)**

Author: Leandro Portz

Adviser: Prof. Dr. José Eurico Possebon Cyrino

SUMMARY

To determine dietetic protein and energy requirements of juvenile largemouth bass, 1,350 feed-conditioned fishes, average weight 14.46 ± 0.81 g, were stocked in 60-L cages set up in 1,000 L containers, and fed for 64 days with a dry, extruded feed containing varying levels of crude protein (34, 38, 42, 46, 50 and 54%) and digestible energy (3,600 to 4,100 kcal/kg feed, with increases of 125 kcal). The trial was set up in a 6 x 5 factorial, totally randomized design (n=3). Data on weight gain, daily feed consumption, feed conversion rate, protein efficiency ratio, specific growth rate, nutrient protein and energy retention, hepatosomatic index, viscerosomatic index, liver glycogen and visceral fat were recorded and evaluated. There were no interaction effects ($P > 0.05$) between feed energy and protein levels in regard to all evaluated parameters. Analysis of recorded data by the broken line method showed that: The minimum protein requirement for a maximum daily weight gain of 0.80% was 43.59% CP; the best feed conversion ratio (1.04:1) was attained with a minimum of 44.82% CP; a minimum of 3,871 kcal/kg was necessary to optimize the feed conversion ratio; daily feed consumption was reduced as the dietetic protein ($P < 0.0001$) and energy ($P < 0.05$) levels increased; dietetic levels of 46 to 50 % CP led to best protein efficiency ratio values (16.65%); best values for protein (33.14%) and energy (111.61%) retention were observed for fish feeding on the 42% CP ration. Results allow to infer that the limits of energy to protein ratio to feed largemouth bass are 7.78 and 8.83 kcal/g, enabling feed conversion ratios of 0.96 to 1.10. For the best performance conditions, higher levels of liver glycogen ($P < 0.0442$) and higher hepatosomatic indexes ($P < 0.0001$) were achieved, mainly if diets presented less than 30% starch. Higher levels of dietetic lipid induced significant increases in whole body lipid for pooled means of dietetic energy

($P < 0.0001$), and induced higher deposition of visceral fat for pooled means of dietetic protein ($P < 0.0001$) and energy ($P < 0.0021$) contents.

CAPÍTULO I

Introdução

Apesar das populações nativas de peixes apresentarem alta diversidade, a introdução ou translocação de peixes exóticos nas bacias hidrográficas brasileiras, com fins de incrementar a pesca recreativa ou a piscicultura, foi prática comum no passado recente. Apenas na bacia do Rio Grande foram introduzidas e reintroduzidas várias espécies de peixes carnívoros, tanto exóticas como o “black bass” – *Micropterus salmoides* e a truta arco-íris – *Oncorhynchus mykiss*, como o nativo tucunaré – *Cichla monoculum* (Santos, 1994).

Embora potencialmente danosas à biodiversidade e à conservação dos recursos pesqueiros autóctones, as espécies carnívoras introduzidas ou translocadas são muito procuradas pelos praticantes da pesca esportiva. Entretanto, mesmo os piscicultores e técnicos mais experientes enfrentam dificuldades na criação de peixes carnívoros. A utilização de técnicas inadequadas de preparo e monitoramento do alimento a ser administrado, o acentuado canibalismo e a inabilidade das espécies em aceitar voluntariamente rações convencionais, podem criar sérios problemas para a produção destas espécies em confinamento (Kubitza, 1995; Kubitza e Lovshin 1997; Kubitza et al., 1997).

A criação de peixes carnívoros no Brasil foi iniciada há mais de 40 anos com a introdução da truta arco-íris. Durante a década de ‘90, outras espécies nativas de hábito alimentar carnívoro passaram a ser exploradas, como o dourado *Salminus maxillosus*, o pintado ou surubim *Pseudoplatistoma coruscans*, o pirarucu *Arapaima gigas*, e o tucunaré *Cichla* sp., todas muito valorizadas tanto como peixes de mesa quanto peixes

esportivos. Mais recentemente o “black bass” passou a merecer grande atenção dos praticantes da pesca esportiva da Região Sul do Brasil, despertando o interesse em sua criação comercial (Mouawad, 1996).

Quando comparados aos demais vertebrados na escala evolucionária, os peixes carnívoros possuem um sistema digestório simples e pouco desenvolvido. Como consequência, têm pouca habilidade em utilizar carboidratos como fonte energética e exigem dietas com altos níveis de proteína, que garantem não só uma alta taxa de síntese de tecido muscular, como também suprem suas necessidades energéticas (Millward, 1989). Somado a isso, as exigências nutricionais em aminoácidos dos peixes carnívoros, tanto quantitativas como qualitativas, condicionam o uso de ingredientes de origem animal na fabricação de rações para estas espécies, elevando o custo de produção.

A criação comercial das espécies carnívoras foi impulsionada com o domínio das técnicas de propagação artificial, condicionamento e treino alimentar. Atualmente, a produção mundial de peixes carnívoros alcança duas mil toneladas/ano, e representa 6% do total de produtos aquícolas produzidos no mundo (FAO, 1997). Este ramo da piscicultura exige a adoção de sistemas de criação manejados em regime intensivo, onde o manejo da nutrição desempenha o papel mais importante, exigindo sério esforço de pesquisa para geração de tecnologia adequada. As poucas pesquisas até então realizadas no país sobre o assunto tratam, em sua maioria, de adaptações de resultados de pesquisas internacionais às nossas condições.

Em sistemas de criação em regime intensivo, a densidade de peixes por unidade de área ou volume é muito alta, exigindo o uso de rações completas, de alta densidade nutricional. Existe uma preocupação dentro do contexto da aquicultura moderna em relação aos sistemas intensivos de criação de peixes – a sustentabilidade e o impacto ambiental ou poluição causados por estes sistemas. Os resíduos de alimentos e as fezes dos peixes são uma fonte potencial considerável de poluentes orgânicos nestes sistemas (Colt & Montgomery, 1991; Diana et al., 1997; Seim et al., 1997).

O desenvolvimento de rações de alto valor biológico e que garantam a economicidade das criações, depende do conhecimento aprofundado sobre a espécie criada, principalmente em relação ao manejo alimentar e exigências nutricionais. Estes

conhecimentos vão permitir ainda a produção de rações balanceadas e eficientes do ponto de vista nutricional, que permitem a adoção de estratégias de alimentação que resultem em menores níveis de resíduos nos efluentes aquaculturais.

As pesquisas sobre alimentação e nutrição de peixes carnívoros são centradas em trabalhos com os Centrarchideos, criteriosamente estudados em universidades da América do Norte e Europa. Estas espécies são consideradas modelos para aplicação e aprimoramento de novas técnicas, avaliação da qualidade nutricional de ingredientes e avaliação do potencial produtivo de espécies carnívoras. As informações sobre exigências nutricionais de Centrarchideos são de fundamental importância para uma maior precisão e eficiência na formulação de rações para peixes.

Com base no exposto, foi desenvolvido o presente trabalho cujo objetivo foi determinar o melhor balanço energético-protéico em dietas para o “black bass” *Micropterus salmoides*, Centrarchideo norte-americano introduzido no Brasil na década de ‘20, avaliando índices de desempenho (Capítulo 3) e a deposição de energia corporal, relacionando parâmetros hepato-somáticos, lipo-somáticos, níveis de glicogênio do tecido hepático e acúmulo de gordura visceral pela espécie (Capítulo 4). Os resultados do presente estudo poderão trazer inúmeros benefícios tanto para os produtores de “black bass” das regiões Sul e Sudeste, como para os produtores de espécies carnívoras de todo país, incrementando a viabilidade das criações e incentivando a utilização das espécies carnívoras na indústria da pesca esportiva e produção de proteína animal.

CAPÍTULO II

Revisão de Literatura

1. A espécie

O “largemouth bass” *Micropterus salmoides* (Perciformes, Centrarchidae) é uma espécie originária de lagos e pequenos rios da América do Norte, podendo ser encontrada também no México e alguns países da Europa. A espécie foi introduzida no Estado de Minas Gerais em 1924 (Godoy, 1954), passando a ser conhecida como “black bass” e disseminando-se rapidamente pelas regiões de clima ameno do Rio de Janeiro, São Paulo e toda região sul do país, onde é manejada extensivamente como peixe esportivo e vem se constituindo um exemplo do potencial econômico da produção de espécies carnívoras.

É considerada a principal espécie da indústria de pesca esportiva nos Estados Unidos, que conta com 46 milhões de adeptos que movimentam, em média, US\$ 28 bilhões anualmente, ou cerca de 0,5% do PIB daquele país (Fish and Wildlife Service, 1985, 1992, citado por Kubitza, 1995). Muitos pescadores amadores e profissionais consideram o black bass a principal espécie do mercado de peixes esportivos. O black bass possui ainda carne branca e muito agradável ao paladar.

O tucunaré é uma espécie brasileira que apresenta potencial para a pesca esportiva similar ao do black bass no território americano. Entretanto, trata-se de uma espécie tropical, que não se adapta aos rigores climáticos das regiões Sul e Sudeste do Brasil, onde a exploração da pesca esportiva comercial é mais desenvolvida. Só no Estado de São Paulo, onde o black bass já foi introduzido e encontra-se perfeitamente

adaptado, a indústria da pesca esportiva tem movimentado, anualmente, valores brutos ao redor de R\$ 500.000.000,00 (Carvalho Filho, 1997; Scorvo Filho & Ayrosa, 1996). Tal fato demonstra a importância de maiores estudos sobre a alimentação e nutrição de espécies esportivas, o que possibilitará sua criação em sistemas manejados intensivamente com o uso de rações completas, eliminando a necessidade da utilização de espécies forrageiras para sua alimentação, a exemplo do que já ocorre na América do Norte (Leyva, 1998; Lovshin & Rushing, 1989) a partir do desenvolvimento de técnicas de treino alimentar (Snow, 1960; 1963) e seu posterior aprimoramento (Kubitza et al. 1997; Kubitza & Lovshin 1997; Lovshin & Rushing, 1989; Sloane, 1993).

Ensaio preliminares sobre a produção intensiva de juvenis avançados do black bass alimentados com ração comercial seca em viveiros sem renovação de água e com aeração de emergência, resultaram em produções de 2.800 a 7.200 kg/ha (média de 4.200 kg/ha) em ciclos de produção de 117 a 153 dias, com valores de conversão alimentar de 0,97 a 1,14 (Kubitza & Lovshin 1997; Kubitza et al. 1997). Estes autores citam ainda que tais resultados despertaram o interesse dos criadores em produzir juvenis avançados para programas de estocagem corretiva de represas, bem como em utilizar peixes treinados a aceitar ração comercial na produção de peixes para pesca esportiva (400 a 450 g).

Brecka et al. (1996) realizaram experimentos com black bass, utilizando seis rações comerciais para carnívoros, e concluíram que os peixes de água quente e fria respondem de maneira diferente às rações comerciais e que as informações a respeito das exigências nutricionais do black bass são bastante limitadas. A capacidade desta espécie em economizar proteína através da inclusão de maiores níveis de lipídeos e carboidratos na dieta, deve ser avaliada como um método potencial para redução de níveis protéicos e custos da dieta (Tidwell et al., 1996).

2. A formulação e o processamento de rações para peixes

A seleção de ingredientes, a formulação e o processamento de alimentos adequados às diferentes fases de produção é essencial para garantir o sucesso na criação de peixes carnívoros. A formulação e o processamento das rações devem ser baseados em padrões de exigências nutricionais determinados em ensaios biológicos de ganho de peso das diferentes espécies, para cada sistema e regime de criação. A adoção de tecnologias de processamento como a extrusão possibilitam a manipulação de características nutritivas e físicas das rações, como o aumento dos teores de lipídios e a gelatinização completa do amido, com conseqüente diminuição dos níveis de proteína sem prejudicar o crescimento dos animais, e redução da densidade dos grânulos conferindo fluatuabilidade às rações, facilitando o consumo pelos peixe e diminuindo as sobras e perdas alimentares, com conseqüente melhora nos índices de conversão alimentar e redução da carga poluente das práticas de manejo alimentar (Kerns, 1999). A ração corresponde a 50 a 70% dos custos de produção em piscicultura. Como resultado da adoção de tecnologia adequada de processamento dos alimentos, da melhoria na qualidade das rações e do uso de estratégias corretas de alimentação, estes custos vêm sendo minimizados com a melhora nos índices de conversão alimentar, nos índices de crescimento e na higidez dos estoques (Kubitza & Cyrino, 1999).

No processo de desenvolvimento e manufatura de rações para espécies carnívoras, os fabricantes dedicam especial atenção à determinação das exigências nutricionais, formulação, balanceamento das rações e regimes alimentares, sem o qual os produtores ficam impossibilitados de obter retorno econômico nas criações (Cho, 1990). Atualmente, grande parte das pesquisas com nutrição de peixes têm sido realizadas com espécies carnívoras de interesse econômico, o que tem trazido um grande avanço para a indústria de alimentação e nutrição animal. A qualidade das rações para peixes vem melhorando sensivelmente, mas alguns problemas de origem nutricional comuns no passado ainda são observados em algumas piscigranjas. Isto se deve, em parte, à adoção de técnicas de intensificação da produção sem a necessária melhoria na qualidade nutricional das rações comerciais (Cho, 1990; 1992).

O uso de rações completas é cada vez mais comum em experimentos de nutrição. Pérez et al. (1997) descreveram resultados de pesquisas sobre exigências em proteína, lipídeos e carboidratos para alevinos de "sea bass" *Dicentrarchus labrax*, onde as rações foram extrusadas. Os resultados mostraram que o nível de inclusão de carboidratos para esta espécie poderia chegar até 30%, o que demonstra um aumento na eficiência na digestibilidade pelo peixe (Jeong et al., 1991; Pfeffer et al., 1991). Além disso, o processo de extrusão aumentaria a disponibilidade de alguns ingredientes, especialmente da farinha de peixe (Akimoto et al., 1992; Takeuchi et al., 1990). De qualquer maneira, é recomendável que as rações comerciais sejam testadas e avaliadas em ensaios biológicos antes de serem disponibilizadas no mercado (Brecka et al., 1996).

A fluabilidade das rações na alimentação de peixes carnívoros é um fator de extrema importância, uma vez que estas espécies são extremamente vorazes e apresentam forte influência do efeito de grupo no comportamento alimentar, o que condiciona a apreensão dos grânulos oferecidos na superfície, desprezando todo e qualquer alimento que por algum motivo possa submergir e ficar no fundo do ambiente (Kubitza et al., 1997). Este problema é solucionado pela adoção do processo de produção de grânulos extrusados secos, que envolve a combinação de diferentes condições físicas (temperaturas entre 130 e 150°C; pressão entre 30 e 60 atm) e estratégias de formulações das rações no processo de produção. As rações extrusadas possuem outras características muito importantes, como a baixa quantidade de finos, reduzida velocidade de sedimentação e alta estabilidade na água (Kearns, 1989, 1999; Millauer & Losenegger, 1998).

O processo de extrusão de rações consiste em uma aglutinação termoplástica da mistura que ocorre dentro de uma câmara de expansão ("canhão"), que molda esta mistura em grânulos de diferentes tamanhos e formas através da passagem forçada da mistura por uma matriz perfurada. A umidade associada a alta temperatura e pressão provocada no processo de extrusão promovem a gelatinização do amido e o aumento da exposição dos nutrientes contidos nos ingredientes à ação digestiva dos peixes. Pelo ajuste da combinação dos ingredientes e condições de cozimento, pode-se conseguir

uma maior ou menor flutuabilidade e estabilidade dos grânulos na água, facilitando sua captura e utilização pelos peixes (Hui-Meng, 1989; Kearns, 1989).

Hilton et al. (1981) desenvolveram um estudo detalhado comparando a utilização de rações extrusadas e peletizadas em experimentos com truta arco-íris, mostrando as propriedades de estabilidade na água e capacidade de flutuabilidade que as rações extrusadas apresentavam. Os autores creditaram a estas propriedades o aumento no consumo de alimento e melhoria na taxa de crescimento observados. Hilton et al. (1981) citam ainda que as taxas lipo-somáticas e os níveis de glicogênio no tecido hepático das trutas eram significativamente mais altas quando estas eram alimentadas com rações extrusadas, indicando que este processo eleva a disponibilidade de carboidratos na ração, aumentando o tamanho do fígado e os níveis de glicogênio, fator que pode levar à redução das funções hepáticas em carnívoros.

3. A nutrição das espécies carnívoras

3.1. Proteína e aminoácidos

Gatlin (1999a) cita que normalmente a exigência mínima em proteína é estimada por curvas de regressão e curvas de dose-resposta mínima, também chamados de “break-points” e que normalmente as exigências em proteína para carnívoros são altas (40 a 50% da dieta). Peixes têm uma capacidade inata de utilizar a proteína dietética como fonte de energia (Tacon & Cowey, 1985). A experiência mostra que normalmente as rações são formuladas com níveis protéicos às vezes insuficientes, ou com fontes de baixa qualidade e valor biológico. Neste caso, as exigências em energia normalmente são satisfeitas por fontes não protéicas, geralmente gorduras saturadas, que resultam em baixo desempenho e acúmulo excessivo de gordura visceral (Smith, 1989).

As exigências em proteína dietética de peixes carnívoros foram primeiramente investigadas em salmões (*Oncorhynchus tshawytscha*) por De Long et al. (1958). Nestes ensaios os peixes eram alimentados durante 10 semanas com dietas purificadas contendo

níveis gradativamente maiores de proteína de alta qualidade. Os níveis protéicos que resultavam em maior taxa de crescimento eram então considerados os níveis ótimos de exigência nutricional para os peixes. A partir destes trabalhos de De Long et al. (1958), vários estudos para determinação de exigências nutricionais em peixes foram conduzidos, a exemplo de Anderson et al. (1981), Brown et al. (1992), Cho (1992), Daniels & Robinson (1986), Samantary & Mohanty (1997) e Tidwell et al. (1996).

As exigências protéicas para peixes são normalmente expressas como porcentagem fixa da dieta ou como a relação de quilocalorias de energia dietética por gramas de proteína. As pesquisas mostram que para peixes carnívoros estas exigências nutricionais podem ser elevadas, a exemplo do observado para o linguado *Pleuronectes platessa*, cuja exigência nutricional em proteína bruta foi fixada em 50%, ou para o “snakehead” *Channa striata*, cuja exigência nutricional em proteína bruta foi fixada em 52% (Wee & Tacon; 1982). Pesquisas recentes mostram que há uma forte tendência de diminuição dos níveis de inclusão de proteína na dieta das espécies carnívoras, utilizando-se fontes mais baratas de proteína e produtos e extratos de origem vegetal, suplementados com aminoácidos (NRC, 1993).

Tacon & Cowey (1985) fizeram uma revisão crítica dos métodos utilizados para determinação das exigências de proteína e aminoácidos em dietas para peixes. Os autores citam que os altos teores de proteína exigidos nas dietas são geralmente atribuídos ao seu hábito alimentar (carnívoro, onívoro), bem como à característica de utilizarem produtos do catabolismo de proteína ao invés dos carboidratos como principal fonte de energia dietética. Assim, os métodos utilizados na determinação das exigências em proteína poderiam estar superestimando os valores encontrados, e o excesso de proteína dietética ou de aminoácidos, seria utilizado não como alimento plástico, mas sim catabolizado na forma de esqueletos carbônicos – carboidratos e gorduras, e usado como fonte de energia pelos peixes (Wilson, 1989).

Em relação à determinação das exigências dietéticas em proteína do black bass, Anderson et al. (1981) trabalhando com alevinos nas faixas de peso de 2 e 6 gramas alimentados *ad libitum* com dietas purificadas, demonstraram que a exigência da espécie está na faixa de 40 a 45% de proteína bruta. Entretanto, estes resultados são

questionáveis, uma vez que a exigência de proteína dietética pode ser influenciada por vários fatores, tais como tamanho do peixe, temperatura da água, função fisiológica, qualidade da proteína, energia dietética não protéica (carboidratos e lipídeos), economicidade na formulação e a relação energia:proteína, não levados em consideração no estudo (Brandt, 1991)

Samantaray & Mohanty (1997) observaram que peixes da espécie “snakehead” *Channa striata* alimentados com dietas contendo de 35-40% de proteína, obtiveram maior eficiência na disponibilidade de proteína para síntese de tecido muscular que aqueles alimentados com rações contendo 45-50% de proteína. Os autores afirmam que a melhor relação proteína:energia (ED/PB) e máximo crescimento são obtidos com níveis mais baixos de proteína na dieta, indicando assim que os níveis de energia são mantidos pelos lipídeos e carboidratos e a proteína “economizada” pode ser utilizada para a síntese de tecido muscular.

A maioria das pesquisas sobre exigências protéicas de peixes carnívoros utiliza dietas purificadas, que às vezes não condizem com a realidade, já que as rações comerciais possuem fontes protéicas com diferentes valores biológicos, assim como proporções variadas de aminoácidos essenciais. Existe a necessidade de maiores estudos sobre digestibilidade e perfil de aminoácidos das diferentes fontes protéicas, e consequente validação destes resultados em ensaios biológicos de ganho de peso (Small et al., 1999).

Pezzato (1995) recomenda que a farinha de peixe seja considerada como padrão em dietas experimentais, em função de seu elevado valor biológico e seu equilíbrio em aminoácidos, altos níveis de Ca e P e vitaminas lipo e hidrossolúveis. A farinha de peixe fabricada no Brasil é de baixa qualidade e valor biológico, sendo produzida a partir de resíduos da indústria de enlatados de peixe em geral, sardinha em particular, onde não são levados em consideração a adequação dos processos físicos de fabricação e os parâmetros microbiológicos de conservação (Contreras G., 1999).

A determinação da exigência dos dez aminoácidos essenciais já foi realizada para algumas espécies (Cowey, 1994). As diversas fontes protéicas disponíveis no mercado para formulação das rações não possuem os mesmos valores nutricionais, tanto

quantitativa como qualitativamente, e níveis dos aminoácidos exigidos pelo peixe. A avaliação de um ingrediente protéico deve ser feita em função da composição e digestibilidade dos aminoácidos nele presente. No caso de fontes de baixo valor biológico, os níveis de proteína na forma de nitrogênio não protéico são altos. Quando ingeridos pelos peixes, estes alimentos aumentam a produção e excreção de amônia, levando à baixa produtividade e queda na qualidade da água do ambiente de criação (Cho, 1990, 1992).

Em rações para carnívoros, a proteína é responsável por 20 a 50% do custo total da ração, que pode representar 70% do custo da produção do peixe. A proteína é formada por moléculas complexas, compostas por aminoácidos, que são os maiores constituintes do músculo do corpo do peixe. Portanto, o contínuo suprimento deste nutriente nas quantidades ideais para o peixe é necessário para um perfeito crescimento. Os aminoácidos são extremamente importantes na dieta pois servem também como fonte de energia para síntese protéica *de novo* (Millward, 1989), ou seja, alguns dos aminoácidos da dieta podem parcialmente suprir ou até economizar aminoácidos indispensáveis para as reações dos ciclos metabólico-bioquímicos (Gatlin, 1999b).

3.2. Energia

Para que todos os processos fisiológicos estejam funcionando perfeitamente é necessário um suprimento constante de energia, que o peixe adquire do alimento ingerido ou de reservas corporais na forma de gordura, proteína e glicogênio (Kaushik & Médale, 1994; NRC, 1993; Smith, 1989). Embora a energia dietética seja de fundamental importância para o efeito economizador de proteína que ocorre em função do ajuste do balanço energético-protéico, são poucos os trabalhos que determinam as exigências em energia pelos peixes.

Brown et al. (1992) alimentaram “sunshine bass” com dietas contendo 25 a 55% de proteína bruta e níveis de energia digestível variando de 2.433 a 3.350 kcal/kg de alimento e observaram que o ganho de peso e os depósitos corporais de lipídios diminuíram linearmente com o aumento de energia e proteína na ração. Os autores

determinaram como melhor o tratamento com 40% de PB e 3.060 kcal/kg de ED, ou seja, uma relação ED/PB de 7,65 kcal/g.

A formulação de rações com base na energia digestível dos nutrientes, normalmente é feita com base em estimativas, uma vez que não existem estudos detalhados para cada espécie, e estas exigências variam de acordo com a idade e hábito alimentar. Isto fica patente no trabalho de Brecka et al. (1996) quando, trabalhando com black bass, os autores formularam rações isoenergéticas com 4 níveis protéicos (31, 34, 37 e 40%), mas estimaram as exigências em energia digestível a partir de comparações com dados de Lemm & Rottiers (1986) *op. cit.* e Anderson et al. (1981).

Segundo Shearer (1994), a exigência em energia para manutenção em altas temperaturas é maior, uma vez que nestas condições os peixes não são capazes de consumir a quantidade de energia suficiente para acumular lipídeo no corpo. A exigência em energia para manutenção é definida como a quantidade de energia necessária para manter um estado de balanço energético estável, onde não haja ganho nem perda, não havendo assim, também, crescimento. Sob condições de jejum, a quantidade de energia exigida para sobrevivência e manutenção dos processos fisiológicos vitais é derivada somente da mobilização das reservas corporais (Kaushik & Médale, 1994).

Segundo Cho (1992), a concentração ótima de proteína em rações para peixes está marcada por um delicado balanço entre energia digestível e proteína bruta. Um excesso de energia não protéica, como resultado da formulação de rações com uma alta relação ED/PB, pode levar à inibição da ingestão voluntária antes que haja o consumo da quantidade suficiente de proteína, prejudicando a utilização de outros nutrientes, já que os níveis da ingesta são determinados, fundamentalmente, pela energia total disponível na dieta (Colin et al., 1993). Uma dieta deficiente em energia (em relação à proteína), resulta em redução da taxa de crescimento, uma vez que parte da proteína vai ser usada para manutenção das necessidades energéticas (NRC, 1993). Finalmente, uma ingestão desproporcionalmente alta de energia leva a um maior acúmulo de gordura corporal (NRC, 1993), produzindo peixes gordurosos, característica indesejável do pescado criado em confinamento. Com base nestes argumentos, pode-se afirmar que as

concentrações de energia digestível em rações para peixes carnívoros devem ser fixadas anteriormente à fixação dos níveis de proteína dietética.

Trabalhos de Britz & Hecht (1997), Catacutan & Coloso (1995), Dias et al. (1998), El Sayed & Teshima (1992), Garling & Wilson (1976), Lee & Putman (1973), Rojas & Verdegem (1994), Samantaray & Mohanty (1997) e Tibaldi et al. (1996), dão ênfase ao balanço energético-protéico nas dietas. Estes trabalhos utilizaram peixes carnívoros como material biológico. Os resultados obtidos por estes autores são muito similares, e permitem concluir que a melhor relação energia:proteína para alimentação das espécies carnívoras está entre 7 e 9 kcal ED/g de proteína. Nenhum destes experimentos foi conduzido tendo o black bass como material biológico.

3.3. Carboidratos e lipídios

Embora os peixes não tenham exigências dietéticas específicas de carboidratos, a inclusão deste nutriente nas dietas constitui uma importante fonte de energia e representa uma considerável economia (Gatlin, 1999b). Contudo, a capacidade das espécies carnívoras hidrolisarem ou digerirem complexos de carboidratos é limitada devido à pouca atividade amilolítica do seu trato digestivo (Spannhof & Plantikow, 1983). Bergot & Breque (1983) mostraram que quanto maior a proporção de amido na dieta de salmonídeos, menor é a digestibilidade deste nutriente. Quando estes peixes são alimentados por um período muito longo com rações contendo altos níveis de carboidratos, observa-se uma diminuição no crescimento e altos níveis de acúmulo de glicogênio no tecido hepático, o que eventualmente causa mortandade nos estoques mantidos em confinamento.

A utilização dos carboidratos dietéticos pelos peixes carnívoros varia de acordo com a complexidade ou estrutura físico-química dos carboidratos dos alimentos utilizados (Hutchins et al., 1998; Rawles & Gatlin, 1998). Polissacarídeos e dissacarídeos digestíveis favorecem mais acentuadamente o crescimento que monossacarídeos, assim como amido cozido ou gelatinizado possui maior digestibilidade e influencia mais positivamente o crescimento dos peixes que o amido

cru (Robinson & Wilson, 1985). Segundo Gatlin (1999b), a fibra composta basicamente de celulose é praticamente indigerível pelos peixes carnívoros e não tem qualquer valor na nutrição destas espécies, devendo ser restringida a menos que 7% da dieta.

Na natureza, o “red drum” *Sciaenops ocellatus* é um carnívoro estrito. Entretanto, seu desempenho em confinamento não é afetado pela inclusão de altos níveis de carboidratos na ração, embora a fonte de energia preferencialmente utilizada pela espécie seja os lipídios (Serrano et al., 1992). Por outro lado, os híbridos de “striped bass”, também carnívoros, têm menor capacidade de utilização de carboidratos (Nematipour et al., 1992a, b). Em experimentos com o bagre do canal, Erfanullah & Jafri (1999) concluíram que os carboidratos complexos, di- e monossacarídeos, são melhor utilizados pelo bagre *Heteropneustes fossilis* e que dietas ricas em α -celulose causam baixas retenções de energia e proteína na carcaça desta espécie. Em resumo, a capacidade de peixes carnívoros utilizarem dietas contendo altos níveis de carboidratos, depende da sua habilidade em converter o excesso de energia dietética (glucose) nas formas de energia que podem armazenar: aminoácidos não essenciais, glicogênio ou lipídios.

Os lipídios são importantes componentes da dieta dos peixes, pois são uma fonte de energia altamente concentrada. Além disso, os lipídios dietéticos contêm os ácidos graxos essenciais. Algum cuidado deve sempre ser tomado, já que os depósitos de lipídio na carcaça podem resultar em mudanças na coloração da carne e no sabor do pescado. Os lipídios são ainda precursores de hormônios esteróides e prostaglandinas, bem como veículos para absorção de vitaminas lipossolúveis (Takeuchi, 1997).

Os peixes utilizam os lipídeos eficientemente como fonte de energia (Sargent et al., 1989). Dietas naturais de peixes carnívoros contêm cerca de 50% de proteína e 50% de gordura na matéria seca (Smith, 1989). Cho et al. (1982) citado por NRC (1993), reportam que a truta arco-íris digere 97% dos lipídeos presentes na farinha de peixe e 73% dos lipídeos presentes na farinha de carne. Em experimentos realizados com “striped bass” híbrido, Sullivan & Reigh (1995) demonstraram que este peixe apresenta um maior coeficiente de digestibilidade da energia de dietas ricas em lipídeos e proteína que dietas ricas em carboidratos. A digestibilidade da energia varia consideravelmente

entre os produtos de origem vegetal, ricos em carboidratos de complexidade variável, que devem ser criteriosamente selecionados para uso nas formulações em dietas para peixes carnívoros.

Os peixes carnívoros de águas frias não possuem grande capacidade de alongar ácidos graxos e promover sua dessaturação, transformando-os nos ácidos graxos altamente insaturados correspondentes (HUFA). Tacon (1990) cita que a dieta natural da maioria das espécies carnívoras marinhas produzidas em confinamento (“sea bass”, atum, linguado, salmão, entre outros) é composta de organismos ricos nos ácidos graxos docoexaenóico ($22:6\omega-3$) e eicosapentanóico ($20:5\omega-3$), o que comprova que estes peixes teriam perdido a capacidade de elongação e dessaturação do ácido linolênico ($18:3\omega-3$). Estas espécies exigem suprimento de $22:6\omega-3$ ou $22:5\omega-3$ na dieta, o que pode ser feito de várias formas (Kanazawa, 1985; Tacon, 1990).

Várias espécies de peixes carnívoros têm mostrado alta eficiência na utilização de fontes de lipídio da dieta como reserva energética. Os óleos marinhos possuem alta quantidade de ácidos graxos altamente insaturados da família dos linolênicos, fundamentais para satisfazer as exigências em ácidos graxos essenciais dos peixes carnívoros. Adotando-se o critério de garantir que as exigências mínima dos ácidos graxos essenciais sejam atendidas, as fontes de lipídios mais comumente utilizadas para formulação de rações de peixes são: óleos de soja, de milho, de canola e de girassol, gordura de vísceras de frango, sebo bovino refinado, entre outros (Ballestrazzi & Lanari, 1996; Fair et al., 1993; Peres & Teles-Oliva, 1999; Serrano et al., 1992).

No caso das espécies carnívoras tropicais, notadamente das espécies brasileiras, poucos são os estudos desenvolvidos nesta área da nutrição de peixes. Martino et al. (1998) conduziram ensaios preliminares com pintados (*Pseudoplatystoma coruscans*) selvagens ou produzidos em confinamento, e observaram que a concentração de ácidos graxos $18:2\omega-6$ nos peixes confinados era consideravelmente alta (em média 24% do teor total de lipídios) em comparação aos peixes selvagens (em média 6,4% do teor total de lipídios). Os autores concluíram que estes resultados podem ser explicados pela presença deste ácido graxo na dieta, e sua incorporação no tecido adiposo corporal.

Outra observação interessante de Martino et al. (1998) foi que a carcaça dos pintados apresentavam uma maior concentração de HUFA 20:4 ω -6 e 22:6 ω -3 que as dietas. Estes resultados sugerem que o pintado, em particular, possui capacidade de alongar e dessaturar ácidos graxos de cadeia curta. De forma geral, observa-se que as exigências nutricionais em ácidos graxos essenciais variam, entre outras causas, com a espécie e tamanho do peixe, com a temperatura da água, e com as fontes de alimento natural presentes no ambiente.

3.4. Retenção de nutrientes corporais e acúmulo de energia

O crescimento e a composição química corporal dos peixes podem ser influenciados pela manipulação dos diferentes alimentos e rações a eles fornecidos. Poucos são os autores que descrevem a composição dos ganhos dos depósitos energéticos pelos peixes alimentados com diferentes rações, e são poucas as informações sobre intercâmbios e utilização das diferentes fontes de nutrientes na composição energética dos diferentes tecidos. A quantificação da capacidade de utilização e retenção de nutrientes é comumente utilizada para expressar resultados de trabalhos sobre exigências nutricionais, com especial atenção aos parâmetros de valor produtivo da proteína (ou seja, deposição de proteína na carcaça) e deposição de energia no corpo do peixe (Jobling et al., 1998). O excesso de glucose plasmática resultante da utilização de rações com altos níveis de carboidratos, é utilizado para síntese de glicogênio (Palmer & Ryman, 1972).

O glicogênio é uma das muitas formas de armazenamento da energia consumida como alimento pelo peixe. O glicogênio é encontrado em grande quantidade nos tecidos do fígado e músculo dos peixes. Embora o tecido muscular de peixes carnívoros, como a truta arco-íris, possa concentrar cerca de 6% a mais glicogênio que o fígado, as quantidades totais de glicogênio muscular ou hepático podem ser consideradas iguais (Steffens, 1989).

Como consequência de uma intensa atividade física, as reservas de glicogênio no músculo e fígado dos peixes podem diminuir em poucos minutos, sendo

restabelecidas somente 24 horas após terem sido consumidas. Nagai & Ikeda (1971) mostraram que períodos de restrição alimentar superiores a 164 dias não resultam em uma queda significativa na reserva de glicogênio muscular da carpa comum, embora estes peixes tenham mostrado uma redução de 75% na reserva de glicogênio do tecido hepático após 100 dias de restrição alimentar. Isto mostra que estes peixes iniciam a utilização das reservas de glicogênio do corpo a partir do glicogênio do tecido hepático.

O glicogênio hepático é considerado um estoque emergencial de energia prontamente utilizável nos primeiros momentos de situações críticas de estresse (Christiansen & Klungsoyr, 1987). Os polissacarídeos são encontrados em todas as células dos animais e mais abundantemente no fígado, alcançando normalmente 7% do peso seco do tecido (Stryer, 1971).

O ciclo do glicogênio hepático no catabolismo mostra que esta forma de reserva orgânica é muito mais importante como suprimento de intermediários metabólicos para processos biosintéticos, que fonte de energia (Christiansen & Klungsoyr, 1987). O glicogênio é um nutriente muito utilizado em adaptações bioquímicas em situações de estresse ambiental. Variações do pH, dos níveis de oxigênio dissolvido na água, da salinidade, e períodos de grande esforço físico e mudanças de dietas podem resultar tanto em aumento como em diminuição do estoque de glicogênio tecidual (Moraes et al., 1996; Soengas et al., 1995).

Carpas comum *Cyprinus carpio* apresentam diminuição na quantidade de glicogênio no tecido hepático quando colocadas sob inanição. Esta resposta é determinada pelo aumento da taxa de glicemia sanguínea e sugere a existência de uma via alternativa para suprimento da demanda energética em condições de abstinência de alimento (Blasco et al., 1995). A idade e/ou o tamanho das trutas arco-íris, bem como as adaptações às diferentes condições ambientais, estão também correlacionados com as concentrações de glicogênio no tecido hepático na espécie. Quando translocadas entre ambientes com níveis diferentes de salinidade, apresentam variações nos níveis de glicogênio tecidual hepático, causadas por alterações nas vias metabólicas da glicólise e da gliconeogênese (Soengas et al., 1995).

Diversos estudos conduzidos com diferentes espécies de peixes nas mais diversas condições ambientais têm utilizado a avaliação da relação hepato-somática e do peso da gordura visceral como forma de quantificar o estoque energético (*i.e.* lipídios e glicogênio) em peixes (Bidinoto et al., 1997; Heidinger & Crawford, 1977; Nematipour, et al., 1992a, b). Brown et al. (1992) testaram níveis de proteína dietética variando de 25 a 55%, com incremento de 5%, na alimentação de juvenis de “sunshine bass” e utilizaram a relação hepato-somática (RHS) como uma medida relativa de estoque energético. Os autores observaram ainda que os valores da relação hepato-somática encontrados eram inversamente proporcionais aos níveis de proteína e diretamente proporcionais aos níveis de carboidratos digestíveis dietéticos, o que mostra que quanto menor o nível de proteína dietética, maior a utilização de carboidratos e a deposição de glicogênio no tecido hepático. Resultados semelhantes também foram mostrados por Millikin (1982) para o “striped bass”.

A relação entre a quantidade de gordura visceral e o peso do corpo também comporta-se de forma similar à RHS, ou seja, apresenta um declínio diretamente proporcional ao aumento da quantidade de proteína dietética (Brown et al., 1992). As reservas energéticas dos peixes são geralmente representadas por um acúmulo de gordura visceral. Tais reservas em peixes não sexualmente maduros podem acontecer como acúmulo de gordura muscular, e são necessárias para crescimento e como reserva energética para o período de falta de alimento ou anorexia de inverno (Wicker & Johnson, 1987). O aumento da relação gordura visceral:peso do corpo é diretamente proporcional ao aumento da RHS e reflete a proporcionalidade entre ambas as formas de acúmulo de energia.

CAPÍTULO III

Desempenho e composição de carcaça de juvenis de “black bass” *Micropterus salmoides* alimentados com dietas contendo diferentes níveis de proteína e energia

Leandro Portz e José Eurico Possebon Cyrino

Departamento de Produção Animal ESALQ-USP

Av. Pádua Dias, 11; C.P. 09

13418-900 Piracicaba SP

RESUMO

Com o objetivo de determinar as exigências nutricionais em proteína e energia de juvenis de “black bass” ($14,46 \pm 0,81$ g de peso vivo), peixes condicionados a aceitar alimento artificial, foram estocados em 90 gaiolas de 60 L alojadas em caixas de 1.000 L em um laboratório com condições ambientais controladas, e alimentados por 64 dias com rações extrusadas com níveis de proteína variando entre 34 e 54% (incrementos de 4%) e teores de energia digestível variando de 3.600 a 4.100 kcal/kg de alimento (incrementos de 125 kcal/kg). O experimento foi desenvolvido em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6×5 ($n=3$), analisando parâmetros de ganho de peso, consumo alimentar diário, conversão alimentar, eficiência protéica, taxa de crescimento específico e retenção de nutrientes na carcaça. Não houve interação ($P > 0,05$) entre os níveis de proteína e energia das rações para os parâmetros avaliados.

Através do método da regressão segmentada, foi determinado o ponto de exigência nutricional mínima com máximo ganho de peso relativo diário e melhor conversão alimentar. Foi determinado um nível mínimo de proteína dietética de 43,59% para um ganho de peso relativo diário máximo de 0,80%, mas a variação dos níveis de energia dietética não afetou significativamente este parâmetro. Foi determinada uma exigência nutricional mínima de 44,82% de proteína na dieta para uma conversão alimentar de 1,04. O nível de energia dietética de 3.871 kcal/kg garantiu uma conversão alimentar de 1,13. O consumo diário de alimento diminuiu com o aumento dos níveis de proteína ($P < 0,0001$) e energia ($P < 0,0237$) na dieta. A melhor taxa de eficiência protéica (16,65%) e de crescimento específico ficaram em torno dos níveis de 46 a 50% de proteína dietética (0,70 e 0,60%, respectivamente). Os melhores valores de deposição de proteína (33,14%) e energia na carcaça (111,61%) corroboraram os resultados de níveis mínimos de proteína determinados, apresentando um melhor resultado em torno do agrupamento das médias com 42% de PB. Os resultados permitiram inferir que os limites da relação energia:proteína para nutrição do “black bass” estão entre 7,78 e 8,83 kcal/g, com conversão alimentar entre 0,96 a 1,10.

ABSTRACT

Effect of dietary protein and energy levels on growth and body composition of juvenile largemouth bass *Micropterus salmoides*

To determine dietetic protein and energy requirements of juvenile largemouth bass, 1,350 feed-conditioned fishes, average weight 14.46 ± 0.81 g, were stocked in 60-L cages set up in 1,000 L containers, and fed for 64 days with a dry, extruded feed containing varying levels of crude protein (34, 38, 42, 46, 50 and 54%) and energy (3,600 to 4,100 kcal/kg feed, with increases of 125 kcal). The trial was set up in a 6 x 5 factorial, totally randomized design ($n=3$). Data on weight gain, daily feed consumption, feed conversion rate, protein efficiency rate, specific growth rate, nutrient protein and

energy retention were recorded and evaluated. There were no interaction effects ($P > 0,05$) between feed energy and protein levels in regard to all evaluated parameters. Analysis of recorded data by the broken line method showed that: The minimum protein requirement for a maximum daily weight gain of 0.80% is 43.59% CP; the best feed conversion ratio (1.04:1) was attained with a minimum of 44.82% CP; a minimum of 3,871 kcal/kg is necessary to optimize the feed conversion ratio; daily feed consumption was reduced as the dietetic protein ($P < 0,0001$) and energy ($P < 0,0237$) levels increased; dietetic levels of 46 to 50 % CP led to best protein efficiency values (16.65%); best values for protein (33.14%) and energy (111.61%) retention were observed for fish feeding on the 42% CP ration. Finally, results allow to infer that the limits of energy to protein ratio to feed largemouth bass are 7.78 and 8.83 kcal/g, enabling feed conversion ratios of 0.90 to 1.10.

INTRODUÇÃO

Na última década a aquicultura brasileira apresentou uma taxa de expansão de 390%, sendo considerada como a atividade agro-industrial com maior crescimento (Carvalho & Chammas, 1999). Um grande número de espécies nacionais e exóticas são aqui exploradas, mas com índices de produtividade muito abaixo das médias mundiais, principalmente em função da não adoção de práticas de manejo nutricional adequadas. Este fato é mais patente em relação à criação de espécies carnívoras, como o “black bass” *Micropterus salmoides*, introduzido em meados de 1920 no Estado de Minas Gerais e já perfeitamente adaptado às condições climáticas das regiões Sul e Sudeste do Brasil (Godoy, 1954).

O black bass é considerado em muitas regiões a principal espécie do mercado de peixes esportivos. Em adição, a espécie possui carne branca, macia e muito agradável ao paladar e é, portanto, considerada uma espécie potencialmente utilizável em piscicultura. O uso de espécies carnívoras em piscicultura é condicionado à disponibilidade e uso de rações balanceadas nutricionalmente completas. As poucas

pesquisas sobre nutrição desenvolvidas com black bass ainda não permitem a formulação de rações completas para a espécie (Brandt, 1991). Desta forma, avanços nos conhecimentos e novas e criteriosas pesquisas sobre as exigências nutricionais da espécie vão torná-la, a curto prazo, mais uma vantajosa alternativa da indústria da pesca esportiva brasileira (Kubitza & Lovshin, 1997).

A proteína e energia são os nutrientes mais importantes na síntese de tecido corporal, sendo responsáveis pelo crescimento e ganho de peso nos peixes (Millward, 1989). A utilização da proteína e sua inclusão em rações para peixes carnívoros tem sido foco de várias pesquisas na área de nutrição de peixes (Anderson et al., 1981; Brecka et al., 1996; Kubitza, 1995; Kubitza & Lovshin, 1997; Murai, 1992; Snow, 1960, 1963; Tidwell et al., 1996).

Altos níveis de proteína geralmente causam um desbalanço na relação energia:proteína nas dietas, fazendo com que os peixes supram suas necessidades em energia a partir da elevação do consumo de alimento, piorando a conversão alimentar e reduzindo o ritmo de ganho de peso, com sérios prejuízos aos resultados econômicos das criações. Deste modo, pesquisas sobre as exigências em proteína, energia e adequação da relação energia:proteína em rações para peixes são muito oportunas e necessárias (Hanley, 1991).

Recentemente, vários autores têm investigado a substituição das fontes de proteína de origem animal por fontes protéicas alternativas de baixo custo, geralmente de origem vegetal (El Sayed, 1998; Kikuchi, 1999a, b; Robinson & Li, 1999; Sanz et al., 1994; Steffens, 1989). Outros autores têm estudado o efeito economizador de proteína das fontes de energia em vários tipos de dietas (Catacutan & Coloso, 1995; Daniels & Robinson, 1986; El Sayed & Teshima, 1992; Pérez et al., 1997; Samantaray & Mohanty, 1997), bem como a capacidade dos peixes utilizarem carboidratos e lipídeos como fontes de energia (Erfanullah & Jafri, 1999; Peres & Teles-Oliva, 1999; Smith et al., 1978). Nesta linha de trabalho, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho e a retenção de nutrientes corporais de juvenis de black bass *Micropterus salmoides*, alimentados com rações contendo níveis variados de energia e proteína, visando determinar as exigências destes nutrientes e a relação ideal energia:proteína em dietas para a espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Peixes do Departamento de Produção Animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Campus Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP (22°42’30”S; 47°38’00”W; altitude 546 m). O laboratório é equipado com 32 tanques de polipropileno com capacidade de 1.000 L. Cada tanque aloja 3 gaiolas de volume igual a 60 L, confeccionadas em tela de policloreto de vinila atóxico com abertura de malha 5 mm, e possui sistema fechado de recirculação da água (uma troca completa a cada 3 horas) através de um filtro biológico, aeração forçada por difusores, com sistema de oxigenação de emergência através de borbulhamento de oxigênio gasoso, e temperatura controlada por bomba de troca de calor, mantida em $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

A iluminação do ambiente era feita por 8 lâmpadas de halogênio de 370 watts, controladas por temporizador, mantendo um fotoperíodo de 14L:10E, segundo recomendações de Heinen (1998). Os parâmetros de qualidade da água: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, amônia e nitrito eram monitorados diariamente por equipamentos eletrônicos, no período da manhã e da tarde.

Foram formuladas 30 rações com seis níveis de proteína: 34, 38, 42, 46, 50, 54% e com cinco níveis de energia digestível: 3600, 3725, 3850, 3975, 4100 kcal/kg para cada nível de proteína, através de um aplicativo de programação linear para formulação de rações de custo mínimo. A farinha de peixe chilena foi utilizada como ingrediente protéico padrão (Contreras G., 1999; Pezzato, 1995, 1997) em concentração nunca excedendo 46,35 % da ração. Os valores de digestibilidade de energia dos ingredientes foram calculados com base nos dados obtidos por Sullivan & Reigh (1995) e Gallagher (1997) para o “striped bass” híbrido e recomendações do NRC (1993) para a truta arco-íris. O nível de amido das rações foi fixado entre 15 a 30% a fim de permitir expansão do material durante o processamento (Tabela 1) (Kearns, 1989, 1999).

Os ingredientes utilizados na confecção das rações foram moídos em peneira de 2,5 mm. As rações foram processadas na forma de grânulos extrusados de diâmetro igual a $3,5 \pm 0,5$ mm em uma extrusora experimental Imbramaq MX-300 com capacidade para

300 kg.h⁻¹, equipada com pré-condicionador com capacidade de 450 kg. A umidade final da mistura pré-condicionada era 22% (Hui-Meng, 1989; Kearns, 1989).

Após extrusão, cada ração era submetida à pulverização com óleo vegetal através de uma pistola de pressão, na quantidade calculada para equilíbrio do teor de energia. As rações eram secas em estufa ventilada a 40°C por 12 horas. Era então calculado o teor de umidade das rações que, após resfriamento eram armazenadas em câmara frigorífica a -10°C. Uma amostra de cada ração foi retirada e submetida à análise bromatológica como padrão de controle da qualidade (Tabelas 1 e 2).

Foram utilizados 1350 “black bass” já condicionados a aceitar o alimento artificial (Lovshin & Rushing, 1989), com $14,46 \pm 0,81$ g de peso vivo, criados com uma ração comercial seca, flutuante, para peixes carnívoros. Para montagem do experimento, os peixes foram submetidos a jejum por 24 horas, anestesiados em benzocaína 1%, pesados em balança semi-analítica com precisão de 0,001 g e separados em lotes de 15 peixes, que foram aleatoriamente distribuídos nas parcelas, em um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 5, com três repetições por tratamento. Um lote de 15 peixes foi sacrificado por superdosagem em benzocaína, enxaguado, triturado, congelado de imediato em recipiente imerso em nitrogênio líquido e armazenado em super congelador (-80°C), para determinação de composição centesimal inicial da carcaça (matéria original).

Os peixes foram alimentados diariamente em duas refeições (7h00m e 17h00m) por um período de 64 dias. Os grânulos da ração eram administrados um a um até a saciedade. Os peixes mortos foram retirados, seus pesos descontados do peso total das respectivas parcelas, e não considerados na análise final dos resultados. O consumo de alimento de cada lote era medido a cada três dias em balança semi-analítica com precisão de 0,001 g, ligada por cabo serial a um computador para registro dos dados. As taxas de alimentação foram calculadas e expressas pela relação percentual entre o consumo de alimento diário e a biomassa de cada parcela.

No final do experimento, após jejum de 24 horas, os peixes foram anestesiados e foi obtido o peso final de cada parcela. Uma amostra de 6 peixes de cada parcela foi aleatoriamente coletada. Os peixes foram sacrificados e armazenados como descrito

anteriormente para posterior análise da composição centesimal da carcaça (matéria original). Com exceção da fração lipídio bruto, determinada pelo método de extração clorofórmio-metanol para $5,00 \pm 0,0001$ g de amostra úmida (Folch et al., 1957), os procedimentos de análises seguiram metodologia padrão da “Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists” (AOAC, 1985), sob padronização do Compêndio Brasileiro de Nutrição Animal (MARA, 1998). As amostras foram liofilizadas para a determinação da energia, que foi feita em uma fração de $1,00 \pm 0,0001$ g através de bomba calorimétrica PARR 1261. Os teores de aminoácidos foram determinados por método espectrofotométrico pelo Laboratório Labtec, Campinas, SP.

Os resultados de desempenho e composição centesimal da carcaça foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias de Tukey, usando-se o pacote estatístico do aplicativo SAS (1985). Para determinação do ganho de peso máximo e ponto ótimo de conversão alimentar, em função do nível mínimo necessário de inclusão da proteína e energia na dieta, foi utilizada a análise de regressão segmentada (Zeitoun et al., 1976), através do método dos mínimos quadrados pelo PROC NLIN do SAS (1985), conforme recomendado por Robbins (1986).

Os parâmetros de desempenho avaliados neste experimento seguem descrições e recomendações de Erfanullah & Jafri (1999), Hung et al. (1989), Moore et al. (1988), Steffens (1989), Takeuchi (1988). Foram avaliados os seguintes parâmetros.

- Consumo alimentar diário – CAD (%)

$CAD = 100 \times [AC_t \div (PC_m \times PER)]$, onde: AC_t = alimento consumido total;
 PC_m = peso corporal médio; PER = período experimental (dias)

- Ganho de peso absoluto – GDP_a (g)

$GDP_a (g) = P_f - P_i$, onde: P_f = peso final; P_i = peso inicial

- Ganho de peso relativo – GDP_r (%)

$GDP_r = 100 \times (P_f - P_i) \div P_i$

- Conversão alimentar – CA

$CA = P_{al} \div GDP_a$, onde: P_{al} = peso do alimento fornecido

- Taxa de eficiência protéica – TEP (%)

$$TEP = 100 \times (GDP_a \div PB_c)$$
, onde PB_c = quantidade de proteína consumida
- Taxa de crescimento específico – TCE (%)

$$TCE = 100 \times [(\ln P_f - \ln P_i) \div PER]$$
- Coeficiente de Retenção Protéica – CRP (%)

$$CRP = 100 \times [(P_f \times PBC_f) - (P_i \times PBC_i)] \div AC_t \times PB_c$$
, onde: PBC_f = proteína corporal final; PBC_i = proteína corporal inicial
- Coeficiente de Retenção Energética – CRE (%)

$$CRE = 100 \times [(P_f \times EBC_f) - (P_i \times EBC_i)] \div AC_t \times ED_c$$
, onde: EBC_f = energia bruta corporal final; EBC_i = energia bruta corporal inicial; ED_c = energia digestível da dieta

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade da água avaliados permaneceram normais e dentro das condições ótimas para o crescimento da espécie em todos os tratamentos. Os valores médios observados para os parâmetros monitorados foram: pH $7,5 \pm 0,3$; oxigênio dissolvido $5,3 \pm 1,4 \text{ mg.L}^{-1}$; temperatura $25,3 \pm 1,6 \text{ }^\circ\text{C}$; amônia total $0,3 \pm 0,1 \text{ mg.L}^{-1}$; nitrito $0,27 \pm 0,2 \text{ mg.L}^{-1}$. Apenas sete peixes morreram nas diferentes parcelas, o que representa uma taxa de sobrevivência total de 99,48%.

Houve diferença no consumo médio diário dos peixes em relação aos níveis de proteína ($P < 0,0001$) e energia dietética ($P < 0,0237$) (Tabela 3). Contudo, não houve interação ($P > 0,05$) entre estes fatores. Foi observado que o consumo de alimento diminuía com o aumento dos níveis de proteína e energia nas rações (Figura 1). Estas observações permitem inferir que os níveis dietéticos de energia digestível estão diretamente relacionados com o consumo de alimento pelos peixes. Altos níveis de energia dietética fazem com que a saciedade seja atingida rapidamente, já que o peixe procura ingerir alimentos que satisfaçam em primeiro lugar suas necessidades

energéticas (NRC, 1993). Resultados semelhantes foram relatados por Anderson et al. (1981) em um experimento onde alimentou black bass com dietas purificadas com níveis de proteína e energia bruta variando de 33,5 a 68,2 % e 4.286 a 4.793 kcal/kg de alimento, respectivamente. Os procedimentos de alimentação adotados foram iguais para os tratamentos e não influenciaram a acurácia dos resultados.

Não foi encontrado efeito de interação entre níveis de proteína e energia dietética para todos os parâmetros avaliados ($P > 0,05$). Os melhores valores de GDP_a foram encontrados nos tratamentos com 46 e 50 % de proteína bruta (Tabela 3). Tanto o GDP_a quanto o GDP_r não diferiram ($P > 0,05$) para os níveis testados de energia digestível, mas aumentaram proporcionalmente ($P < 0,0001$) ao aumento dos níveis de proteína dietética até 50%, diminuindo no nível de 54%, provavelmente em decorrência da diminuição da porcentagem de inclusão de farinha de peixe neste último tratamento (Contreras G., 1999).

O resultado da aplicação da análise de regressão aos dados de ganho de peso relativo diário – GDP_d ($GDP_r \div 64$) (Figura 2), mostrou que exigência em proteína bruta na dieta para um máximo crescimento diário de 0,80% foi de $43,59 \pm 4,16\%$ ($R^2 = 0,993$). Anderson et al. (1981), trabalhando com black bass com peso médio final de 11,28 g, encontraram valores semelhantes, calculando uma exigência de 45,2 % de proteína bruta na dieta para um ganho máximo diário de 0,99%. Assim, provavelmente devido ao fato dos peixes utilizados no presente estudo apresentarem maior porte, tanto a exigência em proteína como o GDP_d calculados apresentaram valores menores que aqueles encontrados por Anderson et al. (1981).

Os índices de conversão alimentar (CA) foram afetados pelos níveis de proteína ($P < 0,0001$) e energia ($P < 0,0230$) das dietas. A exigência em proteína dietética para uma CA máxima de 1,04 foi calculada em $44,82 \pm 4,35\%$ ($R^2 = 0,996\%$), situando-se pouco acima do valor encontrado para GDP_d . A variação dos níveis de energia dietética afetou significativamente apenas a CA, que atingiu um valor máximo de 1,13 para o nível de $3.871 \pm 123,6$ kcal/kg de ED ($R^2 = 0,999$) (Figura 3). Os valores encontrados neste trabalho para exigência nutricional em proteína bruta ficaram próximos aos valores encontrados para outras espécies de peixes carnívoros (Brown et al., 1992; De Long et

al., 1958; Hillestad & Johnsen, 1994; Murai, 1992; Nematipour et al., 1992a, b; Tidwell et al., 1996; Wilson, 1989).

A comparação entre os valores de TEP e TCE dos vários tratamentos revelou diferenças ($P < 0,0195$ e $P < 0,0001$, respectivamente) apenas para os níveis de proteína da dieta (Figura 4). A melhor TEP (16,65%) foi observada para o nível de 46 % de proteína dietética. As melhores TCE foram observadas para os níveis de 46 e 50 % de proteína bruta (0,66 e 0,70%, respectivamente). Infere-se, portanto, que o aumento dos níveis de proteína dietética além destes valores não promove aumentos significativos na TCE e na TEP para o black bass.

A distribuição dos valores da CA em função da relação energia digestível:proteína (ED/PB) nas diferentes dietas em um gráfico de dispersão, revelou a existência de um efeito cúbico ($R^2 = 0,734$). A melhor CA (0,96) foi observada para a relação ED/PB de 7,8 kcal/g (Figura 5). Estes resultados corroboram aqueles obtidos por Sampaio (1998), que encontrou melhores resultados de desempenho quando o carnívoro tucunaré *Cichla* sp. era alimentado com uma ração contendo 41% de PB e 3.500 kcal ED/kg de alimento, ou seja, com uma dieta com relação ED/PB de 8,0 kcal/g. No presente estudo, as dietas que continham relações ED/PB não adequadas, ou seja, extrapolando os limites de 7,78 e 8,83 kcal/g, induziram piora na taxa de crescimento da espécie em estudo.

Neste caso, ou a proteína dietética estaria sendo utilizada como fonte de energia, ou a energia ingerida como alimento estaria sendo depositada na forma de gordura, ou ainda o peixe poderia não estar ingerindo a quantidade necessária de nutrientes, uma vez que os altos níveis de energia da dieta estariam influenciando diretamente (diminuindo) o consumo de alimento. Os peixes alimentados com rações contendo alta quantidade de energia apresentaram maior porcentagem de gordura e menor porcentagem de proteína na carcaça, demonstrando que a relação ED/PB está diretamente relacionada com o acúmulo de gordura, e pode influenciar a qualidade da carcaça do pescado. A manutenção de níveis adequados da relação ED/PB em rações para peixes é de grande importância na determinação das exigências nutricionais. Observações semelhantes foram também feitas por Catacutan & Coloso (1995), El

Sayed & Teshima (1992), Pérez et al. (1997) e Samantaray & Mohanty (1997), a partir de dados originados em estudos similares feitos com várias espécies. Os dados apresentados neste estudo corroboram as afirmações que dietas com relação ED/PB apropriada permitem otimizar a taxa de crescimento e a utilização dos nutrientes pelos peixes.

Resultados obtidos com truta arco-íris por LeGrow & Beamish (1986), mostram que o aumento dos níveis energéticos das dietas dentro de diferentes níveis protéicos, com consequente alteração da relação ED/PB, promovem um aumento dos depósitos corporais de lipídios. Estes resultados sustentam a argumentação que com o aumento excessivo nos níveis protéicos ou energéticos, o excesso de proteína é deaminado, transformado em esqueleto carbônico e armazenado na forma de reserva energética, podendo induzir a deposição de gordura visceral e corporal (Cowey, 1979; Steffens, 1989; Wilson, 1989).

Neste trabalho, os níveis de matéria mineral diminuíram proporcionalmente ao aumento da deposição de proteína na carcaça, que apresentou diferenças ($P < 0,0480$) apenas para o agrupamento das médias dos níveis de proteína na dieta (Tabela 4). O agrupamento das médias dos níveis energéticos revelou que os tratamentos diferiram ($P < 0,0015$) em relação acúmulo de lipídeo na carcaça. Os níveis de 3.850, 3.975 e 4.100 kcal ED/kg de alimento apresentaram as maiores médias de acúmulo de lipídio.

Anderson et al. (1981), trabalhando com juvenis de black bass (peso vivo de 11,28g) observaram que um aumento no nível de inclusão de proteína na dieta é acompanhado por um aumento da deposição da proteína na carcaça. Os autores relatam ainda que o ponto de máxima deposição de proteína ocorre muito próximo ao ponto de exigência protéica mínima estipulada para espécie, que no caso deste estudo está em torno de 44%. Este resultado pode ser confirmado na análise da Figura 6, onde pode ser observado que o máximo de deposição da proteína (33,14 %), ocorreu no nível de 42% de proteína na dieta. Estes valores estão muito próximos daqueles obtidos por Anderson et al. (1981): um máximo depósito de proteína na carcaça de 33,20% para o nível de 47,70% de proteína dietética. O mesmo é verdade em relação à deposição de energia na

carcaça. Foi observado neste estudo que a otimização dos valores de deposição de energia ocorreu ao redor do nível de 42% de proteína dietética.

Em relação aos aminoácidos, Cowey (1994) afirma que existe uma grande variação tanto nos valores de exigência nutricional das diferentes espécies, como nos níveis deste nutriente nas rações. A densidade de energia dietética é um fator que afeta bastante as exigências em aminoácidos, e vice-versa.

Assim sendo, foram quantificados os valores dos principais aminoácidos para os seis níveis de proteína nas rações contendo 3.850 kcal ED/kg de alimento (Tabela 2). Os resultados mostram uma discreta variação entre os teores de aminoácidos das dietas e os teores de aminoácidos na carcaça do black bass no início do período experimental. Dentro do conceito de proteína ideal de Ogino (1980), estas diferenças não influenciaram os resultados deste trabalho.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo possibilitam concluir que as exigências nutricionais mínimas de juvenis de black bass foram 43,59% de proteína e 3.871 kcal ED/kg de alimento. Os resultados permitiram inferir ainda que os limites da relação energia:proteína para nutrição do black bass estão entre 7,78 e 8,83 kcal/g. Nestas condições a conversão alimentar varia de 0,96 a 1,10, respectivamente. Para estes níveis de nutrientes, foram obtidos os melhores valores de CRP (33,14%) e CRE (111,61%) na carcaça.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, R.J.; KIENHOLZ, E.W.; FLICKINGER, S.A. Protein requirements of smallmouth bass and largemouth bass. **Journal of Fish Nutrition**, v.111, p.1085-1097, 1981.

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, **Methods of Analysis**. 14 ed., Washington, DC, p.152-160. 1984.
- BRANDT, T.M. Temperate basses, *Morone* spp., and black basses, *Micropterus* spp. In: WILSON, R.P. (Ed.). **Handbook of nutrient requirements of finfish**. Boston: CRC Press, Inc. 1991. p.163-166.
- BRECKA, B.J.; WAHL, D.H.; HOOE, M.L. Growth, survival and body composition of largemouth bass fed various commercial diets and protein concentrations. **The Progressive Fish Culturist**, v.58, p.104-110, 1996.
- BROWN, M.L.; NEMATIPOUR, G.R.; GATLIN, D.M. Dietary protein requirement of juvenile sunshine bass at different salinities. **The Progressive of Fish Culturist**, v.54, p.148-156, 1992.
- CARVALHO, R.A.P.L.F.; CHAMMAS, M.A. O impacto da aquicultura na oferta global de pescado: uma nova força para o agribusiness brasileiro. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.23, n.2, 1999.
- CATACUTAM, M.R.; COLOSO, R.M. Effect of dietary protein to energy ratios on growth, survival, and body composition of juvenile Asian seabass, *Lates calcarifer*. **Aquaculture**, v.131, p.125-133, 1995.
- CONTRERAS G., E. A new approach to the evaluation of fish meal quality by reaction with 2, 4, 6-trinitrobenzenesulfonic acid. In: CHANG, Y.K; WANG, S.S. **Advances in extrusion technology**. Lancaster: Technomic Publishing Co., 1999. p.179-189.
- COWEY, C.B. Amino acids requirements of fish: a critical appraisal of present values. **Aquaculture**, v.124, p.1-11, 1994.
- COWEY, C.B. Fish nutrition. In: HOAR, W.S.; RANDAL, D.J. (Ed.) **Fish Physiology**. London: Academic Press, 1979, p.1-69.
- DANIELS, W.H.; ROBINSON, E.H. Protein and energy requirements of red drum. **Aquaculture**, v.53, p.232-243, 1986.

- DeLONG, D.C.; HALVER, J.E; MERTZ, E.T. Nutrition of salmonid fishes VI. Protein requirements of Chinook salmon at two water temperatures. **Journal of Nutrition**, v.65, p.589-599, 1958.
- EL-SAYED, A-F.M. Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) feeds. **Aquaculture Research**, v.29, p.275-280, 1998.
- EL-SAYED, A-F.M.; TESHIMA, S. Protein and energy requirements of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fry. **Aquaculture**, v.103, p.55-63, 1992.
- ERFANULLAH; JAFRI, A.K. Growth, feed conversion, body composition and nutrient retention efficiencies in fingerling catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), fed different sources of dietary carbohydrate. **Aquaculture Research**, v.30, p.43-49, 1999.
- FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v.226, p.497-509, 1957.
- GALLAGHER, M.L. Apparent digestibility coefficients for some carbohydrates in diets for hybrid striped bass *Morone saxatilis* x *M. chrysops*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.28, n.4, 1997.
- GODOY, M.P. Observações sobre a adaptação do “black bass” (*Micropterus salmoides*) em Pirassununga, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, v.14, n.2, p.32-38, 1954.
- HANLEY, F. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.93, p.323-334, 1991.
- HEINEN, J.M. Light control for fish tanks. **The Progressive Fish Culturist**, v.60, p.323-330, 1998.

- HILLESTAD M.; JOHNSEN, F. High-energy / low-protein diets for Atlantic salmon: effects on growth, nutrient retention and slaughter quality. **Aquaculture**, v.124, p.109-116, 1994.
- HUI-MENG, K. Aquatic feed pelleting techniques. In: PROCEEDINGS OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA AQUACULTURE AND FEED WORKSHOP, Beijing, 1989. **Proceedings**. Beijing: American Soybean Association, 1989. p. 237-244.
- HUNG, S.O.; FYNN-AIKINS, F.K.; LUTES, P.B.; XU, R. Ability of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) to utilize different carbohydrate source. **Journal of Nutrition**, v.119 p.727-733, 1989.
- KEARNS, J.P. Advantages of extrusion cooking and comparisons with the pelleting process for aquatic feeds. In: PROCEEDINGS OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA AQUACULTURE AND FEED WORKSHOP, Beijing, 1989. **Proceedings**. Beijing: American Soybean Association, 1989. p. 245-269.
- KEARNS, J.P. Ingredient consideration, preparation of feeds, selection of extrusion equipment and automatic controls for extrusion of pet and aquatic feeds. In: CHANG, Y.K; WANG, S.S. **Advances in extrusion technology**. Lancaster: Technomic Publishing Co., 1999. p.97-106.
- KIKUCHI, K. Use of defatted soybean meal as a substitute for fish meal in diets of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). **Aquaculture**, v.179, p.3-11, 1999a.
- KIKUCHI, K. Partial replacement of fishmeal with corn gluten meal in diets for Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v.30, n.3, p.257-263, 1999b.
- KUBITZA, F. Intensive culture of largemouth bass *Micropterus salmoides*: production of advanced juveniles and food-size fish. Alabama, 1995. 145p. Thesis (Ph.D.) - Auburn University.
- KUBITZA, F.; LOVSHIN, L.L. Pond production of pellet-fed advanced juvenile and food-size largemouth bass. **Aquaculture**, v.149, p.253-262, 1997.

- LeGROW, S.M.; BEAMISH, F.W.H. Influence of dietary protein and lipid on apparent heat increment of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. **Canadian of Journal Fisheries Aquatic Science**, v.43, p.19-25, 1986.
- LOVSHIN, L.L.; RUSHING, J.H. Acceptance by largemouth bass fingerlings of pelleted feed with a gustatory additive. **The Progressive of Fish Culturist**, v.51 p.73-78, 1989.
- MILLWARD, D. J. The nutritional regulation of muscle growth and protein turnover. **Aquaculture**, v.79, p.1-28, 1989.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal**. Brasília, DF: Departamento de Fiscalização e Fomento Animal SDR/MA, 1998.
- MOORE, B.J.; HUNG, S.S.O.; MEDRANO, J.F. Protein requirements of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). **Aquaculture**, v.71, p.235-245, 1988.
- MURAI, T. Protein nutrition of rainbow trout. **Aquaculture**, v.100, p.191-207, 1992.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of fish**. Washington, DC: National Academic Press, 1993. 105p.
- NEMATIPOUR, R.G.; BROWN, M.L.; GATLIN III, D.M. Effects of dietary energy: protein ratio on growth characteristics and body composition of hybrid striped bass, *Morone chrysops* x *M. saxatilis*. **Aquaculture**, v.107, p.359-368, 1992a.
- NEMATIPOUR, R.G.; BROWN, M.L.; GATLIN III, D.M. Effects of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth and body composition of hybrid striped bass. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 23, p.128-132, 1992b.
- OGINO, C. Requirements of carp and rainbow trout for essential amino acids. **Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries**, v.42, p.71-75, 1980.

- PERES, H.; TELES-OLIVA, A. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, v.179, p.325-334, 1999.
- PÉREZ, L.; GONZALES, H.; JOVER, M.; FERNÁNDEZ CARMONA, J. Growth of European sea bass fingerlings (*Dicentrarchus labrax*) fed extruded diets containing varying levels of protein, lipid and carbohydrate. **Aquaculture**, v.156, p.183-193, 1997.
- PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para a indústria da nutrição de peixes e crustáceos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, 1, Campos do Jordão, 1995. **Anais**. Campinas: CBNA, 1995. p.34-52.
- PEZZATO, L.E. O estabelecimento das exigências nutricionais das espécies de peixes cultivadas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1, Piracicaba, 1997. **Anais**. Piracicaba: CBNA, 1997. p.45-62.
- ROBBINS, K.L. A method, SAS program, and example for fitting the broken-line to growth data. Tennessee: Agricultural Experiment Station – University of Tennessee, 1986. 8p. (**Research report 86/09**).
- ROBINSON, E.H.; LI, M.H. Evaluation of practical diets with various levels of dietary protein and animal protein for pond-raised channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v.38, n.2, 1999.
- SAMANTARY, K.; MOHANTY, S.S. Interactions of dietary levels of protein and energy on fingerling snakehead, *Channa striata*. **Aquaculture**, v.156, p.241-249, 1997.
- SAMPAIO, A.M.B.M. Relação energia: proteína na nutrição do tucunaré (*Cichla* sp.). Piracicaba, 1998. 49p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SANZ, A.; MORALES, A.E.; HIGUERA, M de L.; CARDENETE, G. Sunflower meal compared with soybean meal as partial substitutes for fishmeal in rainbow trout

(*Oncorhynchus mykiss*) diets: protein and energy utilization. **Aquaculture**, v.128, p.287-300, 1994.

SAS Institute. **SAS User's Guide**: statistics. 5.ed. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1985.

SMITH, R.R.; RUMSEY, G.L.; SCOTT, M.L. Heat increment associated with dietary protein, fat, carbohydrate and complete diets in salmonids: comparative energetic efficiency. **Journal of Nutrition**, v.108, p.1025-1032, 1978.

SNOW, J.R. An exploratory attempt to rear largemouth black bass fingerlings in a controlled environment. In: ANNUAL MEETING OF THE SOUTHEASTERN ASSOCIATION OF GAME AND FISH COMMISSIONERS, 17. Mississippi, 1960. **Proceedings**. Mississippi: Biloxi, 1960. p.253-257.

SNOW, J.R. Results of further experiments on rearing largemouth bass fingerlings under controlled conditions. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE SOUTHEASTERN ASSOCIATION OF GAME AND FISH COMMISSIONERS, 17. Arkansas, 1963. **Proceedings**. Arkansas: Hot Springs, 1963. p.191-203.

STEFFENS, W. **Principles of fish nutrition**. Chichester, England, UK: Ellis Harwood Ltd., 1989, p.184-208.

SULLIVAN, J.A; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*). **Aquaculture**, v.138, p.313-322, 1995.

TAKEUCHI, T. Laboratory work – chemical evaluations of dietary nutrients. In: WATANABE, T. **Fish nutrition and mariculture**. Tokyo: Aquatic Biosciences, 1988. cap.3, p.179-233.

TIDWELL, J.H.; WEBSTER, C.D.; COYLE, S.D. Effects of dietary protein level on second year growth and water quality for largemouth bass (*Micropterus salmoides*) raised in ponds. **Aquaculture**, v.145, p. 213-223, 1996.

- WILSON, R.P. Amino acids and proteins. In: HALVER, J.E. (Ed.). **Fish nutrition**. London: Academic Press, 1989. Cap.3, p.111-151.
- ZEITOUN, I.H.; DULLREY, D.E.; MAGEE, W.T.; GILL, J.L.; BERGEN, W.G. Quantifying nutrient requirements of fish. **Journal of Fisheries Research Board of Canada**, v.33, p.167-172, 1976.

Anexos A

Tabela 1. Ingredientes e níveis nutricionais analisados nas rações testadas. Valores expressos em 100% da matéria original.

<i>Ingredientes</i>	<i>Dieta</i>									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Farinha de peixe chilena ^a	45,35	44,35	45,35	44,35	44,35	44,35	44,35	45,35	44,35	44,35
Farelo de Soja	-	-	-	-	-	4	5	6	-	9
Glutenose (60%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Milho	39	40	34	29	23	-	-	-	29	-
Farelo de Trigo	-	-	4	-	-	18	-	-	-	-
Amido de milho	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Farinha de trigo	9	10	8	16	19	28	44	40	16	33
Fosfato bicálcico	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-Lisina (80%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Óleo de Soja	4	5	8	10	13	5	6	8	10	13
Mistura mineral e vitamínica ^b	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Vitamina C (Stay-C 35%) ^c	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<i>Composição em nutrientes</i>										
Proteína bruta (%)	34,28	34,59	34,02	34,62	34,05	37,12	37,02	37,17	36,43	37,51
Lipídio bruto (%)	10,00	10,70	13,42	15,35	17,67	10,00	10,48	12,80	15,35	17,44
Amido (%)	30,00	34,39	30,00	30,81	29,00	20,63	30,30	27,83	30,81	22,90
Fibra bruta (%)	1,18	1,48	1,72	1,31	1,23	2,82	1,36	1,41	1,31	1,51
ENN (%)	34,96	35,28	32,72	30,93	29,31	28,74	32,75	30,66	28,79	23,76
Energia digestível (kcal/kg) ^d	3600	3725	3850	3975	4100	3600	3725	3850	3975	4100
Relação energia/proteína (kcal/g)	10,59	10,96	11,32	11,69	12,06	9,47	9,80	10,13	10,46	10,79

^a Composição (g / 100g de peso seco): proteína bruta, 64,06; lipídio bruto, 11,59.

^b Suplementação/kg de ração: 40 mg de Mn; 100 mg de Fe; 100 mg de Zn; 10 mg de Cu; 1mg de Co; 1,5 mg de I; 36.000 UI de vitamina A; 9 mg de B₆; 4.500 UI de D₃; 150 UI de vitamina E; 90 mcg de B₁₂; 6 mg de B₁; 18 mg de B₂; 4,5 mg de K₃; 9mg de Ácido fólico; 0,6 mg de Biotina; 0,45 mg de Selênio; 30 mg de Ácido pantotênico; 90 mg de Ácido nicotínico

^c Suplementação/kg de ração: 346mg

^d Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade da energia dos ingredientes para “striped bass”, apresentados por Sullivan et al. (1995) e Gallagher (1997).

Tabela 1. Continuação.

<i>Ingredientes</i>	<i>Dieta</i>									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Farinha de peixe chilena ^a	45,35	45,35	45,35	44,35	45,35	46,35	44,35	45,35	45,35	44,35
Farelo de Soja	20	19	17	13	8	12	11	9	-	2
Glutenose (60%)	-	-	1	5	8	16	16	15	-	20
Milho	-	-	-	-	-	-	-	-	39	-
Farelo de Trigo	2	-	-	-	-	-	-	-	7	-
Amido de milho	4	-	-	-	-	11	7	2	1	-
Farinha de trigo	23	30	28	28	27	9	16	23	2	25
Fosfato bicalcico	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
L-Lisina (80%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Óleo de Soja	5	5	8	9	11	5	5	5	4	8
Mistura mineral e vitamínica ^b	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Vitamina C (Stay-C 35%) ^c	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<i>Composição em nutrientes</i>										
Proteína bruta (%)	42,39	42,14	41,76	41,50	41,73	45,11	45,07	45,53	45,44	45,32
Lipídio bruto (%)	10,00	10,22	12,23	13,84	15,45	10,00	10,00	10,00	11,84	12,64
Amido (%)	20,00	21,37	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Fibra bruta (%)	2,45	2,19	2,10	1,85	1,60	1,84	1,80	1,76	2,08	1,33
ENN (%)	25,59	25,03	24,63	23,24	22,09	23,77	24,09	22,68	21,54	22,05
Energia digestível (kcal/kg) ^d	3600	3725	3850	3975	4100	3600	3725	3850	3975	4100
Relação energia/proteína (kcal/g)	8,57	8,87	9,17	9,46	9,76	7,83	8,10	8,37	8,64	8,91

^a Composição (g / 100g de peso seco): proteína bruta, 64,06; lipídio bruto, 11,59.

^b Suplementação/kg de ração: 40 mg de Mn; 100 mg de Fe; 100 mg de Zn; 10 mg de Cu; 1mg de Co; 1,5 mg de I; 36.000 UI de vitamina A; 9 mg de B₆; 4.500 UI de D₃; 150 UI de vitamina E; 90 mcg de B₁₂; 6 mg de B₁; 18 mg de B₂; 4,5 mg de K₃; 9mg de Ácido fólico; 0,6 mg de Biotina; 0,45 mg de Selênio; 30 mg de Ácido pantotênico; 90 mg de Ácido nicotínico

^c Suplementação/kg de ração: 346mg

^d Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade da energia dos ingredientes para “striped bass”, apresentados por Sullivan et al. (1995) e Gallagher (1997).

Tabela 1. Continuação.

<i>Ingredientes</i>	<i>Dieta</i>									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Farinha de peixe chilena ^a	40,88	39,72	42,35	40,06	42,35	21	22	22	22	22
Farelo de Soja	1	-	4	1	-	-	-	-	-	-
Glutenose (60%)	34	33	33	35	32	51,41	43,32	46,87	52,43	56,98
Milho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Farelo de Trigo	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Amido de milho	15	10	9	4	-	11	1	2	2	2
Farinha de trigo	-	8	6	13	20	-	15	13	10	8
Fosfato bicálcico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-Lisina (80%)	2,47	2,63	-	0,29	-	8,95	11,04	8,48	5,92	3,37
Óleo de Soja	6	6	5	5	5	7	7	7	7	7
Mistura mineral e vitamínica ^b	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Vitamina C (Stay-C 35%) ^c	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<i>Composição em nutrientes</i>										
Proteína bruta (%)	50,08	50,28	50,72	50,68	50,18	53,24	53,89	53,29	53,73	53,20
Lipídio bruto (%)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,18	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Amido (%)	20,00	20,00	18,00	18,00	18,00	18,00	17,70	17,10	16,50	15,90
Fibra bruta (%)	1,28	1,24	1,50	1,48	1,39	1,34	1,36	1,43	1,50	1,57
ENN (%)	24,25	20,75	21,40	22,55	19,24	21,80	20,64	21,98	20,73	20,07
Energia digestível (kcal/kg) ^d	3600	3725	3850	3975	4100	3600	3725	3850	3975	4100
Relação energia/proteína (kcal/g)	7,20	7,45	7,70	7,95	8,2	6,67	6,90	7,13	7,36	7,59

^a Composição (g / 100g de peso seco): proteína bruta, 64,06; lipídio bruto, 11,59.

^b Suplementação/kg de ração: 40 mg de Mn; 100 mg de Fe; 100 mg de Zn; 10 mg de Cu; 1 mg de Co; 1,5 mg de I; 36.000 UI de vitamina A; 9 mg de B₆; 4.500 UI de D₃; 150 UI de vitamina E; 90 mcg de B₁₂; 6 mg de B₁; 18 mg de B₂; 4,5 mg de K₃; 9mg de Ácido fólico; 0,6 mg de Biotina; 0,45 mg de Selênio; 30 mg de Ácido pantotênico; 90 mg de Ácido nicotínico

^c Suplementação/kg de ração: 346mg

^d Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade da energia dos ingredientes para “striped bass”, apresentados por Sullivan et al. (1995) e Gallagher (1997).

Tabela 2. Composição de aminoácidos da carcaça e das rações experimentais com o teor médio de energia.

Aminoácidos	Teor na carcaça (%)	Percentual da proteína das rações com 3.850 kcal kg ⁻¹					
		34	38	42	46	50	54
Arginina	3,45	2,23	2,22	2,82	2,73	2,75	2,08
Histidina	1,06	1,14	1,11	1,29	1,32	1,38	1,13
Isoleucina	1,97	1,43	1,33	1,71	1,91	2,04	1,92
Leucina	3,61	2,79	2,66	3,23	4,30	5,85	6,47
Lisina	3,99	2,59	2,49	2,97	2,77	2,76	7,93
Metionina ¹	1,94	1,14	1,22	1,39	1,55	1,85	1,66
Fenilalanina	1,83	1,41	1,46	1,79	2,07	2,51	2,58
Treonina	2,47	1,52	1,51	1,75	1,79	2,02	1,68
Triptofano	0,86	0,34	0,39	0,43	0,41	0,40	0,32
Valina	2,50	1,68	1,57	1,95	2,17	2,34	2,20

¹ mais cistina

Tabela 3. Parâmetros médios de desempenho dos peixes.

Dieta	PB (%)	ED (kcal.kg ⁻¹)	Peso (g/peixe)		GDP _a (g)	GDP _r (%)	CAD (%)	CA	TEP (%)	TCE (%)
			Inicial	Final						
1		3600	13,90	19,07	5,16	37,15	2,35	1,50	15,19	0,49
2		3725	14,90	20,04	5,13	34,47	2,32	1,49	15,08	0,46
3	34	3850	13,53	18,93	5,40	40,20	2,03	1,30	15,89	0,53
4		3975	14,46	18,95	4,49	31,04	2,02	1,29	13,20	0,42
5		4100	14,24	19,02	4,79	33,58	2,02	1,29	14,08	0,45
6		3600	14,65	20,00	5,35	36,64	2,36	1,51	14,09	0,49
7		3725	14,37	20,37	6,00	41,74	2,13	1,37	15,79	0,54
8	38	3850	15,01	21,32	6,30	42,22	1,98	1,27	16,59	0,55
9		3975	15,00	20,53	5,53	36,72	2,19	1,40	14,54	0,49
10		4100	14,41	21,09	6,68	46,42	1,91	1,22	17,58	0,60
11		3600	14,60	21,99	7,39	50,75	1,59	1,02	17,60	0,64
12		3725	13,83	21,58	7,74	56,39	1,66	1,06	18,44	0,70
13	42	3850	14,00	20,30	6,30	45,02	1,71	1,10	15,01	0,58
14		3975	14,05	20,08	6,02	42,88	1,87	1,20	14,34	0,56
15		4100	14,23	20,82	6,60	46,60	1,72	1,10	15,71	0,60
16		3600	14,53	22,50	7,97	54,90	1,55	0,99	17,33	0,68
17		3725	14,18	21,97	7,79	55,00	1,56	1,00	16,93	0,68
18	46	3850	13,84	21,38	7,55	54,66	1,59	1,02	16,41	0,68
19		3975	14,97	22,91	7,94	53,16	1,59	1,02	17,27	0,67
20		4100	15,32	22,37	7,05	46,32	1,61	1,03	15,33	0,59
21		3600	14,81	23,55	8,74	59,01	1,56	1,00	17,49	0,72
22		3725	15,11	23,00	7,89	52,22	1,59	1,02	15,78	0,65
23	50	3850	14,45	23,44	8,99	62,92	1,47	0,94	17,98	0,76
24		3975	14,00	21,40	7,40	52,88	1,46	0,93	14,81	0,66
25		4100	14,63	22,57	7,94	54,21	1,45	0,93	15,88	0,68
26		3600	14,26	20,10	5,84	40,95	1,95	1,25	10,81	0,53
27		3725	14,46	20,92	6,46	44,78	1,92	1,23	11,96	0,57
28	54	3850	14,95	21,20	6,25	41,89	1,80	1,15	11,57	0,55
29		3975	14,88	21,24	6,35	42,72	1,75	1,12	11,77	0,56
30		4100	14,20	20,95	6,75	47,52	1,62	1,04	12,49	0,61
<i>Erro padrão da média</i>			<i>0,81</i>	<i>1,20</i>	<i>0,87</i>	<i>8,13</i>	<i>0,23</i>	<i>0,15</i>	<i>2,41</i>	<i>0,01</i>
Médias Agrupadas (letras diferentes expressam diferenças significativas pelo Teste de Tukey)										
	34 (n=15)		14,21	19,20 c	4,99 d	35,29 e	2,15 a	1,37 a	14,69 b	0,47 e
	38 (n=15)		14,69	20,66 b	5,97 c	40,71 de	2,12 a	1,35 a	15,72 ab	0,53 de
	42 (n=15)		14,14	20,95 b	6,81 b	48,33 bc	1,71 bc	1,10 bc	16,22 ab	0,62 bc
	46 (n=15)		14,57	22,23 a	7,66 a	52,81 ab	1,58 c	1,01 c	16,65 a	0,66 ab
	50 (n=15)		14,60	22,79 a	8,19 a	56,25 a	1,50 c	0,96 c	16,39 ab	0,70 a
	54 (n=15)		14,55	20,88 b	6,33 bc	43,57 cd	1,81 b	1,16 b	11,72 c	0,56 cd
		3600 (n=18)	14,46	21,20	6,64	46,57	1,89 a	1,21 a	15,42	0,59
		3725 (n=18)	14,48	21,31	6,83	47,43	1,86 a	1,19 a	15,66	0,60
		3850 (n=18)	14,30	21,10	6,80	47,82	1,76 a	1,13 a	15,58	0,61
		3975 (n=18)	14,56	20,85	6,29	43,23	1,81 a	1,16 a	14,32	0,56
		4100 (n=18)	14,50	21,14	6,63	45,74	1,72 a	1,10 a	15,18	0,59
Análise de Variância - ANOVA (Pr > F)										
<i>PB</i>			<i>0,2890</i>	<i>0,0001</i>	<i>0,0001</i>	<i>0,0001</i>	<i>0,0001</i>	<i>0,0001</i>	<i>0,0195</i>	<i>0,0001</i>
<i>ED</i>			<i>0,7144</i>	<i>0,5107</i>	<i>0,2415</i>	<i>0,3423</i>	<i>0,0237</i>	<i>0,0230</i>	<i>0,3139</i>	<i>0,3078</i>
<i>PB x ED</i>			<i>0,8988</i>	<i>0,8821</i>	<i>0,7469</i>	<i>0,7431</i>	<i>0,6135</i>	<i>0,6130</i>	<i>0,7705</i>	<i>0,5729</i>

Tabela 4. Composição centesimal e deposição de nutrientes médios na carcaça.

Dieta	PB (%)	ED (kcal kg ⁻¹)	Composição Corporal – base úmida (%)				Deposição de Nutriente (%)	
			UM	PB	LB	CZ	CRP	CRE
1		3600	77,61	14,73	4,69	2,96	20,24	85,15
2		3725	76,35	15,38	4,84	3,43	25,57	85,44
3	34	3850	76,40	15,05	5,09	3,45	26,71	95,18
4		3975	76,72	15,25	4,85	3,17	26,58	90,15
5		4100	76,93	14,26	5,88	2,93	18,78	98,06
6		3600	76,08	14,97	5,08	3,87	19,91	88,76
7		3725	76,65	15,30	5,02	3,03	25,31	98,53
8	38	3850	76,03	15,56	5,15	3,26	28,92	106,24
9		3975	74,75	16,41	5,96	2,88	31,75	92,61
10		4100	75,56	15,28	5,90	3,27	27,83	101,77
11		3600	75,70	16,16	4,70	3,45	37,01	129,74
12		3725	76,44	16,27	4,34	2,94	36,21	112,02
13	42	3850	75,53	16,13	5,39	2,95	33,71	113,62
14		3975	75,97	15,90	5,11	3,02	29,46	96,62
15		4100	75,96	15,47	5,38	3,19	29,31	106,04
16		3600	75,18	16,19	5,21	3,42	35,05	107,39
17		3725	75,81	15,62	5,20	3,38	30,95	123,14
18	46	3850	77,06	14,86	5,00	3,07	25,95	121,50
19		3975	76,19	14,89	5,69	3,23	23,85	119,47
20		4100	76,09	15,11	5,67	3,13	26,36	113,27
21		3600	76,84	16,13	4,28	2,75	31,78	135,98
22		3725	75,65	16,11	4,59	3,65	30,78	129,33
23	50	3850	75,53	15,89	5,29	3,28	32,35	137,43
24		3975	75,89	16,08	4,65	3,37	33,29	133,42
25		4100	76,65	15,86	4,58	2,92	32,41	124,58
26		3600	76,73	15,80	4,45	3,02	21,46	111,19
27		3725	76,88	15,67	4,64	2,82	21,40	109,82
28	54	3850	76,90	15,61	4,83	2,66	22,08	113,92
29		3975	76,27	15,58	5,17	2,98	22,83	119,16
30		4100	76,83	15,16	5,11	2,90	22,56	125,99
<i>Erro padrão da média</i>			1,02	0,72	0,75	0,38	6,07	16,87
Médias Agrupadas (letras diferentes expressam diferenças significativas pelo Teste de Tukey)								
	34 (n=15)		76,80	14,93 b	5,07	3,19 a	23,57 cd	90,80 d
	38 (n=15)		75,81	15,50 ab	5,42	3,26 a	26,74 bcd	97,58 cd
	42 (n=15)		75,92	15,99 a	4,98	3,11 a	33,14 a	111,61 bc
	46 (n=15)		76,07	15,33 ab	5,35	3,25 a	28,43 abc	116,96 ab
	50 (n=15)		76,11	16,02 a	4,68	3,20 a	32,12 ab	132,15 a
	54 (n=15)		76,72	15,57 ab	4,84	2,88 a	22,07 d	116,02 ab
		3600 (n=18)	76,36	15,66	4,73 b	3,25	27,58	109,70
		3725 (n=18)	76,30	15,73	4,77 ab	3,21	28,37	109,71
		3850 (n=18)	76,24	15,52	5,13 ab	3,11	28,29	114,65
		3975 (n=18)	75,97	15,68	5,24 ab	3,11	27,96	108,57
		4100 (n=18)	76,33	15,19	5,42 a	3,06	26,21	111,62
Análise de Variância – ANOVA (Pr > F)								
PB			0,7715	0,0112	0,0650	0,0480	0,0013	0,0001
ED			0,6229	0,0692	0,0015	0,0976	0,3133	0,8309
PB x ED			0,3866	0,3905	0,4252	0,3797	0,7461	0,9894

Figura 1. Consumo de alimento diário por agrupamento de proteína bruta e energia digestível.

Figura 2. Exigência mínima em proteína para o máximo de ganho de peso relativo diário, determinado pelo método da regressão segmentada.

Figura 3. Exigências mínimas em proteína e energia para o ótimo de conversão alimentar, determinado pelo método da regressão segmentada.

Figura 4. Taxa de crescimento específico x taxa de eficiência protéica com médias agrupadas para proteína da dieta.

Figura 5. Relação energia digestível/proteína bruta (ED/PB) e índice de conversão alimentar das 30 dietas experimentais.

Figura 6. Médias dos coeficientes de retenção de proteína e energia na carcaça do black bass.

CAPÍTULO IV

Retenção de proteína e energia em juvenis de “black bass” *Micropterus salmoides*

Leandro Portz¹, José Eurico Possebon Cyrino² e Ricardo Cavalcanti Martino³

^{1,2} Departamento de Produção Animal ESALQ-USP

Av. Pádua Dias, 11; C.P. 09

13418-900 Piracicaba SP

³ Unidade de Tecnologia de Pescado

Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro

UFRJ – Ilha do Fundão – Instituto de Biologia (CCS), Sala Ao.85

21944-970 Rio de Janeiro RJ

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar alterações nas formas de reserva de energia na carcaça de juvenis de “black bass” ($14,46 \pm 0,81$ g de peso vivo). Peixes condicionados a aceitar alimento artificial foram estocados em 90 gaiolas de volume 60 L alojadas em caixas de 1.000 L em um laboratório com condições ambientais controladas, e alimentados por 64 dias com rações extrusadas com níveis de proteína variando entre 34 e 54% (incrementos de 4%) e teores de energia digestível variando de 3.600 a 4.100 kcal/kg de alimento (incrementos de 125 kcal/kg). Foram analisados os parâmetros de ganho de peso, consumo alimentar diário, relação hepato-somática,

relação víscero-somática, deposição protéica e energética, glicogênio tecidual hepático e lipídio visceral. Não houve interação ($P > 0,05$) entre níveis de proteína e energia para os parâmetros avaliados. Os níveis de proteína e energia digestível dietética que garantiram melhor desempenho foram 42% e 3.850 kcal/g, respectivamente. Dietas com teores médios de 42% de proteína bruta, induziram um alto acúmulo de glicogênio hepático ($P < 0,0442$), assim como aumento da relação hepato-somática ($P < 0,0001$), mostrando uma alta eficiência no acúmulo de energia prontamente utilizável bem como melhor capacidade de retenção dos nutrientes, quando os níveis de carboidratos foram inferiores a 30% na ração. O aumento dos níveis de energia das dietas através da inclusão de óleo nas rações induziu aumentos significativos no acúmulo total de lipídios na carcaça quando as médias eram agrupadas por níveis de energia, e induziu acúmulo de lipídios nas vísceras para os agrupamentos de médias tanto por teor de proteína ($P < 0,0001$) como de energia dietética ($P < 0,0021$).

ABSTRACT

Nutrient protein and energy retention in juvenile largemouth bass *Micropterus salmoides*

To determine dietetic nutrient protein and energy retention of juvenile largemouth bass, 1,350 feed-conditioned fishes, average weight 14.46 ± 0.81 g, were stocked in 60-L cages set up in 1,000 L containers, and fed for 64 days with a dry, extruded feed containing varying levels of crude protein (34, 38, 42, 46, 50 and 54%) and energy (3,600 to 4,100 kcal/kg feed, with increases of 125 kcal/kg). The trial was set up in a 6 x 5 factorial, totally randomized design ($n=3$). Data on weight gain, daily feed consumption, hepatosomatic index, viscerosomatic index, nutrient protein and energy retention, liver glycogen and visceral fat were determined and evaluated. There were no interaction effects ($P > 0.05$) between feed energy and protein levels in regard to all evaluated parameters. Best performance was attained with levels of 42% CP and 3,850 kcal/kg in the diets, condition in which higher levels of liver glycogen ($P < 0.0442$) and

higher hepatosomatic indexes ($P < 0.0001$) were achieved, mainly if diets presented less than 30% starch. Higher levels of dietetic lipid induced significant increases in whole body lipid for pooled means of dietetic energy ($P < 0.0001$), and induced higher deposition of visceral fat for pooled means of dietetic protein ($P < 0.0001$) and energy ($P < 0.0021$) contents.

INTRODUÇÃO

A proteína e a energia são nutrientes importantes na mobilização e formação de tecido corporal, sendo os principais responsáveis pelo crescimento e ganho de peso nos peixes carnívoros. A utilização da proteína e os níveis de inclusão em rações para as várias espécies carnívoras tem sido foco de várias pesquisas na área de nutrição de peixes (Anderson et al., 1981; Brecka et al. 1996; Kubitza, 1995; Kubitza & Lovshin, 1997; Murai, 1992; Snow, 1960, 1963, Tidwell et al., 1996;).

Altos níveis de proteína geralmente causam um desbalanço na relação energia:proteína nas dietas, fazendo com que os peixes supram suas necessidades em energia a partir da elevação do consumo de alimento, piorando a conversão alimentar e reduzindo o ritmo de ganho de peso, com sérios prejuízos aos resultados econômicos das criações. Deste modo, pesquisas sobre as exigências em proteína, energia e adequação da relação energia:proteína em rações para peixes são oportunas e necessárias (Hanley, 1991).

Segundo Shearer (1994), em peixes juvenis o crescimento da carcaça é maior que o crescimento das outras partes do corpo, onde os órgãos internos, com exceção do lipídio visceral, tendem a aumentar de peso em proporções pequenas. Este mesmo autor cita que o tamanho relativo dos tecidos e órgãos, sob condições adequadas de nutrição, são dependentes apenas do tamanho do peixe e ciclo de vida. Entretanto, em geral são encontradas diferenças marcantes em tamanho e peso do fígado de peixes alimentados com diferentes dietas.

O crescimento e a composição química corporal dos peixes podem ser influenciados pela manipulação dos diferentes alimentos e rações a eles fornecidos. Poucos são os autores que descrevem a composição dos depósitos energéticos de peixes alimentados com diferentes rações, e poucas são as informações sobre o efeito da utilização de diferentes alimentos na composição da reserva energética de diferentes tecidos (Jobling et al., 1998).

O glicogênio é uma das muitas formas de armazenamento da energia consumida como alimento pelo peixe. O glicogênio é encontrado em grande quantidade nos tecidos do fígado e músculo dos peixes. Embora o tecido muscular de peixes carnívoros, como a truta arco-íris, possa concentrar cerca de 6% a mais glicogênio que o fígado, as quantidades totais de glicogênio muscular ou hepático podem ser consideradas iguais (Steffens, 1989).

Como consequência de uma intensa atividade física, as reservas de glicogênio no músculo e fígado dos peixes podem diminuir em poucos minutos, sendo restabelecidas somente 24 horas após terem sido consumidas. Nagai & Ikeda (1971) mostraram que períodos de restrição alimentar superiores a 164 dias não resultam em uma queda significativa na reserva de glicogênio muscular da carpa comum, embora estes peixes tenham mostrado uma redução de 75% na reserva de glicogênio tecidual hepático após 100 dias de restrição alimentar. Isto mostra que estes peixes iniciam a utilização das reservas de glicogênio do corpo a partir do glicogênio tecidual hepático.

O glicogênio hepático é considerado um estoque emergencial de energia prontamente utilizável nos primeiros momentos de situações críticas de estresse (Christiansen & Klungsoyr, 1987). Os polissacarídeos são encontrados em todas as células dos animais e mais abundantemente no fígado, alcançando normalmente 7% do peso seco do tecido (Stryer, 1971).

O ciclo do glicogênio hepático no catabolismo mostra que esta forma de reserva orgânica é muito mais importante como suprimento de intermediários metabólicos para processos biosintéticos, que fonte de energia (Christiansen & Klungsoyr, 1987). O glicogênio é um nutriente muito utilizado em adaptações bioquímicas em várias situações de estresse ambiental. Variações do pH, dos níveis de oxigênio dissolvido na

água, da salinidade, e períodos de grande esforço físico e mudanças de dietas podem resultar tanto em aumento como em diminuição do estoque de glicogênio (Moraes et al., 1996; Soengas et al., 1995).

Diversos estudos conduzidos com diferentes espécies de peixes nas mais diversas condições ambientais têm utilizado a avaliação da relação hepato-somática e do peso da gordura visceral como forma de quantificar o estoque energético (*i.e.* lipídeos e glicogênio) em peixes (Bidinoto et al., 1997; Heidinger & Crawford, 1977; Nematipour et al., 1992a, b). Brown et al. (1992) testaram níveis de proteína dietética variando de 25 a 55%, com incremento de 5%, na alimentação de juvenis de “sunshine bass” e utilizou a relação hepato-somática (RHS) como uma medida relativa de estoque energético. Os autores observaram que os valores da relação hepato-somática encontrados eram inversamente proporcionais aos níveis de proteína e diretamente proporcionais aos níveis de carboidratos digestíveis dietéticos, o que mostra que quanto menor o nível de proteína dietética, maior a utilização de carboidratos e a deposição de glicogênio no fígado. Resultados semelhantes também foram mostrados por Millikin (1982) para o “striped bass”.

A relação entre a quantidade de gordura visceral e o peso do corpo também comporta-se de forma similar à RHS, ou seja, apresenta um declínio diretamente proporcional ao aumento da quantidade de proteína dietética (Brown et al., 1992). As reservas energéticas dos peixes são geralmente representadas por um acúmulo de gordura visceral. Tais reservas em peixes não sexualmente maduros podem acontecer como acúmulo de gordura muscular, e são necessárias para crescimento e como reserva energética para o período de falta de alimento ou anorexia de inverno (Wicker & Johnson, 1987). O aumento da relação gordura visceral:peso do corpo é diretamente proporcional ao aumento da RHS e reflete a proporcionalidade entre ambas as formas de acúmulo de energia.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes níveis de proteína e energia dietéticos nas formas e quantidades das reservas de energia da carcaça de juvenis de black bass, relacionando estas alterações às exigências em proteína e energia dietéticas, bem como à relação energia:proteína dietética ideal para a espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Peixes do Departamento de Produção Animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Campus Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP (22°42’30”S; 47°38’00”W; altitude 546 m). O laboratório é equipado com 32 tanques de polipropileno com capacidade de 1.000 L. Cada tanque aloja 3 gaiolas de volume igual a 60 L, confeccionadas em tela de policloreto de vinila atóxico com abertura de malha 5 mm, e possui sistema fechado de recirculação da água (uma troca completa a cada 3 horas) através de um filtro biológico, aeração forçada por difusores, com sistema de oxigenação de emergência através de borbulhamento de oxigênio gasoso, e temperatura controlada por bomba de troca de calor, mantida em $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

A iluminação do ambiente era feita por 8 lâmpadas de halogênio de 370 watts, controladas por temporizador, mantendo um fotoperíodo de 14L:10E, segundo recomendações de Heinen (1998). Os parâmetros de qualidade da água: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, amônia e nitrito eram monitorados diariamente por equipamentos eletrônicos, no período da manhã e da tarde.

Foram formuladas rações com níveis crescentes de proteína: 34, 38, 42, 46, 50, 54% e com cinco níveis de energia digestível: 3600, 3725, 3850, 3975, 4100 kcal/kg para cada nível de proteína, através de um aplicativo de programação linear para formulação de rações de custo mínimo. A farinha de peixe chilena foi utilizada como ingrediente protéico padrão (Contreras G., 1999; Pezzato 1995, 1997) em concentração nunca excedendo 46,35 % da ração. Os valores de digestibilidade de energia dos ingredientes foram calculados de com base nos dados obtidos por Sullivan & Reigh (1995) e Gallagher (1997) para o “striped bass” híbrido, e do NRC (1993) para a truta arco-íris. O nível de amido das rações foi fixado entre 15 e 30% a fim de permitir expansão do material durante o processamento (Tabela 1). As rações foram processadas na forma de grânulos extrusados de diâmetro igual a $3,5 \pm 0,5$ mm em uma extrusora Imbramaq MX-300 com capacidade para 300 kg.h^{-1} (Hui-Meng, 1989; Kearns 1989, 1999).

Foram utilizados 1350 black bass já condicionados a aceitar o alimento artificial (Lovshin & Rushing, 1989), com $14,46 \pm 0,81$ g de peso vivo, criados com uma ração comercial seca, flutuante, para peixes carnívoros. Os peixes foram alimentados diariamente em duas refeições (7h00m e 17h00m) por um período de 64 dias. As taxas de alimentação foram calculadas e expressas pela relação percentual entre o consumo de alimento diário e a biomassa de cada parcela. Para montagem do experimento, os peixes foram submetidos a jejum por 24 horas, anestesiados em benzocaína 1%, pesados em balança semi-analítica com precisão de 0,001 g e separados em lotes de 15 peixes, que foram aleatoriamente distribuídos nas parcelas, em um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 5, com três repetições por tratamento. Um lote de 15 peixes foi sacrificado por superdosagem de benzocaína, enxaguado, triturado, congelado de imediato em recipiente imerso em nitrogênio líquido, e armazenado em super congelador (-80°C), para determinação de composição centesimal inicial da carcaça (matéria original).

Para determinação do glicogênio hepático, três peixes dos estoques inicial e final mantidos em jejum foram anestesiados e dissecados para retirada do fígado. Os fígados coletados foram colocados em tubos de Ependorff (1,5 ml), congelados imediatamente por imersão em nitrogênio líquido e armazenados em super-congelador (-80°C), para posterior determinação da quantidade de glicogênio tecidual. Para a retirada das vísceras, 3 peixes foram anestesiados e suas vísceras foram retiradas (exceto o coração) juntamente com a gordura acumulada na cavidade abdominal. O material visceral coletado foi colocado separadamente em tubos de Falcon de 45 ml, congelado imediatamente por imersão em nitrogênio líquido e armazenado em super congelador, para posterior determinação da quantidade de lipídio total.

No final do experimento, após jejum de 24 horas, os peixes foram anestesiados e foi obtido o peso final de cada parcela. Uma amostra de 6 peixes foi aleatoriamente coletada de cada parcela. Estes peixes foram sacrificados e armazenados como descrito para posterior análise da composição centesimal da carcaça (matéria original). Foram registrados o peso vivo e do fígado e/ou víscera dos três peixes de cada repetição, para cálculo das relações hepato e lipo-somáticas.

Com exceção da fração lipídio bruto, determinada pelo método de extração clorofórmio-metanol para $5,00 \pm 0,0001$ g de amostra úmida (Folch et al., 1957), e da fração glicogênio tecidual, analisado através de “kit” de determinação Trinder (Sigma) em placas de ELISA, com leitura feita a 505 nm em espectrofotômetro MRXTC Plus (Dynex Technologies), segundo metodologia descrita por Moon et al. (1989), o procedimento das análises seguiu metodologia padrão da “Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists” (AOAC, 1985), sob padronização do Compêndio Brasileiro de Nutrição Animal (MARA, 1998). As amostras foram liofilizadas para a determinação da energia, que foi feita em uma fração de $1,00 \pm 0,0001$ g através de bomba calorimétrica PARR 1261.

Os resultados de desempenho e composição centesimal da carcaça foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias de Tukey, usando-se o pacote estatístico do aplicativo SAS (1985). Os parâmetros de desempenho avaliados neste experimento seguem descrições e recomendações de Erfanullah & Jafri (1999), Hung et al. (1989), Moore et al. (1988), Steffens (1989) e Takeuchi (1988). Foram avaliados os seguintes parâmetros.

- Consumo alimentar diário – CAD (%)

$$\text{CAD} = 100 \times [\text{AC}_t \div (\text{PC}_m \times \text{PER})]$$
, onde: AC_t = alimento consumido total;
 PC_m = peso corporal médio; PER = período experimental (dias)
- Ganho de peso relativo – GDP_r (%)

$$\text{GDP}_r = 100 \times (\text{P}_f - \text{P}_i) \div \text{P}_i$$
- Conversão alimentar – CA

$$\text{CA} = \text{P}_{al} \div \text{GDP}_a$$
, onde: P_{al} = peso do alimento fornecido
- Coeficiente de Retenção Protéica – CRP (%)

$$\text{CRP} = 100 \times [(\text{P}_f \times \text{PBC}_f) - (\text{P}_i \times \text{PBC}_i)] \div \text{AC}_t \times \text{PBC}_c$$
, onde: PBC_f = proteína corporal final; PBC_i = proteína corporal inicial

- Coeficiente de Retenção Energética – CRE (%)

$CRE = 100 \times \{[(P_f \times EBC_f) - (P_i \times EBC_i)] \div (AC_t \times ED_c)\}$, onde:

EBC_f = energia bruta corporal final; EBC_i = energia bruta corporal inicial;

ED_c = energia digestível da dieta

- Relação hepato-somática – RHS (%)

$RHS = 100 \times (P_{th} \div PC_m)$, onde P_{th} = peso do tecido hepático

- Relação víscero-somática – RVS (%)

$RVS = 100 \times (P_v \div PC_m)$, onde: P_v = peso das vísceras (fígado, gônadas, trato gastrointestinal vazio e gordura mesentérica)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade da água avaliados permaneceram normais e dentro das condições ótimas para o crescimento da espécie em todos os tratamentos. Os valores médios observados para os parâmetros monitorados foram: pH $7,5 \pm 0,3$; oxigênio dissolvido $5,3 \pm 1,4 \text{ mg.L}^{-1}$; temperatura $25,3 \pm 1,6 \text{ }^\circ\text{C}$; amônia total $0,3 \pm 0,1 \text{ mg.L}^{-1}$; nitrito $0,27 \pm 0,2 \text{ mg.L}^{-1}$. Apenas sete peixes morreram nas diferentes parcelas, o que representa uma taxa de sobrevivência total de 99,48%.

Os resultados obtidos pelos autores em estudo anterior mostraram que as exigências nutricionais mínimas de juvenis de black bass são 43,59% de proteína e 3.871 kcal ED/kg de alimento. Aqueles resultados permitiram inferir ainda que os limites da relação energia:proteína para nutrição do black bass estão entre 7,78 e 8,83 kcal/g, condições em que a conversão alimentar varia de 0,96 a 1,10, respectivamente. Para estes níveis de nutrientes, foram obtidos os melhores valores de CRP (33,14%) e CRE (111,61%) na carcaça. Estes dados podem ser observados na Tabela 1, e são corroborados pelas observações de Anderson et al. (1981).

Não foi encontrada interação ($P > 0,05$) entre os níveis de proteína e energia para os parâmetros de retenção de nutrientes avaliados. Os valores da RHS diferiram

entre os tratamentos ($P < 0,0001$). Foram calculados valores mais altos de RHS para os níveis de 38, 42, 46% de PB na dieta. Nestas dietas, os níveis de carboidrato (ENN) variaram de 20 a 28% (Tabela 1). Os diferentes níveis de energia da dieta não influenciaram os valores de RHS e glicogênio total do fígado (Tabela 3).

Estudos com peixes carnívoros como a truta arco-íris (Hilton & Atkinson, 1982; Refstie & Austreng, 1981), “striped bass” (Millikin, 1982), bagre do canal (Garling & Wilson, 1977) e “European sea bass” (Dias et al., 1998), demonstraram que há um aumento RHS proporcional ao aumento dos níveis de carboidratos digestíveis nas dietas. Lee & Putnam (1973) também relacionaram o aumento da RHS ao aumento do teor de proteína em dietas para o bagre do canal.

Os níveis mais altos de glicogênio tecidual hepático (GTH), os valores mais altos de RHS, e os níveis mais baixos de depósito lipídico, tanto na carcaça como nas vísceras, foram observados nos peixes alimentados com a dieta contendo 42% de PB. Isto mostra que rações contendo níveis de proteína próximos a 42% condicionam um maior acúmulo de reservas energéticas prontamente utilizáveis na forma de glicogênio. Pode-se então inferir que o black bass pode utilizar eficientemente dietas artificiais desde que os níveis de carboidratos sejam inferiores a 30% e as rações sejam adequadamente processadas (extrusadas). Resultados semelhantes foram relatados por Pérez et al. (1997) para o “European sea bass” que, alimentado com dietas extrusadas com diferentes níveis protéicos e níveis de lipídios variando entre 12 e 14%, e níveis de carboidratos de até 30%, não apresentaram queda de desempenho.

Os valores da RVS não diferiram ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Figura 2). Isto pode ser explicado pela variação individual observada para o peso, tamanho e volume das vísceras dos peixes, independentemente do tratamento a que foram submetidos. A quantidade de lipídio visceral inicial foi de 5,41%. Ao contrário dos resultados observados em relação ao acúmulo total de lipídio no corpo, este parâmetro foi afetado tanto pela variação dos níveis de proteína ($P < 0,0001$) quanto de energia ($P < 0,0021$) na dieta. Os maiores depósitos de gordura visceral ocorreram nos peixes que receberam rações com 50 e 54% de PB e 3.850, 3.975 e 4.100 kcal/kg de ED. Isto permite inferir que níveis mais elevados de proteína e energia digestível em dietas para

black bass, induz um armazenamento do excesso de energia não prontamente utilizável na forma de lipídios viscerais. Esta inferência pode ser corroborada pelo fato de os valores de glicogênio acumulado e peso do fígado terem sido inversamente proporcionais aos níveis de lipídio visceral.

CONCLUSÃO

Os resultados possibilitam concluir que quando alimentado com rações extrusadas com teores de 43,59 % de proteína bruta, 3.871 kcal ED/kg de alimento, com relações ED/PB entre 7,78 e 8,83 kcal ED/g, o black bass apresenta alto percentual de retenção de glicogênio hepático e aumento dos valores da relação hepato-somática, mostrando uma alta capacidade de armazenamento da energia, tanto prontamente utilizável – glicogênio, como de reserva orgânica – lipídios. O aumento dos níveis energéticos através da inclusão de óleo nas rações, não apresenta influência significativa nos depósitos totais de lipídio corporal, mas resultaram em aumentos significativos nos níveis de lipídio visceral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, R.J.; KIENHOLZ, E.W.; FLICKINGER, S.A. Protein requirements of smallmouth bass and largemouth bass. **Journal of Fish Nutrition**, v.111, p.1085-1097, 1981.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, **Methods of Analysis**. 14 ed., Washington, DC, p.152-160. 1984.
- BIDINOTO, P.M.; MORAES, G.; SOUZA, R.H.S Hepatic glycogen and glucose in eight tropical fresh water teleost fish: a procedure for field determinations of micro samples. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v.10, p.53-60, 1997.

- BRECKA, B.J.; WAHL, D.H.; HOOE, M.L. Growth, survival and body composition of largemouth bass fed various commercial diets and protein concentrations. **The Progressive Fish Culturist**, v.58, p.104-110, 1996.
- BROWN, M.L.; NEMATIPOUR, G.R.; GATLIN, D.M. Dietary protein requirement of juvenile sunshine bass at different salinities. **The Progressive of Fish Culturist**, v.54, p.148-156, 1992.
- CHRISTIANSEN, C.; KLUNGSOYR, L. Metabolic utilization of nutrients and the effects of insulin in fish. **Comparative Biochemistry Physiology**, c.88b, n.3, p.701-711, 1987.
- CONTRERAS G., E. A new approach to the evaluation of fishmeal quality by reaction with 2, 4, 6-trinitrobenzenesulfonic acid. In: CHANG, Y.K; WANG, S.S. **Advances in extrusion technology**. Lancaster: Technomic Publishing Co., 1999. p.179-189.
- DIAS, J.; ALVAREZ, M.J.; DIEZ, A.; ARZEL J.; CORRAZE, G.; BAUTISTA, J.M.; KAUSHIK, S.J. Regulation of hepatic lipogenesis by dietary protein/energy in juvenile European seabass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, v.161, p.169-186, 1998.
- ERFANULLAH & JAFRI, A.K. Growth, feed conversion, body composition and nutrient retention efficiencies in fingerling catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), fed different sources of dietary carbohydrate. **Aquaculture Research**, v.30, p.43-49, 1999.
- FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biology Chemistry**, v.226, p.497-509, 1957.
- GALLAGHER, M.L. Apparent digestibility coefficients for some carbohydrates in diets for hybrid striped bass *Morone saxatilis* x *M. chrysops*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.28, n.4, 1997.
- GARLING, D.M.; WILSON, R.P. Effects of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth and body composition of fingerling channel catfish. **The Progressive of Fish Culturist**, v.39, p.43-47, 1977.

- HANLEY, F. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.93, p.323-334, 1991.
- HEIDINGER, R.C.; CRAWFORD S.D. Effect of temperature and feeding rate on the liver-somatic index of the largemouth bass, *Micropterus salmoides*. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v.34, p.633-638, 1977.
- HEINEN, J.M. Light control for fish tanks. **The Progressive Fish Culturist**, v.60, p.323-330, 1998.
- HILTON, J.W.; ATKINSON, J.L. Response of rainbow trout (*Salmo gairdineri*) to increased levels of available carbohydrate in practical trout diets. **British Journal of Nutrition**, v.47, p.597-607, 1982.
- HUI-MENG, K. Aquatic feed pelleting techniques. In: PROCEEDINGS OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA AQUACULTURE AND FEED WORKSHOP, Beijing, 1989. **Proceedings**. Beijing: American Soybean Association, 1989. p. 237-244.
- HUNG, S.O.; FYNN AIKINS, F.K.; LUTES, P.B.; XU, R. Ability of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) to utilize different carbohydrate source. **Journal of Nutrition**, v.119 p.727-733, 1989.
- JOBLING, M.; KOSKELA, J.; SAVOLAINEN, R. Influence of dietary fat level and increased adiposity on growth and fat deposition in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Aquaculture Research**, v.29, p.601-607, 1998.
- KEARNS, J.P. Advantages of extrusion cooking and comparisons with the pelleting process for aquatic feeds. In: PROCEEDINGS OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA AQUACULTURE AND FEED WORKSHOP, Beijing, 1989. **Proceedings**. Beijing: American Soybean Association, 1989. p. 245-269.
- KEARNS, J.P. Ingredient consideration, preparation of feeds, selection of extrusion equipment and automatic controls for extrusion of pet and aquatic feeds. In: CHANG,

- Y.K.; WANG, S.S. **Advances in extrusion technology**. Lancaster: Technomic Publishing Co., 1999. p.97-106.
- KUBITZA, F. Intensive culture of largemouth bass *Micropterus salmoides*: production of advanced juveniles and food-size fish. Alabama, 1995. 145p. Thesis (Ph.D.) - Auburn University.
- KUBITZA, F.; LOVSHIN, L.L. Pond production of pellet-fed advanced juvenile and food-size largemouth bass. **Aquaculture**, v.149, p.253-262, 1997.
- LEE, D.J.; PUTMAN, G.B. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. **Journal of Nutrition**, v.103, n.11, p.916-922. 1973.
- LOVSHIN, L.L.; RUSHING, J.H. Acceptance by largemouth bass fingerlings of pelleted feed with a gustatory additive. **The Progressive of Fish Culturist**, v.51 p.73-78, 1989.
- MILLIKIN, M.R. Effects of dietary protein concentration on growth, feed efficiency, and body composition of age-0 striped bass. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.111, p.373-378, 1982.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal**. Brasília, DF: Departamento de Fiscalização e Fomento Animal SDR/MA, 1998.
- MOON, T.W.; FOSTER, W.; PLISETSKAYA, E.M. Changes in peptide hormones and liver enzymes in the rainbow trout deprived of food for 6 weeks. **Canadian of Journal Zoology**, v.67, p.2189-2193, 1989.
- MOORE, B.J.; HUNG, S.S.O.; MEDRANO, J.F. Protein requirements of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). **Aquaculture**, v.71, p.235-245, 1988.
- MORAES, G., OLIVEIRA, M.C.; RATIN, F.T. The metabolic pattern changes of *Hoplias malabaricus* from normoxia to hypoxia conditions. **Revista Brasileira de Biologia**, v.56, n.2, p.191-196, 1996.

- MURAI, T. Protein nutrition of rainbow trout. **Aquaculture**, v.100, p.191-207, 1992.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of fish**. Washington, DC: National Academy Press, 1993. 105p.
- NEMATIPOUR, R.G.; BROWN, M.L.; GATLIN III, D.M. Effects of dietary energy: protein ratio on growth characteristics and body composition of hybrid striped bass, *Morone chrysops* x *M. saxatilis*. **Aquaculture**, v.107, p.359-368, 1992a.
- NEMATIPOUR, R.G.; BROWN, M.L.; GATLIN III, D.M. Effects of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth and body composition of hybrid striped bass. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 23, p.128-132, 1992b.
- PÉREZ, L.; GONZALES, H.; JOVER, M.; FERNÁNDEZ CARMONA, J. Growth of European sea bass fingerlings (*Dicentrarchus labrax*) fed extruded diets containing varying levels of protein, lipid and carbohydrate. **Aquaculture**, v.156, p.183-193, 1997.
- PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para a indústria da nutrição de peixes e crustáceos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, 1, Campos do Jordão, 1995. **Anais**. Campinas: CBNA, 1995. p.34-52.
- PEZZATO, L.E. O estabelecimento das exigências nutricionais das espécies de peixes cultivadas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1, Piracicaba, 1997. **Anais**. Piracicaba: CBNA, 1997. p.45-62.
- REFSTIE, T; AUSTRENG, E. Carbohydrate in rainbow trout diets. III. Growth and chemical composition of fish from different families fed four levels of carbohydrate in the diet. **Aquaculture**, v.25, p.35-49, 1981.
- SAS Institute. **SAS User's Guide: statistics**. 5.ed. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1985.
- SHEARER, K.D. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. **Aquaculture**, v.119, n.1, p.63-88, 1994.

- SNOW, J.R. An exploratory attempt to rear largemouth black bass fingerlings in a controlled environment. In: ANNUAL MEETING OF THE SOUTHEASTERN ASSOCIATION OF GAME AND FISH COMMISSIONERS, 17. Mississippi, 1960. Proceedings. Mississippi: Biloxi, 1960. p.253-257.
- SNOW, J.R. Results of further experiments on rearing largemouth bass fingerlings under controlled conditions. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE SOUTHEASTERN ASSOCIATION OF GAME AND FISH COMMISSIONERS, 17. Arkansas, 1963. Proceedings. Arkansas: Hot Springs, 1963. p.191-203.
- SOENGAS, J.L.; ALBEGUNDE, M.; ANDRÉS, M.D. Gradual transfer to sea water of rainbow trout: Effects on liver carbohydrate metabolism. **Journal of Fish Biology**, v.47, n.3, p.466-478, 1995.
- STEFFENS, W. **Principles of fish nutrition**. Chichester, England, UK: Ellis Harwood Ltd., 1989, p.184-208.
- STRYER, L. Metabolismo do glicogênio. In: STRYER, L. **Bioquímica**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1971. cap.19, p.371-386.
- SULLIVAN, J.A; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*). **Aquaculture**, v.138, p.313-322, 1995.
- TAKEUCHI, T. Laboratory work – chemical evaluations of dietary nutrients. In: WATANABE, T. **Fish nutrition and mariculture**. Tokyo: Aquatic Biosciences, 1988. Cap.3, p.179-233.
- TIDWELL, J.H.; WEBSTER, C.D.; COYLE, S.D. Effects of dietary protein level on second year growth and water quality for largemouth bass (*Micropterus salmoides*) raised in ponds. **Aquaculture**, v.145, p. 213-223, 1996.
- WICKER, A.M.; JOHNSON, W.E. Relationships among fat content, condition factor, and first year survival of Florida largemouth bass. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.116, p.264-271, 1987.

Anexo B

Tabela 1. Ingredientes e níveis de nutrientes determinados nas rações experimentais.

Valores expressos em 100% da matéria original.

<i>Ingredientes</i>	<i>Nível protéico da dieta</i>					
	34	38	42	46	50	54
Farinha de peixe chilena ^a	45,35	45,35	45,35	45,35	42,35	22
Farelo de Soja	-	6	17	9	4	-
Glutenose (60%)	-	-	1	15	33	46,87
Milho	34	-	-	-	-	-
Farelo de Trigo	4	-	-	-	-	-
Amido de milho	-	-	-	2	9	2
Farinha de trigo	8	40	28	23	6	13
Fosfato bicálcico	-	-	-	-	-	-
L-Lisina (80%)	-	-	-	-	-	8,48
Óleo de Soja	8	8	8	5	5	7
Mistura mineral e vitamínica ^b	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Vitamina C (Stay-C 35%) ^c	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<i>Níveis de nutrientes</i>						
Proteína bruta (%)	34,02	37,17	41,76	45,53	50,72	53,29
Lipídio bruto (%)	13,42	12,80	12,23	10,00	10,00	10,00
Amido (%)	30,00	27,83	20,00	20,00	18,00	17,10
Fibra bruta (%)	1,72	1,41	2,10	1,76	1,50	1,43
ENN (%)	32,72	30,66	24,63	22,68	21,40	21,98
Energia digestível (kcal/kg) ^d	3850	3850	3850	3850	3850	3850
Relação energia/proteína (Kcal/g)	11,32	10,13	9,17	8,37	7,70	7,13

^a Composição (g / 100g de peso seco): proteína bruta, 64,06; lipídio bruto, 11,59.^b Suplementação/kg de ração: 40 mg de Mn; 100 mg de Fe; 100 mg de Zn; 10 mg de Cu; 1mg de Co; 1,5 mg de I; 36.000 UI de vitamina A; 9 mg de B₆; 4.500 UI de D₃; 150 UI de vitamina E; 90 mcg de B₁₂; 6 mg de B₁; 18 mg de B₂; 4,5 mg de K₃; 9mg de Ácido fólico; 0,6 mg de Biotina; 0,45 mg de Selênio; 30 mg de Ácido pantotênico; 90 mg de Ácido nicotínico^c Suplementação/kg de ração: 346mg^d Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade da energia para “striped bass”, apresentados por Sullivan et al., (1995) e Gallagher (1997).

Tabela 2. Composição centesimal da carcaça e desempenho dos peixes.

Dieta	PB (%)	ED (kcal kg ⁻¹)	Composição Corporal – base úmida (%)				Desempenho (%)	
			UM	PB	LB	CZ	GDP _r	CAD
1		3600	77,61	14,73	4,69	2,96	37,15	2,35
2		3725	76,35	15,38	4,84	3,43	34,47	2,32
3	34	3850	76,40	15,05	5,09	3,45	40,20	2,03
4		3975	76,72	15,25	4,85	3,17	31,04	2,02
5		4100	76,93	14,26	5,88	2,93	33,58	2,02
6		3600	76,08	14,97	5,08	3,87	36,64	2,36
7		3725	76,65	15,30	5,02	3,03	41,74	2,13
8	38	3850	76,03	15,56	5,15	3,26	42,22	1,98
9		3975	74,75	16,41	5,96	2,88	36,72	2,19
10		4100	75,56	15,28	5,90	3,27	46,42	1,91
11		3600	75,70	16,16	4,70	3,45	50,75	1,59
12		3725	76,44	16,27	4,34	2,94	56,39	1,66
13	42	3850	75,53	16,13	5,39	2,95	45,02	1,71
14		3975	75,97	15,90	5,11	3,02	42,88	1,87
15		4100	75,96	15,47	5,38	3,19	46,60	1,72
16		3600	75,18	16,19	5,21	3,42	54,90	1,55
17		3725	75,81	15,62	5,20	3,38	55,00	1,56
18	46	3850	77,06	14,86	5,00	3,07	54,66	1,59
19		3975	76,19	14,89	5,69	3,23	53,16	1,59
20		4100	76,09	15,11	5,67	3,13	46,32	1,61
21		3600	76,84	16,13	4,28	2,75	59,01	1,56
22		3725	75,65	16,11	4,59	3,65	52,22	1,59
23	50	3850	75,53	15,89	5,29	3,28	62,92	1,47
24		3975	75,89	16,08	4,65	3,37	52,88	1,46
25		4100	76,65	15,86	4,58	2,92	54,21	1,45
26		3600	76,73	15,80	4,45	3,02	40,95	1,95
27		3725	76,88	15,67	4,64	2,82	44,78	1,92
28	54	3850	76,90	15,61	4,83	2,66	41,89	1,80
29		3975	76,27	15,58	5,17	2,98	42,72	1,75
30		4100	76,83	15,16	5,11	2,90	47,52	1,62
Erro padrão da média			1,02	0,72	0,75	0,38	8,13	0,23
Médias Agrupadas (letras diferentes expressam diferenças significativas pelo Teste de Tukey)								
	34 (n=15)		76,80	14,93 b	5,07	3,19 a	35,29 e	2,15 a
	38 (n=15)		75,81	15,50 ab	5,42	3,26 a	40,71 de	2,12 a
	42 (n=15)		75,92	15,99 a	4,98	3,11 a	48,33 bc	1,71 bc
	46 (n=15)		76,07	15,33 ab	5,35	3,25 a	52,81 ab	1,58 c
	50 (n=15)		76,11	16,02 a	4,68	3,20 a	56,25 a	1,50 c
	54 (n=15)		76,72	15,57 ab	4,84	2,88 a	43,57 cd	1,81 b
	3600 (n=18)		76,36	15,66	4,73 b	3,25	46,57	1,89 a
	3725 (n=18)		76,30	15,73	4,77 ab	3,21	47,43	1,86 a
	3850 (n=18)		76,24	15,52	5,13 ab	3,11	47,82	1,76 a
	3975 (n=18)		75,97	15,68	5,24 ab	3,11	43,23	1,81 a
	4100 (n=18)		76,33	15,19	5,42 a	3,06	45,74	1,72 a
Análise de Variância – ANOVA (Pr > F)								
PB			0,7715	0,0112	0,0650	0,0480	0,0001	0,0001
ED			0,6229	0,0692	0,0015	0,0976	0,3423	0,0237
PB x ED			0,3866	0,3905	0,4252	0,3797	0,7431	0,6135

Tabela 3. Relações somáticas e deposição de nutrientes da carcaça.

Dieta	PB (%)	ED (kcal kg ⁻¹)	Relações somáticas (%)		Deposição de Nutrientes (%)			
			RHS	RVS	GTH	LV	CRP	CRE
1		3600	3,78	7,30	6,31	5,23	20,24	85,15
2		3725	2,79	6,60	3,63	5,45	25,57	85,44
3	34	3850	3,61	7,60	5,03	5,43	26,71	95,18
4		3975	4,22	6,37	7,04	5,92	26,58	90,15
5		4100	3,63	6,51	5,03	6,14	18,78	98,06
6		3600	3,13	8,02	5,90	5,12	19,91	88,76
7		3725	4,04	7,44	7,42	5,94	25,31	98,53
8	38	3850	4,09	7,05	6,88	6,80	28,92	106,24
9		3975	4,20	8,43	6,20	6,70	31,75	92,61
10		4100	4,02	8,62	5,94	6,10	27,83	101,77
11		3600	4,17	7,74	7,54	6,02	37,01	129,74
12		3725	4,06	7,51	6,37	5,80	36,21	112,02
13	42	3850	3,99	7,67	7,61	6,61	33,71	113,62
14		3975	4,39	7,32	8,18	6,33	29,46	96,62
15		4100	3,93	7,66	6,51	6,26	29,31	106,04
16		3600	3,62	6,94	6,65	6,15	35,05	107,39
17		3725	3,81	7,29	7,05	6,09	30,95	123,14
18	46	3850	4,00	7,73	6,35	5,84	25,95	121,50
19		3975	4,16	7,75	7,28	5,87	23,85	119,47
20		4100	3,88	8,03	7,58	5,79	26,36	113,27
21		3600	2,89	6,62	7,39	6,09	31,78	135,98
22		3725	2,55	7,70	6,13	7,12	30,78	129,33
23	50	3850	3,18	6,85	7,67	7,10	32,35	137,43
24		3975	3,14	6,20	6,10	6,79	33,29	133,42
25		4100	3,57	7,42	7,12	6,20	32,41	124,58
26		3600	2,27	8,81	7,84	5,71	21,46	111,19
27		3725	2,66	6,89	5,30	7,02	21,40	109,82
28	54	3850	2,36	6,84	5,59	6,91	22,08	113,92
29		3975	2,09	6,46	6,28	8,10	22,83	119,16
30		4100	1,97	6,66	6,62	8,21	22,56	125,99
<i>Erro padrão da média</i>			<i>0,58</i>	<i>1,03</i>	<i>2,40</i>	<i>0,78</i>	<i>6,07</i>	<i>16,87</i>
Médias Agrupadas (letras diferentes expressam diferenças significativas pelo Teste de Tukey)								
	34 (n=15)		3,61 ab	6,88 a	5,41 b	5,64 c	23,57 cd	90,80 d
	38 (n=15)		3,89 a	7,91 a	6,47 ab	6,13 bc	26,74 bcd	97,58 cd
	42 (n=15)		4,11 a	7,58 a	7,24 a	6,20 bc	33,14 a	111,61 bc
	46 (n=15)		3,89 a	7,55 a	6,98 ab	5,95 bc	28,43 abc	116,96 ab
	50 (n=15)		3,07 b	6,96 a	6,88 ab	6,66 ab	32,12 ab	132,15 a
	54 (n=15)		2,27 c	7,13 a	6,32 ab	7,19 a	22,07 d	116,02 ab
		3600 (n=18)	3,31	7,57	6,94	5,72 b	27,58	109,70
		3725 (n=18)	3,32	7,24	5,98	6,24 ab	28,37	109,71
		3850 (n=18)	3,54	7,29	6,52	6,45 a	28,29	114,65
		3975 (n=18)	3,70	7,09	6,85	6,62 a	27,96	108,57
		4100 (n=18)	3,50	7,49	6,47	6,45 a	26,21	111,62
Análise de Variância – ANOVA (Pr > F)								
PB			0,0001	0,4718	0,0442	0,0001	0,0013	0,0001
ED			0,0766	0,6775	0,9557	0,0021	0,3133	0,8309
PB x ED			0,2355	0,2617	0,8352	0,4719	0,7461	0,9894

Figura 1. Relação víscero-somática e níveis de lipídio visceral (letras diferentes representam diferenças pelo Teste de Tukey $P < 0,05$).

Figura 2. Relação hepato-somática e níveis de glicogênio do tecido hepático (letras diferentes representam diferenças pelo Teste de Tukey $P < 0,05$).

CAPÍTULO V

Conclusão Geral

Os resultados obtidos neste estudo possibilitam concluir que as exigências nutricionais mínimas de juvenis de black bass foram 43,59% de proteína e 3.871 kcal ED/kg de alimento. Os resultados permitiram inferir ainda que os limites da relação energia:proteína para nutrição do black bass estão entre 7,78 e 8,83 kcal/g. Nestas condições a conversão alimentar varia de 0,96 a 1,10, respectivamente. Para estes níveis de nutrientes, foram obtidos os melhores valores de CRP (33,14%) e CRE (111,61%) na carcaça.

Os resultados possibilitam concluir que quando alimentado com rações extrusadas com teores de 43,59 % de proteína bruta, 3.871 kcal ED/kg de alimento, com relações ED/PB entre 7,78 e 8,83 kcal ED/g, o black bass apresenta alto percentual de retenção de glicogênio hepático e aumento dos valores da relação hepato-somática, mostrando uma alta capacidade de armazenamento da energia, tanto prontamente utilizável – glicogênio, como de reserva orgânica – lipídios. O aumento dos níveis energéticos através da inclusão de óleo nas rações, não apresenta influência significativa nos depósitos totais de lipídio corporal, mas resultaram em aumentos significativos nos níveis de lipídio visceral.

Os resultados permitem inferir ainda que apesar de ser um carnívoro por excelência, o black bass pode aproveitar bem rações contendo níveis de carboidratos entre 24-30%. Para tanto, a quantidade de lipídios na dieta deve permanecer entre 10 e 12%, a fim de que a relação energia:proteína não exceda um limite de 8,0 kcal ED/g. Níveis superiores a estes induzem grandes acúmulos de gordura visceral e podem trazer problemas quanto a qualidade da carcaça.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKIMOTO, A.; TAKEUCHI, T.; SATOH, S.; WATANABE, T. Effect of extrusion processing on nutritional value of brown fish meal diets for rainbow trout. **Nippon Suisain Gakkaishi**, v.58, p.1474-1482, 1992.
- ANDERSON, R.J.; KIENHOLZ, E.W.; FLICKINGER, S.A. Protein requirement of smallmouth bass and largemouth bass. **Journal of Fish Nutrition**, v.111, p.1085-1097, 1981.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, **Methods of Analysis**. 14 ed., Washington, DC, p.152-160. 1984.
- BALLESTRAZZI, R.; LANARI, D. Growth, body composition and nutrient retention efficiency of growing sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) fed fish oil or fatty acid Ca salts. **Aquaculture**, v.139, p.101-108, 1996.
- BERGOT, F.; BREQUE J. Digestibility of starch by rainbow trout: effects of the physical state of starch and of the intake level. **Aquaculture**, v.34, p.213-222, 1983.
- BIDINOTO, P.M.; MORAES, G.; SOUZA, R.H.S. Hepatic glycogen and glucose in eight tropical fresh water teleost fish: a procedure for field determinations of micro samples. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v.10, p.53-60, 1997.
- BLASCO, J.; FERNANDEZ, J.; GUTIERREZ, J. Fasting and refeeding in carp, *Cyprinus carpio* L.: The mobilization of reserves and plasma metabolite and hormones variations. **Journal of Comparative Physiology. B, biochemical, systemic and environmental physiology**, v.162, n.6, p.539-546, 1995.

- BRANDT, T.M. Temperate basses, *Morone* spp., and black basses, *Micropterus* spp. In: WILSON, R.P. (Ed.). **Handbook of nutrient requirements of finfish**. Boston: CRC Press, Inc. 1991. p.163-166.
- BRECKA, B.J.; WAHL, D.H.; HOOE, M.L. Growth, survival and body composition of largemouth bass fed various commercial diets and protein concentrations. **The Progressive Fish Culturist**, v.58, p.104-110, 1996.
- BRITZ, P.J.; HECHT, T. Effect of dietary protein and energy level on growth and body composition of South African abalone, *Haliotis midae*. **Aquaculture**, v.156, p.195-210, 1997.
- BROWN, M.L.; NEMATIPOUR, G.R.; GATLIN, D.M. Dietary protein requirement of juvenile sunshine bass at different salinities. **The Progressive of Fish Culturist**, v.54, p.148-156, 1992.
- CARVALHO FILHO. Ah, vida dura: A febre dos pesque-pagues. **Panorama da Aquicultura**, v.39, n.7, p.20-21, 1997.
- CARVALHO, R.A.P.L.F.; CHAMMAS, M.A. O impacto da aquicultura na oferta global de pescado: uma nova força para o agribusiness brasileiro. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.23, n.2, 1999.
- CATACUTAM, M.R.; COLOSO, R.M. Effect of dietary protein to energy ratios on growth, survival, and body composition of juvenile Asian seabass, *Lates calcarifer*. **Aquaculture**, v.131, p.125-133, 1995.
- CHO, C.Y. Effects of dietary protein and lipid levels on energy metabolism of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). In: EKERN, A.; SUNDSTL, F. **Energy Metabolism of Farm Animals**. Norway: European Association for Animal Production, 1982. p.175-183.
- CHO, C.Y. Fish nutrition, feeds, and feeding: with special emphasis on salmonid aquaculture. **Food Reviews International**, v.6, p.333-357, 1990.

- CHO, C.Y. Feeding for rainbow trout and other salmonids, with reference to current estimates of energy and protein requirement. **Aquaculture**, v.100, p.107-123, 1992.
- CHO, C.Y.; KAUSHIK, S.J. Nutrition energetic in fish: energy and protein utilization in rainbow trout - *Salmo gairdneri*. **World Reviews Nutrition Diets**, v.61, p.132-172, 1990.
- CHRISTIANSEN, C.; KLUNGSOYR, L. Metabolic utilization of nutrients and the effects of insulin in fish. **Comparative Biochemistry Physiology**, c.88b, n.3, p.701-711, 1987.
- COLIN, B.; COWEY, C.B.; YOUNG, D.C.; CHO, C. Nutrition requirement of fish. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.52, p.417-426, 1993.
- COLT, J.; MONTGOMERY, J.M. Aquaculture production systems. **Journal of Animal Science**, v.69, p.4183 - 4192. 1991.
- CONTRERAS G., E. A new approach to the evaluation of fish meal quality by reaction with 2, 4, 6 – trinitrobenzenesulfonic acid. In: CHANG, Y.K; WANG, S.S. **Advances in extrusion technology**. Lancaster: Technomic Publishing Co., 1999. p.179-189.
- COWEY, C.B. Amino acids requirement of fish: a critical appraisal of present values. **Aquaculture**, v.124, p.1-11, 1994.
- COWEY, C.B. Fish nutrition. In: HOAR, W.S.; RANDAL, D.J. (Ed.). **Fish Physiology**. London: Academic Press, 1979, p.1-69.
- DANIELS, W.H.; ROBINSON, E.H. Protein and energy requirement of red drum. **Aquaculture**, v.53, p.232-243, 1986.
- DeLONG, D.C.; HALVER, J.E; MERTZ, E.T. Nutrition of salmonid fishes VI. Protein requirement of Chinook salmon at two water temperatures. **Journal of Nutrition**, v.65, p.589-599, 1958.

- DIANA; J.S.; SZYPER, J.P.; BATTERSON, T.R.; BOYD, C.E.; PIEDRAHITA, R.H. Water quality in ponds. In: EGNA, H.S.; BOYD, C.E. (Ed.). **Dynamics of Pond Aquaculture**. Boca Ratón: CRC Press, Inc., 1997. p.53-71.
- DIAS, J.; ALVAREZ, M.J.; DIEZ, A.; ARZEL J.; CORRAZE, G.; BAUTISTA, J.M.; KAUSHIK, S.J. Regulation of hepatic lipogenesis by dietary protein/energy in juvenile European seabass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, v.161, p.169-186, 1998.
- EL-SAYED, A-F.M. Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) feeds. **Aquaculture Research**, v.29, p.275-280, 1998.
- EL-SAYED, A-F.M.; TESHIMA, S. Protein and energy requirement of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fry. **Aquaculture**, v.103, p.55-63, 1992.
- ERFANULLAH; JAFRI, A.K. Growth, feed conversion, body composition and nutrient retention efficiencies in fingerling catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), fed different sources of dietary carbohydrate. **Aquaculture Research**, v.30, p.43-49, 1999.
- FAIR, P.H.; WILLIAMS, W.P.; SMITH, T.I.J. Effect of dietary menhaden oil on growth and muscle fatty acid composition of hybrid striped bass, *Morone chrysops* x *M. saxatilis*. **Aquaculture**, v.116, p.171-189, 1993.
- FISH AND WILDLIFE SERVICE OF THE UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR. **National survey of fishing, hunting, and wildlife - associated recreation**. Washington, DC: U.S. Department of Interior/Fish and Wildlife Service, 16p., 1992.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Aquaculture production statistics. **FAO Fisheries Circular No. 815, Revision 9**. Rome: FAO Fisheries Department. 1997.
- FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v.226, p.497-509, 1957.

- GALLAGHER, M.L. Apparent digestibility coefficients for some carbohydrates in diets for hybrid striped bass *Morone saxatilis* x *M. chrysops*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.28, n.4, 1997.
- GARLING, D.M.; WILSON, R.P. Optimum dietary protein-to-energy ratios for channel catfish fingerlings, *Ictalurus punctatus*. **Journal of Nutrition**, v.106, p.1368-1375, 1976.
- GARLING, D.M.; WILSON, R.P. Effects of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth and body composition of fingerling channel catfish. **The Progressive of Fish Culturist**, v.39, p.43-47, 1977.
- GATLIN III, D.M. Nutrient requirement of fish and crustaceans with application to diets development in aquaculture. In: CHANG, Y.K; WANG, S.S. **Advances in extrusion technology**. Lancaster: Technomic Publishing Co., 1999a. p.29-33.
- GATLIN III, D.M. Nutrition and feeding of red drum and hybrid striped bass. In: CHANG, Y.K; WANG, S.S. **Advances in extrusion technology**. Lancaster: Technomic Publishing Co., 1999b. p.43-52.
- GODOY, M.P. Observações sobre a adaptação do “black bass” (*Micropterus salmoides*) em Pirassununga, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, v.14, n.2, p.32-38, 1954.
- HANLEY, F. Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.93, p.323-334, 1991.
- HARDY, R.W.; SCOTT, T.; HARREL, L. Replacement of herring oil with menhaden oil, soybean oil, or tallow in the diets of Atlantic salmon raised in marine net pens. **Aquaculture**, v.65, p.267-277, 1987.
- HEIDINGER, R.C.; CRAWFORD S.D. Effect of temperature and feeding rate on the liver-somatic index of the largemouth bass, *Micropterus salmoides*. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v.34, p.633-638, 1977.

- HEINEN, J.M. Light control for fish tanks. **The Progressive Fish Culturist**, v.60, p.323-330, 1998.
- HILLESTAD, M.; JOHNSEN, F. High-energy / low-protein diets for Atlantic salmon: effects on growth, nutrient retention and slaughter quality. **Aquaculture**, v.124, p.109-116, 1994.
- HILTON, J.W.; CHO, C.Y.; SLINGER, S.J. Effect of extrusion processing and steam pelleting diets on pellet durability, pellet water absorption, and the physiological response of rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). **Aquaculture**. v.25, p.185-194, 1981.
- HILTON, J.W.; ATKINSON, J.L. Response of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to increased levels of available carbohydrate in practical trout diets. **British Journal of Nutrition**, v.47, p.597-607, 1982.
- HUI-MENG, K. Aquatic feed pelleting techniques. In: PROCEEDINGS OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA AQUACULTURE AND FEED WORKSHOP, Beijing, 1989. **Proceedings**. Beijing: American Soybean Association, 1989. p. 237-244.
- HUNG, S.O.; FYNN AIKINS, F.K.; LUTES, P.B.; XU, R. Ability of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) to utilize different carbohydrate source. **Journal of Nutrition**, v.119 p.727-733, 1989.
- HUTCHINS, C.G.; RAWLES, S.D.; GATLIN III, D.M. Effects of dietary carbohydrate kind and level on growth, body composition and glycemic response of juvenile sunshine bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*). **Aquaculture**, v.161, p.187-199, 1998.
- JEONG, K.; TAKEUCHI, T.; WATANABE, T. Improvement of nutritional quality of carbohydrate ingredients by extrusion process in diets of red sea bream. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v.57, p.1543-1549, 1991.
- JOBLING, M.; KOSKELA, J.; SAVOLAINEN, R. Influence of dietary fat level and increased adiposity on growth and fat deposition in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Aquaculture Research**, v.29, p.601-607, 1998.

- KANAZAWA, A. Essential fatty acid and lipid requirement of fish. In: COWEY, B. C.; MACKIE A.M. (Ed.). **Nutrition and feeding in fish**. London: Academic Press, 1985. p. 281-298.
- KAUSHIK, S.J.; MÉDALE, F. Energy requirement, utilization and dietary supply to salmonids, **Aquaculture**, v.124, p.81-97, 1994.
- KEARNS, J.P. Advantages of extrusion cooking and comparisons with the pelleting process for aquatic feeds. In: PROCEEDINGS OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA AQUACULTURE AND FEED WORKSHOP, Beijing, 1989. **Proceedings**. Beijing: American Soybean Association, 1989. p. 245-269.
- KEARNS, J.P. Ingredient consideration, preparation of feeds, selection of extrusion equipment and automatic controls for extrusion of pet and aquatic feeds. In: CHANG, Y.K; WANG, S.S. **Advances in extrusion technology**. Lancaster: Technomic Publishing Co., 1999. p.97-106.
- KIKUCHI, K. Use of defatted soybean meal as a substitute for fish meal in diets of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). **Aquaculture**, v.179, p.3-11, 1999a.
- KIKUCHI, K. Partial replacement of fish meal whit corn gluten meal in diets for Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v.30, n.3, p.257-263, 1999b.
- KUBITZA, F. Intensive culture of largemouth bass *Micropterus salmoides*: production of advanced juveniles and food-size fish. Alabama, 1995. 145p. Thesis (Ph.D.) - Auburn University.
- KUBITZA, F.; CYRINO, J.E.P. Effects of feed quality and feeding practices on the quality of fish: A Brazilian fish culture outlook. . In: CHANG, Y.K; WANG, S.S. **Advances in extrusion technology**. Lancaster: Technomic Publishing Co., 1999. p.53-72.
- KUBITZA, F.; LOVSHIN, L.L. Pond production of pellet-fed advanced juvenile and food-size largemouth bass. **Aquaculture**, v.149, p.253-262, 1997.

- KUBITZA, F.; LOVSHIN, L.L.; LOVELL, R.T. Identification of feed enhancers for juvenile largemouth bass *Micropterus salmoides*. **Aquaculture**, v.148, p.191-200, 1997.
- LEE, D.J.; PUTMAN, G.B. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. **Journal of Nutrition**, v.103, n.11, p.916-922. 1973.
- LeGROW, S.M.; BEAMISH, F.W.H. Influence of dietary protein and lipid on apparent heat increment of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. **Canadian of Journal Fisheries Aquatic Science**, v.43, p.19-25, 1986.
- LEMM, C.A.; ROTTIERS, D.V. Growth of tiger muskellunge fed different amounts of protein at three water temperatures. **The Progressive Fish Culturist**, v.48, p.101-106, 1986.
- LEYVA, G.A. Avances en el cultivo comercial de lobina (*Micropterus salmoides*). **Panorama Acuicola**, v.3, n.5, p.10, 1998.
- LOVSHIN, L.L.; RUSHING, J.H. Acceptance by largemouth bass fingerlings of pelleted feed with a gustatory additive. **The Progressive of Fish Culturist**, v.51 p.73-78, 1989.
- MARTINO, R.C.; PEREIRA, M.C.; BORGES, A.P. The fatty acid composition of wild and raised pintado, *Pseudoplatystoma coruscans*: preliminary results. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10., Recife, 1998. **Trabalhos apresentados**. Recife: Finep, 1998. p.13.
- MILLAUER, C.; LOSENEGGER, H.R. Production of aquaculture feeds. In: CHANG, Y.K; WANG, S.S. **Advances in extrusion technology**. Lancaster: Technomic Publishing Co., 1999. p.377-406.
- MILLIKIN, M.R. Effects of dietary protein concentration on growth, feed efficiency, and body composition of age-0 striped bass. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.111, p.373-378, 1982.

MILLWARD, D. J. The nutritional regulation of muscle growth and protein turnover. **Aquaculture**, v.79, p.1-28, 1989.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal**. Brasília, DF: Departamento de Fiscalização e Fomento Animal SDR/MA, 1998.

MOON, T.W.; FOSTER, W.; PLISETSKAYA, E.M. Changes in peptide hormones and liver enzymes in the rainbow trout deprived of food for 6 weeks. **Canadian Journal of Zoology**, v.67, p.2189-2193, 1989.

MOORE, B.J.; HUNG, S.S.O.; MEDRANO, J.F. Protein requirements of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). **Aquaculture**, v.71, p.235-245, 1988.

MORAES, G., OLIVEIRA, M.C.; RATIN, F.T. The metabolic pattern changes of *Hoplias malabaricus* from normoxia to hypoxia conditions. **Revista Brasileira de Biologia**, v.56, n.2, p.191-196, 1996.

MOUAWAD, A. No sul do país: boas opções para a pesca do bass. **Bíblia do Pescador**, a.13, n.13, p.122-130. 1996.

MUGRDITCHIAN, D.S.; HARDY, R.S.; IWAOKA, T.W. Linseed oil and animal fat as alternative lipid sources in dry diets for Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). **Aquaculture**, v.25, p.161-172, 1981.

MURAI, T. Protein nutrition of rainbow trout. **Aquaculture**, v.100, p.191-207, 1992.

NAGAI, M.; IKEDA, S. Carbohydrate metabolism in fish. I. Effects of starvation and dietary composition on the blood glucose level and hepatopancreatic glycogen and lipid contents in carp. **Bulletin of The Japanese Society of Scientific Fisheries**, v.35, p.404-409, 1971.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutrient requirement of fish**. Washington: National Academy of Science Press, 1993. 105p.

- NEMATIPOUR, R.G.; BROWN, M.L.; GATLIN III, D.M. Effects of dietary energy: protein ratio on growth characteristics and body composition of hybrid striped bass, *Morone chrysops* x *M. saxatilis*. **Aquaculture**, v.107, p.359-368, 1992a.
- NEMATIPOUR, R.G.; BROWN, M.L.; GATLIN III, D.M. Effects of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth and body composition of hybrid striped bass. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 23, p.128-132, 1992b.
- OGINO, C. Requirement of carp and rainbow trout for essential amino acids. **Bulletin of The Japanese Society of Scientific Fisheries**, v.42, p.71-75, 1980.
- PALMER, T.N.; RYMAN, B.E. Studies on oral glucose intolerance in fish. **Journal of Fish Biology**, v.4, p.311-319, 1972.
- PERES, H.; TELES-OLIVA, A. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, v.179, p.325-334, 1999.
- PÉREZ, L.; GONZALES, H.; JOVER, M.; FERNÁNDEZ CARMONA, J. Growth of European sea bass fingerlings (*Dicentrarchus labrax*) fed extruded diets containing varying levels of protein, lipid and carbohydrate. **Aquaculture**, v.156, p.183-193, 1997.
- PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para a indústria da nutrição de peixes e crustáceos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, 1, Campos do Jordão, 1995. **Anais**. Campinas: CBNA. p.34-52.
- PEZZATO, L.E. O estabelecimento das exigências nutricionais das espécies de peixes cultivadas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1, Piracicaba, 1997. **Anais**. Piracicaba: CBNA, 1997. p.45-62.
- PFEFFER, E.; BECKMANN TOUSSAINT, J.; HENRICHFREISE, B.; JANSEN, H.D. Effect of extrusion on efficiency of utilization of maize starch by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.96, p.293-303, 1991.

- RAWLES, S.D; GATLIN III, D.M. Carbohydrate utilization in striped bass (*Morone saxatilis*) and sunshine bass (*M. chrysops* x *M. saxatilis*). **Aquaculture**, v.161, p.201-212, 1998.
- REFSTIE, T.; AUSTRENG, E. Carbohydrate in rainbow trout diets. III. Growth and chemical composition of fish from different families fed four levels of carbohydrate in the diet. **Aquaculture**, v.25, p.35-49, 1981.
- ROBBINS, K.L. A method, SAS program, and example for fitting the broken-line to growth data. Tennessee: Agricultural Experiment Station – University of Tennessee, 1986. 8p. (**Research report 86/09**).
- ROBINSON, E.H.; LI, M.H. Evaluation of practical diets with various levels of dietary protein and animal protein for pond-raised channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v.38, n.2, 1999.
- ROBINSON, E. H.; WILSON, R. P. Arginine requirement and apparent absence of a lysine-arginine antagonist in fingerling channel catfish. **Journal of Nutrition**, v.111, p.46-52, 1981.
- ROBINSON, E.H.; WILSON, R.P. Nutrition and Feeding. In: TUCKER, C.S. (Ed.) **Channel Catfish Culture**. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, v.15. Amsterdam: Elsevier Scientific Press. p.323-404. 1985.
- ROJAS, J.B.U.; VERDEGEN, M.C.J. Effect of the protein:energy ratio in isocaloric diets on the growth of *Cichlasoma managuense* (Günther 1869). **Aquaculture**, v.25, p.631-637, 1994.
- SAMANTARY, K.; MOHANTY, S.S. Interactions of dietary levels of protein and energy on fingerling snakehead, *Channa striata*. **Aquaculture**, v.156, p.241-249, 1997.
- SAMPAIO, A.M.B.M. Relação energia: proteína na nutrição do tucunaré (*Cichla* sp.). Piracicaba, 1998. 49p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- SANTOS, G.B.; MAIA-BARBOSA, P.M.; VIEIRA, F.; LOPEZ, C.M. Fish and zooplankton community structure in reservoirs of Southeastern Brazil: Effects of the introduction of exotic predatory fish. In: PINTO-COELHO, R.M.; GIANI, A.; VON SPERLING, E. (Ed.). **Reservoirs in Minas Gerais with special references to future development and management strategies**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. p.155-132. 1994.
- SANZ, A.; MORALES, A.E.; HIGUERA, M de L.; CARDENETE, G. Sunflower meal compared with soybean meal as partial substitutes for fish meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets: protein and energy utilization. **Aquaculture**, v.128, p.287-300, 1994.
- SARGENT, J.; HENDERSON, R.J.; TOCHER, D.R. **The lipids**. In: HALVER, J. (Ed.) Fish nutrition. Washington: Academic Press, 1989. cap.4, p.153-217.
- SAS Institute. **SAS User's Guide: statistics**. 5.ed. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1985.
- SCORVO FILHO, J.D.; AYROSA, L.M.S. São Paulo: A situação da piscicultura no Estado. **Panorama da Aquicultura**, v.6, n.35, p.18–19, 1996.
- SEIM, W.K.; BOYD, C.E.; DIANA, J.S. Environmental considerations. In: EGNA, H.S.; BOYD, C.E. (Ed.). **Dynamics of Pond Aquaculture**. Boca Ratón: CRC Press, Inc., 1997. p.179-182.
- SERRANO, J.A.; NEMATIPOUR, G.R.; GATLIN III, D.M. Dietary protein requirement of the red drum (*Sciaenops ocellatus*) and relative use of dietary carbohydrate and lipid. **Aquaculture**, v.101, p.283-291. 1992.
- SHEARER, K.D. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. **Aquaculture**, v.119, n.1, p.63-88, 1994.
- SMALL, B.C.; AUSTICA, R.E.; SOARES JR., J.H. Amino acids availability of four practical feed ingredients fed to striped bass *Morone saxatilis*. **Journal of the World Aquaculture Society**, vol.30, n.1, 1999.

- SMITH, R.R. Nutritional energetics. In: HALVER J. E. (Ed.) **Fish nutrition**. Washington: Academic Press, 1989, 503p.
- SMITH, R.R.; RUMSEY, G.L.; SCOTT, M.L. Heat increment associated with dietary protein, fat, carbohydrate and complete diets in salmonids: comparative energetic efficiency. **Journal of Nutrition**, v.108, p.1025-1032, 1978.
- SNOW, J.R. An exploratory attempt to rear largemouth black bass fingerlings in a controlled environment. In: ANNUAL MEETING OF THE SOUTHEASTERN ASSOCIATION OF GAME AND FISH COMMISSIONERS, 17. Mississippi, 1960. **Proceedings**. Mississippi: Biloxi, 1960. p.253-257.
- SNOW, J.R. Results of further experiments on rearing largemouth bass fingerlings under controlled conditions. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE SOUTHEASTERN ASSOCIATION OF GAME AND FISH COMMISSIONERS, 17. Arkansas, 1963. **Proceedings**. Arkansas: Hot Springs, 1963. p.191-203.
- SOENGAS, J.L.; ALBEGUNDE, M.; ANDRÉS, M.D. Gradual transfer to sea water of rainbow trout: Effects on liver carbohydrate metabolism. **Journal of Fish Biology**, v.47, n.3, p.466-478, 1995.
- SLOANE, M.B. Performance of training and grow-out diets for largemouth bass. Alabama, 1993. 66.p M.S. Thesis (Mestrado) - Auburn University.
- SPANNHOF, L.; PLANTIKOW H. Studies on carbohydrate digestion in rainbow trout. **Aquaculture**, v.30, p. 95-108, 1983.
- STEFFENS, W. **Principles of fish nutrition**. Chichester, England, UK: Ellis Harwood Ltd., 1989, p.184-208.
- STRYER, L. Metabolismo do glicogênio. In: STRYER, L. **Bioquímica**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1971. cap.19, p.371-386.
- SULLIVAN, J.A; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*). **Aquaculture**, v.138, p.313-322, 1995.

- TACON, A.G.J.; COWEY C.B. Protein and amino acid requirement. In: TYTLER, P.; CALOW, P. **Fish Energetics: New Perspectives**. London: Croom Helm, 1985. p.155-193.
- TACON, A.G.J. **Standard methods for the nutrition of farmed fish and shrimp**. Washington: Argent Laboratories Press, 1990. p. 212.
- TAKEUCHI, T. Laboratory work – chemical evaluations of dietary nutrients. In: WATANABE, T. **Fish nutrition and mariculture**. Tokyo: Aquatic Biosciences, 1988. Cap.3, p.179-233.
- TAKEUCHI, T. Essential fatty acid requirement of aquatic animals with emphasis on fish larvae and fingerlings. **Reviews in Fisheries Science**, v.5, n.1, p.1-25, 1997.
- TAKEUCHI, T.; JEONG, K.S.; WATANABE, T. Availability of extruded carbohydrate ingredients to rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and carp *Cyprinus carpio*. **Nippon Suisan Gakkaichi**, v.56, p.1839-1845, 1990.
- TIBALDI, E.; BERALDO, P.; VOLPELLI, L.A.; PINOSA, M. Growth response of juvenile dentex (*Dentex dentex* L.) to varying protein level and protein to lipid ratio in practical diets. **Aquaculture**, v.139, p.91-99, 1996.
- TIDWELL, J.H.; WEBSTER, C.D.; COYLE, S.D. Effects of dietary protein level on second year growth and water quality for largemouth bass (*Micropterus salmoides*) raised in ponds. **Aquaculture**, v.145, p. 213-223, 1996.
- WEE, K.L.; TACON, A.G.J. A preliminary study on the dietary protein requirement of juvenile snakehead. **Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries**, v.48, p. 1463-1468, 1982.
- WICKER, A.M.; JOHNSON, W.E. Relationships among fat content, condition factor, and first year survival of Florida largemouth bass. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.116, p.264-271, 1987.
- WILSON, R.P. Amino acids and proteins. In: HALVER, J.E. (Ed.). **Fish nutrition**. London: Academic Press, 1989. Cap.3, p.111-151.

ZEITOUN, I.H.; DULLREY, D.E.; MAGEE, W.T.; GILL, J.L.; BERGEN, W.G.
Quantifying nutrient requirement of fish. **Journal of Fisheries Research Board of
Canada**, v.33, p.167-172, 1976.