



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE MESTRADO EM ZOOTECNIA

**DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES PROTEICOS E
ENERGÉTICOS PARA CRESCIMENTO DE BIJUPIRÁ**
(Rachycentron canadum)

RICARDO URIEL PEDROSA

SALVADOR - BA
DEZEMBRO - 2014

RICARDO URIEL PEDROSA

**DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES PROTEICOS E
ENERGÉTICOS PARA CRESCIMENTO DE BIJUPIRÁ
(*Rachycentron canadum*)**

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado em Zootecnia, da Universidade
Federal da Bahia, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Claudio Vaz Di Mambro Ribeiro
Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Castelo Branco Albinati

SALVADOR – BAHIA

DEZEMBRO – 2014

Sistema de Bibliotecas da UFBA

Pedrosa, Ricardo Uriel.

Digestibilidade de ingredientes protéicos e energéticos para crescimento de bijupirá (*Rachycentron canadum*) / Ricardo Uriel Pedrosa. - 2015.

78 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Vaz Di Mambro Ribeiro.

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Castelo Branco Albinati.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Salvador, 2014.

1. Peixe - Criação. 2. Peixe - Alimentação e rações. 3. Bijupirá (Peixe). I. Ribeiro, Cláudio Vaz Di Mambro. II. Albinati, Ricardo Castelo Branco. III. Universidade Federal da Bahia. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

CDD - 639.3

CDU - 639.3

**DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES PROTEICOS E
ENERGÉTICOS PARA CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO DE
BIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*)**

Ricardo Uriel Pedrosa

Dissertação defendida e aprovada para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

Salvador, 09 de dezembro de 2014

Comissão examinadora:



Dr. Cláudio Vaz Di Mambro Ribeiro
UFBA
Orientador / Presidente



Dr. Rodrigo Fortes da Silva
UERB



Dr. Marcelo Luis Rodrigues
UFPB

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas graças concedidas em todos os momentos de minha vida.

Aos meus familiares, pelo apoio incondicional na minha vida acadêmica e ao meu pai Jorge Curvelo Pedrosa, pelo amor e exemplo de vida.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

A Universidade Federal da Bahia e ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, em especial a todos os membros do Laboratório de Sanidade de Organismos Aquáticos, por me receber de forma tão acolhedora. A Universidade Federal do Recôncavo Baiano, em especial a todos os membros do Laboratório de Nutrição e Comportamento de Organismos Aquáticos e a equipe do Laboratório de Análise de Alimentos.

Ao meu orientador, Professor Dr. Claudio Vaz Di Mambro Ribeiro, por sua disponibilidade, confiança e conhecimento transmitido. Aos professores Dr. Ricardo Castelo Branco Albinati, Dr. Rodrigo Fortes da Silva, Dr. Luiz Vitor Oliveira Vidal, Dr^a Camila Maida de Albuquerque Maranhão, Dr. Luís Gustavo Braga, Dr^a Adriana Regina Bagaldo, Dr^a Fabiana Lana de Araújo pela imensa ajuda no todo decorrer da pesquisa e a todos os professores ao qual tive a oportunidade de adquirir conhecimentos dentro e fora de sala de aula, em especial aos meus amigos Professor Ossival Lolato Ribeiro e Professor Seldon Almeida de Souza. Ao Professor Dr. Marcelo Luis Rodrigues por ter me apresentado ao mundo científico e a piscicultura, participando da minha formação intelectual e pessoal.

A Bahia Pesca, que disponibilizou o espaço e os animais para realização da pesquisa e por ter me proporcionado uma experiência profissional inédita com piscicultura marinha. Em especial ao Msc. José Jerônimo e toda equipe da Fazenda Oruabo e da Gerencia de Aquicultura.

Aos meus amigos, Jose Luiz Jr, Eduardo Cesar, Eduardo Rodrigues, Bruno Falcão, Carlo Eduardo, Sansão de Paula Homem Neto, Thomaz Guimarães, Clesio Morgado de Sousa, Renilde Cordeiro, Alexandre Perazzo, Silvaney Santos Araújo, Lucas Feitosa, Wanessa Lima, Gitonilson Tosta, Patricia Ciqueira, Jocely, Maria da Conceição e a todos os meus amigos que foram e são presentes em todas as conquistas em minha vida. A Tamara Costa Damasceno pela força e companheirismo ao longo de toda a pesquisa, não tenho palavras descrever o quão fundamental você foi para realização deste trabalho e na minha vida.

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composição da ração referência.....	24
Tabela 2 - Composição bromatológica da Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Energia Bruta (EB), Extrato etéreo (EE), Matéria Mineral (MM), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) dos ingredientes testados.....	25
Tabela 3- Composição bromatológica da Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Energia Bruta (EB), Extrato etéreo (EE), Matéria Mineral (MM), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) das dietas teste e ração referencia.....	25
Tabela 4 – Media de quadrados mínimos dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, das rações testadas para bijupirás em fase de crescimento.....	29
Tabela 5 - Media de quadrados mínimos dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, dos ingredientes testados para bijupirás em fase de crescimento.....	31
Tabela 6 - Media de quadrados mínimos dos valores de proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e extrato etéreo digestivo (EED), das rações testadas para bijupirás em fase de crescimento.....	32
Tabela 7 - Media de quadrados mínimos dos valores de proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e extrato etéreo digestivo (EED), das rações testadas para bijupirás em fase de crescimento.....	33

SIGLAS

AOAC - Association of Official Analytical Chemists

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CDA – Coeficiente de digestibilidade aparente

CDA_{DR} - Coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes na dieta referência

CDA_{DT} - Coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes na dieta teste

EB – Energia Bruta

ED – Energia Digestível

EE - Extrato etéreo

EED - Extrato etéreo Digestível

EPM - Erro padrão da média

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations

FA – Farelo de Arroz

FCO – Farinha de carne e ossos

FDA - Fibra em detergente ácido

FDN - Fibra detergente neutro

FM – Farelo de milho

FP – Farinha de peixe

FS – Farelo de soja

FT – Farelo de trigo

FV – Farinha de vísceras

g - Gramas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

I_f - Indicador na dieta

I_r - Indicador nas fezes

kg - Quilograma

MM - Matéria mineral

MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura

MS - Matéria seca

N_f - Nutriente nas fezes

N_r - Nutriente nas na dieta

NRC - Nutrient Research Council

PB - Proteína bruta

PD – Proteína Digestível

pH - Potencial hidrogeniônico

PVC - Policloreto de vinila

R\$ - Real

SAS - Statistical Analysis System

US\$ - United States dollar

Digestibilidade de ingredientes proteicos e energéticos para crescimento de bijupirá (*Rachycentron canadum*)

RESUMO

Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados para farinha de peixe (FP), farinha de vísceras (FV), farinha de carne e ossos (FCO), farelo de soja (FS), farelo de trigo (FT), farelo de milho (FM) e farelo de arroz (FA) para bijupirá em crescimento ($562,5\text{g} \pm 229,4$). Uma dieta de referência (RF) e dietas de teste (constituídas por 70% de RF e de 30% do ingrediente teste) foi usada 0,1% de Cr_2O_3 como indicador externo. Os tratamentos foram fornecidos em três períodos de tempo distintos, compondo um delineamento em blocos completos inteiramente casualizados, em que cada incubadora constituiu uma repetição e as coletas durante cinco dias comporam as amostras de cada período. Os peixes foram distribuídos em oito incubadoras de fibra de vidro, contendo 1000L de água, a uma densidade de 2 peixes por incubadora. As fezes foram coletadas a partir de coletores acoplados ao fundo das incubadoras. O CDA da MS, PB, EE foram maiores para os ingredientes de origem animal. A digestibilidade aparente da MS para variou de 81,2% a 88,6% para os produtos de origem animal e de 60,2% a 91,8% para os ingredientes de origem vegetal. O bijupirá demonstrou uma alta (>70%) capacidade de utilizar a PB, EB e EE de ambas as fontes. Os CDAs dos ingredientes de origem animal foram superiores aos de origem vegetal. A FP não foi superior em relação aos CDAs para os ingredientes de outras fontes de origem animal.

Palavras Chaves: Piscicultura marinha, fontes de origem animal e vegetal

Digestibility of protein and energy ingredients for growth of *Cobia (Rachycentron canadum)*

ABSTRACT

Apparent digestibility coefficients of dry matter, crude protein, ether extract, gross energy, neutral detergent fiber and acid detergent fiber were determined for fish meal, viscera meal, meat and bone meal, soybean meal, wheat bran, corn meal and rice bran for growth cobia ($562.5\text{g} \pm 229.4$). A reference diet and test diets (consisting of 70% of reference diet plus 30% of the ingredient to be tested) were used, plus 0.1% of Cr_2O_3 as external marker. The treatments were distributed in a randomized complete block design, with three time periods. Sample collection was performed for each incubator during five days in each time period. The fish were distributed into glass incubator adjusted to 1000L, two fish each. Feces were collected from collectors coupled at the bottom of the incubators. The digestibility of dry matter, crude protein and ether extract were greater ingredients from animal sources. The dry matter digestibility ranged from 81.2% to 88.6% for products of animal origin and from 60.2% to 91.8% for the ingredients of vegetable origin. The cobia showed a high (> 70%) ability to use protein, energy and lipids from both sources. The ingredient digestibilities of animal origin were higher than those of plant origin. The fishmeal was not superior compared to other ingredients from animal sources.

Key Words: Marine Fish, animal sources and vegetable

SUMÁRIO

	Página
Digestibilidade de ingredientes proteicos e energéticos para crescimento e terminação de bijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>)	
Resumo.....	vii
Abstract.....	viii
1. Introdução.....	1
2. Revisão de literatura.....	4
2.1. Aquicultura.....	4
2.2. Piscicultura Marinha.....	5
2.3. Bijupirá.....	7
2.4. Nutrição e alimentação.....	11
2.5. Digestibilidade.....	17
3. Materiais e métodos.....	23
4. Resultados e discussão	28
5. Conclusão.....	39
6. Considerações finais.....	40
7. Referências bibliográficas.....	41

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura destaca-se como um importante setor de produção de alimentos nos últimos anos. Sua contribuição alcançou 41% do total de pescados disponíveis mundialmente para consumo humano em 2010, além de apresentar uma taxa anual de crescimento nos últimos 40 anos em torno de 6,5%, o que é superior à taxa de crescimento da população mundial (FAO, 2012). Devido a grande diversidade de espécies no Brasil, condizente com o nosso potencial hidrográfico, a aquicultura brasileira tem a possibilidade de se tornar uma das principais do mundo (MPA, 2011).

O Brasil dispõe de recursos naturais, humano e capital para o desenvolvimento da piscicultura marinha, tanto em termos de áreas, espécies e condições climatológicas disponíveis, como infraestrutura e atmosfera socioeconômica favoráveis à consolidação de novas cadeias produtivas de alimento de origem aquática. De acordo com Cavalli e Hamilton (2007), o cultivo racional de organismos aquáticos e a piscicultura marinha crescem mundialmente, incrementando a oferta de pescado de cultivo, se impondo como atividade pecuária, embora ainda seja considerada por muitos como um apêndice do setor pesqueiro.

Embora essas atividades cresçam mundialmente, incrementando a oferta de pescado de cultivo, no Brasil apenas a criação de camarões marinhos e de peixes continentais, vêm crescendo de forma significativa, sendo ainda inconsistente no país a criação de peixes marinhos que, apesar da intensificação das pesquisas nesta área na última década e de possuir excelentes condições naturais, abundância de recursos hídricos e presença de espécies de peixes com extraordinário potencial para a aquicultura, a piscicultura marinha nunca existiu na prática como atividade comercial no Brasil (OSTRENSKY e BOERGER, 2008). As poucas tentativas de produção de peixes marinhos no país são pontuais e improvisadas e na maioria dos casos se resumindo a engorda de juvenis capturados no ambiente natural e criados de forma extensiva, com volume de produção ainda inexpressivo (CAVALLI e HAMILTON, 2007). Segundo Roubach et al. (2003), até o ano de 2003 a piscicultura marinha era insignificante e estava praticamente limitada às iniciativas das instituições de pesquisa. Em 2009, a piscicultura marinha sequer constava nas estatísticas de produção de pescado do Brasil, exceção feita a alguns poucos produtores de peixes

ornamentais, além disso por se tratar de uma atividade nova, existe carência de insumos, serviços e profissionais capacitados em piscicultura marinha (CAVALLI e HAMILTON, 2009).

Segundo Benetti (2003), uma espécie que se destaca no país como candidata ao cultivo em escala comercial é o bijupirá (*Rachycentrum canadum*). Chang (2003) cita que a espécie apresenta um rápido crescimento podendo alcançar 6 a 8 kg em um ano de cativeiro. O bijupirá é cultivado em escala comercial em diversos países Asiáticos, com iniciativas para o cultivo comercial da espécie também nas Américas. Como resultado, a produção de bijupirá na última década tem aumentado gradualmente em áreas tropicais e subtropicais do mundo. No Brasil, há ainda a necessidade de aprofundar estudos em temas considerados de entrave ao seu cultivo comercial, em particular nas áreas de nutrição, sanidade e mercado, de forma a acenar para um cenário mais positivo visando atrair investimentos do setor privado (NUNES, 2014). Apesar de ser uma espécie pouco estudada em nosso país, ela pode se beneficiar de tecnologia desenvolvida no exterior, visto que já existe produção comercial em países asiáticos e no continente americano (SANCHES et al., 2008; BENETTI et al., 2008a).

Ainda não existem, no mercado brasileiro, rações específicas para peixes marinhos que tenham sido testadas nessas condições. Por tratar-se da criação intensiva de uma espécie carnívora que depende diretamente do fornecimento de dietas ricas em proteína, o que pode representar um alto do custo de produção, esta é uma questão fundamental, já que pode definir a viabilidade econômica da atividade, tendo em vista que a alimentação é considerada o custo operacional mais caro na piscicultura (MIAO et al., 2009; SANCHES et al., 2008). Apesar do potencial para reduzir a pressão econômica e ambiental nas operações de piscicultura marinha, pouco foi realizado para estabelecer práticas de gestão de alimentação adequada (CAVALLI e GARCIA, 2012).

Poucas são as informações sobre a digestibilidade de ingredientes para o bijupirá em crescimento e terminação. Essas informações são importantes para a formulação de dietas práticas, que garantam o máximo desempenho, com custo reduzido, minimizando a excreção de resíduos sólidos e solúveis pelos peixes (ZHOU et al., 2004). Maximizando a digestibilidade de uma dieta ajuda na redução de resíduos produzidos na aquicultura, pois a proteína não digerida ou metabolizada de forma ineficiente aumenta a excreção de nitrogênio (GAYLORD

e GATLIN, 1996), agindo como fator que contribui potencialmente para a eutrofização do ambiente de cultivo, por meio da lixiviação de seus nutrientes, bem como pela alta excreção causada por ingredientes com baixa disponibilidade.

Como a maioria das espécies carnívoras, o bijupirá exige um alto teor de proteína bruta em suas dietas (44,5%; CHOU et al., 2001). A farinha de peixe é a fonte proteica mais utilizada em dieta de organismos aquáticos, principalmente carnívoros, por apresentar boa qualidade nutricional, como alta digestibilidade, bom perfil de aminoácidos e outros nutrientes essenciais, como ácidos graxos poliinsaturados. Entretanto, com a redução da pesca por captura nos últimos anos e a falta de sustentabilidade, principalmente pela destinação de produtos pesqueiros de menor valor para a produção de farinha de peixe (NRC, 2011), surge a necessidade de se buscar fontes proteicas alternativas à farinha de peixe, que sejam economicamente viáveis e que atendam às necessidades nutricionais dos peixes, como os carboidratos que são amplamente incluídos na dieta de peixe para melhorar a sua qualidade física, reduzir o catabolismo de outros nutrientes (VIELMA et al., 2003; WILSON, 1994).

Zhou et al. (2004) publicaram um relatório sobre a digestibilidade de ingredientes selecionados para bijupirás juvenis (10g), onde os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta foram maiores na farinha de peixe, 87,56%, 96,27%, 95,86% e 95,46 respectivamente, e farinha de glúten de milho, 84,58%, 94,42%, 95,93%, 94,23% respectivamente. Proteínas e lipídios de ambas as fontes vegetais e animais foram bem digeridos. Produtos ricos em carboidratos apresentaram os mais baixos níveis de digestibilidade e não foram recomendadas para o uso como um substituto da farinha de peixe. Sabe-se que a digestibilidade e o aproveitamento da dieta depende do estado fisiológico do animal e/ou de seu peso. Contudo, não existem trabalhos na literatura científica avaliando a digestibilidade de ingredientes para bijupirá acima de 200 g.

Este trabalho teve como objetivo testar a hipótese que o coeficiente de digestibilidade aparente de ingredientes de origem animal comumente utilizados em dietas de peixes carnívoros é maior em relação a ingredientes de origem vegetal, para bijupirá em crescimento. Ainda, que a farinha de peixe possui uma digestibilidade superior a outras fontes proteicas de origem animal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aquicultura

A pesca e a aquicultura mundial proporcionaram cerca de 158 milhões de toneladas de pescado em 2012. Destes 136,2 milhões foram para o consumo humano, fornecendo uma estimativa de consumo anual per capto aparente de 19,2 kg (FAO, 2014). Um estudo produzido para FAO projeta um aumento do consumo per capto mundial de peixes, de 16 kg/ano para 22,5 kg/ano em 2030, resultando em um aumento do consumo de peixes de aproximadamente 100 milhões de toneladas/ano (YE, 1999).

Segundo o BNDES (2012), o consumo de proteína oriunda do pescado ocupa o primeiro lugar no mundo com 145.100 mil t em 2009, seguido pela carne de suínos com 100.339 mil t, aves com 72.293 mil t, bovinos com 57.027 mil t, caprinos e ovinos com 13.139 mil t.

No Brasil, o consumo de proteína de pescado, ao contrário do que é observado na produção mundial de proteínas, ocupa o penúltimo lugar dentre as fontes mais comuns de proteína de origem animal como mostra os dados a seguir: produção de aves 11.023 mil t; carne bovina com 9.180 mil t; suínos com 3.130 mil t; pescado 1.241 mil t e caprinos e ovinos juntos com uma produção de 110 mil t (BNDES, 2012).

Em 2010, o Brasil produziu entorno de 1.264 mil t de pescado, registrando um aumento de 1% em relação ao ano de 2009. Desta produção, a pesca extrativa correspondeu a 62%, com uma produção de 785 mil toneladas, caindo cerca de 5% na comparação com o ano anterior. A aquicultura em 2010 produziu 479 mil toneladas, apresentando um aumento de 15% (MPA, 2012), gerando 3,5 milhões de empregos diretos e indireto, dos quais, cerca de 800 mil, são de pescadores e aquicultores. A participação do setor no PIB nacional é de aproximadamente R\$ 5 bilhões (MPA, 2012).

Segundo o MPA (2012), a Bahia teve uma queda na produção de pescado de cerca de 5%, com uma produção em 2010 de aproximadamente 115 mil toneladas. A dinâmica da produção acompanhou a nacional, com a queda na pesca extrativa e aumento na aquicultura.

O Brasil é um dos poucos países que tem condições de atender à crescente demanda mundial por produtos de origem pesqueira, sobretudo por meio da aquicultura, que é uma atividade capaz de transformar áreas improdutivas de pequeno tamanho ou de baixo rendimento agropecuário em áreas altamente produtivas (BORGHETTI e OSTRENSKI, 2003).

Ao longo do tempo, a criação de organismos aquáticos, ou aquicultura, evoluiu de uma atividade de pequena escala e de baixa tecnologia para operações intensivas consideradas como importantes empreendimentos para obtenção de divisas externas através da exportação (BEVERIDGE e LITTLE, 2002), mas também como estratégia fundamental na perspectiva da segurança alimentar. A piscicultura marinha, por sua vez, tem sido um dos setores da aquicultura mundial apresenta uma das maiores taxas de crescimento (FAO, 2012). Enquanto a aquicultura como um todo apresenta uma taxa anual de crescimento de 8,8% nos últimos dez anos, a piscicultura marinha cresceu 9,3% ao ano no mesmo período (FAO, 2012). Apesar da inexpressiva produção no Brasil, não há como negar o enorme potencial para o desenvolvimento dessa atividade no nosso país, principalmente pelo seu extenso litoral e grande diversidade de espécies marinhas e estuarinas, tanto de águas quentes como frias (MPA, 2011; BALDISSEROTTO e GOMES, 2010; CAVALLI e HAMILTON, 2007).

2.2.Piscicultura Marinha

A criação de peixes marinhos no Brasil provavelmente teve início no século XVII, em Pernambuco (SILVA, 1976). Na década de 1930, robalos (*Centropomus*), tainhas ou curimãs (*Mugil*) e carapebas (*Eugerres* e *Diapterus*) eram criadas extensivamente em viveiros de maré nas cidades de Recife e Olinda, sendo sua produção anual estimada em 25 t (SCHUBART, 1936). Não obstante esse início promissor, a piscicultura marinha ainda é incipiente no país, limitando-se às iniciativas de pesquisa, principalmente com o robalo-peva e flecha (*Centropomus parallelus* e *C. undecimalis*) e o linguado (*Paralichthys orbignyanus*) (BALDISSEROTTO e GOMES, 2010) e, mais recentemente, com o bijupirá (*Rachycentron canadum*) (CAVALLI et al., 2011; CAVALLI e HAMILTON, 2009).

O país apresenta potencial para o desenvolvimento dessa atividade econômica e, dentre os peixes naturalmente encontrados no litoral brasileiro com

potencial para cultivo, o bijupirá (*Rachycentron canadum*) é a espécie que teoricamente reuniria as melhores condições para ser cultivada comercialmente (BENETTI et al., 2010; ZHOU et al., 2007).

Atualmente, há grande interesse pelo domínio total do cultivo dessa espécie que tem sido alvo de estudos em todo o mundo, pois experimentos têm demonstrado que o bijupirá agrega características de produção excepcionais. Nos últimos anos, o bijupirá tem sido alvo de uma série de estudos, nos quais foi demonstrado ser um excelente candidato para a criação. Atualmente é a espécie nativa que reúne um maior número de pontos em comum com outras espécies aquáticas cultivadas comercialmente no Brasil (NUNES, 2014). Hoje se sabe que a espécie se reproduz prontamente em cativeiro (FAULK e HOLT, 2006; ARNOLD et al., 2002; FRANKS et al., 2001), relativa tolerância à baixas salinidades (FAULK e HOLT, 2006; RESLEY et al., 2006), resposta positiva à vacinação (LIN et al., 2006), apresenta alta taxa de crescimento (LIAO et al., 2004; ARNOLD et al., 2002; CHOU et al., 2001), eficiência alimentar e bom valor comercial (WANG et al., 2005; CHOU et al., 2001), e alta sobrevivência após adaptação ao alimento seco (KAISER e HOLT, 2004). Além disso, se adapta muito bem ao confinamento e aceita rapidamente rações comerciais extrusadas (SUN et al., 2006; CRAIG et al., 2005; SCHWARZ et al., 2004), e possui carne com excelente qualidade sensorial (FRANKS et al., 1999; LIAO et al., 2004; LIAO e LEAÑO, 2007), ideal para a preparação de sashimi (CHEN, 2001; CHOU et al., 2001; KAISER e HOLT, 2005). Esses fatores contribuíram para o desenvolvimento de tecnologia de cultura do bijupirá na última década.

Apesar das inúmeras características atribuídas às espécies carnívoras, a produção em grande escala ainda depara com problemas relacionados ao alto índice de canibalismo, à dificuldade de alimentação e aos elevados custos para manutenção dessas espécies (LUZ et al., 2001).

Como a aquicultura do bijupirá é uma atividade relativamente recente, ainda existem importantes lacunas no seu ciclo produtivo (HOLT et al., 2007). Estas incluem a ausência de laboratórios de produção de juvenis com esquemas de biossegurança e com a devida diversidade genética, uma produção limitada e inconsistente de ovos e juvenis de qualidade, e limitações referentes aos sistemas de engorda (HOLT et al., 2007), além do desconhecimento das necessidades nutricionais que permitam a formulação de dietas específicas (FRASER e

DAVIES, 2009; CRAIG et al., 2006). Há, também, a necessidade de desenvolvimento de mercado (CAVALLI et al., 2011; NHU et al., 2011).

Estes fatores, juntamente com a intenção de desenvolver a piscicultura marinha no Brasil, influenciaram o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) a investir em projetos-pilotos de criação da espécie, inicialmente em São Paulo e na Bahia (OSTRENSKY e BOEGER, 2008). Posteriormente, surgiram iniciativas em Pernambuco, Rio de Janeiro e Rio Grande do Norte (CAVALLI et al., 2011). Atualmente, existem quatro laboratórios de produção de formas jovens (larvicultura), um no Rio Grande do Norte, dois em São Paulo, e um na Bahia. Existem, ainda, projetos de engorda em São Paulo (Ilhabela e Ubatuba), no Rio de Janeiro (Angra dos Reis) e na Bahia (Igrapiúna). Com exceção de Pernambuco, essas iniciativas, ou são realizadas em viveiros de terra, ou são de pequena escala, em ambientes marinhos protegidos.

2.3. Bijupirá (*Rachycentron canadum*)

O bijupirá (*R. canadum*) pertence ao Filo Cordata, Classe Actinopterygii, Subclasse Neopterygii, Infraclasse Teleostei, Superordem Acanthopterygii, Ordem Perciformes, Subordem Percoidei, Família Rachycentridae, Gênero *Rachycentron*, Espécie *R. canadum*, com nome binomial de *Rachycentron canadum*, sendo a única espécie da família Rachycentridae, foi descrito, inicialmente, por Linnaeus, em 1766.

No Brasil, é comumente conhecido como bijupirá (FIGUEIREDO e MENEZES, 1980), beijupirá, pirambijú e cação de escama (CARVALHO FILHO, 1999). Naquela que segundo Cavalli et al. (2013) provavelmente foi a primeira descrição da espécie em águas brasileiras, Piso e Marcgrave (1648) o chamaram de ceixupirá. Segundo Collete (2002), os nomes comuns são “cobia”, em inglês; “mafou”, em francês; e “cobie”, em espanhol.

O comprimento máximo do bijupirá é de 200 cm no ambiente natural com uma expectativa de vida de 15 anos (SHAFFER e NAKAMURA, 1989; FIGUEIREDO e MENEZES 1980), mas exemplares com cerca de 110 cm são mais comuns. O peso máximo registrado para um exemplar capturado foi 61,5 kg no oeste da Austrália (COLLETE, 2002), e 62,2 kg no Golfo do México (FRANKS et al., 1999). A primeira maturação ocorre próximos dos 52 cm e dois anos para machos e 69,6 cm e três anos para fêmeas (SCHWARZ, et al., 2007) .

Em regiões subtropicais a reprodução ocorre nos meses de verão, enquanto em latitudes mais baixas o período de desova pode ser mais estendido (SHAFFER e NAKAMURA, 1989). Em cativeiro é mais precoce, sendo possível obter desovas com menos de dois anos de vida (HOLT et al., 2007). O bijupirá é uma espécie pelágica costeira e circumtropical (ROMARHEIN et al., 2008; BRIGGS, 1960), de hábito natatório ativo devido à ausência da vesícula gasosa, e que possui ampla distribuição geográfica, distribuindo-se por águas tropicais e subtropicais de todos os oceanos, entre as latitudes de 32°N e 28°S, exceto no leste do Pacífico (SHAFFER e NAKAMURA, 1989). No Atlântico ocidental, estende-se de Massachusetts, EUA, à Argentina (FIGUEIREDO e MENEZES, 1980). No Brasil, está presente em todo o litoral, mas é mais abundante em águas tropicais (FIGUEIREDO e MENEZES, 1980). Essa distribuição é também ratificada por Manickchand-Heileman, e Flüs (1990); Collette, (1984) com registros da espécie por todo o litoral brasileiro. Este peixe geralmente é encontrado sozinho ou em pequenos cardumes, podem ser encontrados sobre fundos de lama, rochas, areia e cascalho, em ambientes de recife de corais e estuários (SHAFFER e NAKAMURA, 1989) e, ainda, próximos a naufrágios, boias, plataformas de petróleo ou objetos à deriva (ARNOLD et al., 2002) ou mesmo na coluna d'água (KAISER e HOLT, 2005). Também são frequentemente vistos nadando junto a tartarugas, raias (GRANT e FERRELL, 1993) e meros (FELIX e HACKRADT, 2008), com os quais apresentam associação, provavelmente aproveitando-se da suspensão do sedimento para alimentar-se de organismos demersais ou bentônicos (SMITH e MERRINER, 1982).

O bijupirá é uma espécie que desova preferencialmente na primavera e verão Lotz et al. (1996) concluíram que o bijupirá realiza desovas múltiplas ou parceladas ao longo da temporada reprodutiva, a qual, no hemisfério norte, se estende de abril a setembro. Embora a reprodução na costa sul dos EUA ocorra durante a primavera e o verão (BROWN-PETERSON et al., 2001; BIESIOT et al., 1994), a elevação do índice gonadossomático entre maio e julho indica o aumento das desovas nesse período (BROWN-PETERSON et al., 2001). Na Bahia, as primeiras desovas naturais de reprodutores selvagens mantidos em cativeiro foram registradas em outubro (CARVALHO FILHO, 2006), enquanto que a histologia de exemplares capturados em Pernambuco indicou que o período natural de desova é de outubro a abril (DOMINGUES et al., 2007). Estes

resultados indicam que a atividade reprodutiva desta espécie no nordeste do Brasil também ocorre principalmente na primavera e verão (CAVALLI et al., 2013).

No Brasil, em 2006, no Estado da Bahia, foram conseguidas desovas naturais de bijupirás capturados juvenis (com peso médio de 68 g) e cultivados até a maturação gonadal durante quase três anos (até peso corporal entre 4 e 9 kg) em tanques circulares de 20 m³. Os valores de salinidade e temperatura no dia da desova foram de 30 g/L e 28°C, respectivamente. A fecundidade variou entre 600.000 e 750.000 ovos com taxa de fertilização em torno de 80,9%. Os ovos fertilizados eclodiram 21 h após a desova (CARVALHO FILHO, 2006).

O primeiro relato sobre a criação do bijupirá ocorreu nos EUA, quando Hassler e Rainville (1975) coletaram ovos na natureza e mantiveram exemplares vivos no laboratório por 131 dias. Entretanto, foi somente no início dos anos 1990 que a primeira desova em cativeiro foi obtida em Taiwan, o que permitiu a criação de larvas (KAISER e HOLT, 2005; LIAO et al., 2004). A partir da disponibilidade de juvenis e dos bons resultados na engorda, a produção naquele país cresceu exponencialmente (MIAO et al., 2009; LIAO et al., 2004), fazendo com que outros países se interessassem na aquicultura dessa espécie.

O bijupirá é uma das espécies prioritárias para o cultivo no Golfo do México (USA e México), sudeste dos Estados Unidos e águas subtropicais e tropicais ao longo da costa Atlântica da América do Sul, principalmente o Brasil (BENETTI et al., 2003). Seguindo o sucesso do desenvolvimento da aquicultura em Taiwan (LIAO et al., 2004; YEH, 2000; SU e LIAO 2000), essa atividade se desenvolveu rapidamente através do Sul e Sudeste da Ásia, Américas e regiões do Caribe (BENETTI, 2007; LIAO e LEAÑO, 2007; KAISER e HOLT, 2004).

A produção de bijupirá aumentou drasticamente desde o fim da década de 1990, iniciando o milênio com menos de 2.500 toneladas/ano, com pico em cerca de 36.000 toneladas em 2010. De acordo com o Departamento da Pesca e Aquicultura da FAO (2010), a China tem sido o protagonista dominante com 80% da produção mundial. Taiwan, China e Vietnã são os principais produtores mundiais (FAO, 2013; BENETTI et al., 2008a; LIAO e LEAÑO, 2007), outros países também já figuram na lista de produtores de bijupirá, entre eles Porto Rico (NHU et al., 2011; BENETTI, et al., 2007), mas existem relatos sobre a criação dessa espécie em pelo menos dez outros países.

A captura mundial de bijupirá em 2010 foi de 11.944 t, sendo as Filipinas o maior produtor, com 3.033 t (FAO, 2012). No Brasil, a pesca em 2010 produziu

923 t, o que representa cerca de 0,2% do total de peixes marinhos pescados no país, que foi de 465.455 t (BRASIL, 2012). Em 2007, os principais estados produtores foram Pará, Ceará e Bahia (BRASIL, 2007).

Meyer e Franks (1996) e Knapp (1951) classificam o bijupirá como uma espécie carnívora de hábito predador oportunista, alimentando-se, principalmente, de peixes bentônicos, crustáceos e cefalópodes. Ao encontrar diversos itens alimentares nos estômagos de 22 exemplares capturados na costa do Texas, EUA, Knapp (1951) destacou a voracidade e preferência por peixes, tanto de hábitos demersais como pelágicos, embora aparentemente haja predileção pelos primeiros. Darracott (1977) verificou que bijupirás do oceano Índico tinham preferência por crustáceos, já que estes foram encontrados em 100% dos estômagos com alimento, enquanto a frequência de ocorrência de peixes e moluscos foi 50% e 23%, respectivamente. No oceano Índico ocidental, Randall e Bishop (1967) constataram que o bijupirá é raramente capturado, sendo o conteúdo estomacal do único exemplar obtido composto por duas espécies de peixe do gênero *Lactophrys* (Família Ostraciidae). Franks et al. (1996) descreveram que os principais itens alimentares de juvenis no norte do Golfo do México eram peixes ósseos, crustáceos e cefalópodes, enquanto os adultos apresentavam hábito diferenciado dos juvenis, alimentando-se, principalmente, de crustáceos da família Portunidae (MEYER e FRANKS, 1996). De forma similar, na Baía de Chesapeake, EUA, os principais itens consumidos foram dois crustáceos da família Portunidae, *Callinectes sapidus* e *Ovalipes ocellatus* (ARENDRT et al., 2001). Na Baía de Todos os Santos, Brasil, Lopes et al. (2001) analisaram o conteúdo estomacal de três juvenis e verificaram a preferência por crustáceos decápodes.

Recentemente, Fines e Holt (2010) comprovaram que juvenis de bijupirá são capazes de digerir a quitina, transformando-a em N-acetilglicosamina, o que permite a utilização de ingredientes ricos em quitina como fonte de carboidrato em dietas comerciais (LU e KU, 2013). Dependendo da espécie e da abundância de presas disponíveis no local, o bijupirá pode variar sua preferência alimentar de peixes para crustáceos, incluindo, também, outros itens como elasmobrânquios, bivalves e hidrozoários (ARENDRT et al., 2001).

2.4. Nutrição e alimentação

Embora a espécie venha sendo considerada como uma excelente opção para o desenvolvimento da piscicultura marinha brasileira, pouco se conhece sobre a sua biologia no país. O fator geográfico influencia o hábito alimentar da espécie e torna evidente a necessidade de estudos que determinem seus padrões reprodutivos e alimentares nas condições ambientais encontradas ao longo do litoral brasileiro. Por outro lado, a criação de uma espécie, além de considerar os padrões naturais, deve ser precedida de experimentação em áreas como reprodução, larvicultura, sanidade, crescimento e nutrição, entre outros temas de igual importância. Neste processo, o conhecimento a respeito da espécie e da tecnologia de criação em outras partes do mundo e sua adaptação às condições brasileiras pode contribuir para minimizar o tempo para se alcançar o sucesso na atividade (HAMILTON et al., 2013).

Entre alguns dos obstáculos que o cultivo da espécie apresenta, a nutrição é apontada como um dos mais relevantes. Isto se deve, em parte, ao seu impacto direto nos custos de produção e no desempenho zootécnico da espécie, sendo a ração considerada um dos pontos de estrangulamento para o desenvolvimento mais acelerado da piscicultura marinha no mundo inteiro (WILLS et al., 2013; HUANG et al., 2011; NHU et al., 2011).

Ao contrário da maioria dos peixes de água doce, os peixes marinhos de interesse para o cultivo apresentam um hábito alimentar predominantemente carnívoro. Isto significa que a ração precisa apresentar altos teores de proteína, gordura e energia digestível, fazendo o uso de grandes quantidades de ingredientes de origem marinha para composição das dietas, esta condição leva a preços mais elevados da ração (NUNES, 2014).

Na busca por dietas mais baratas, que ao mesmo tempo proporcionem um desempenho zootécnico estimado em 6 kg, ou mais, alcançados em um ano de cultivo (LIAU et al., 2004; CHOU et al., 2001), vários trabalhos foram realizados sobre a exigência nutricional do bijupirá e o uso de ingredientes alternativos (WATSON et al., 2013; SALZE et al., 2012; REN et al., 2011; SAADIAH et al., 2011; LIU et al., 2010; MACH et al., 2010; ; WEBB et al., 2010; MAI et al., 2009) e três revisões tratando deste tema estão disponíveis (CAVALLI e GARCIA, 2012; FRASER e DAVIES, 2009; CHEN e LIAO, 2007).

Fraser e Davies (2009) destacam que, apesar do bijupirá ser comercializado com peso acima de 4 kg, a maioria dos estudos sobre exigências nutricionais foram realizados com peixes menores que 100 g, os níveis ótimos para alguns nutrientes foram determinadas apenas para os juvenis, com uma escassez de informações para os peixes maiores se aproximando o peso de mercado ou reprodutores. Embora as diferenças nutricionais possam ser mínimas, a validação seria sensata, pois o momento em que uma dieta requer mudanças pode ser estimada a partir da variação na demanda por energia pelos peixes. Nunes (2014) descreve que no início do cultivo do bijupirá, os produtores vietnamitas envolvidos com a criação da espécie estabeleceram como meta um custo de produção de US\$ 3,0/kg, próximo ao do salmão. No entanto, os custos de operações de cultivo do bijupirá em escala industrial podem chegar a US\$ 4,7/kg devido principalmente a perda de desempenho zootécnico a partir de peixes de 2 kg.

A escolha da ração, portanto, é analisada através dos vários estágios de produção (FRASER e DAVIES, 2009). Isto seria da maior utilidade em níveis de proteína e de lipídios, como estes componentes da dieta são caros e os peixes maiores consomem grandes volumes de alimentos. Fraser e Davies (2009) destacam que a limitação desses componentes iria tornar o sector economicamente mais viável e pode aliviar os efeitos dos produtos de resíduos nitrogenados sobre os sistemas aquáticos.

Dietas formuladas com altos níveis de proteínas são tipicamente mais caras e pode ser um desperdício se o peixe não requerer esses níveis para uma boa saúde e maximizar a engorda. A quantificação da dieta ótima de proteína permitirá a produção de dietas que maximize a engorda sem a adição excessiva de energia o que poderia aumentar os custos ou ser prejudicial para a saúde do peixe (WEBB et al., 2010). Sendo está um constituinte muito importante na nutrição, fornecendo os aminoácidos essenciais para o crescimento e reparação dos tecidos (BOTARO et al., 2007). A otimização dos níveis de proteína melhora a retenção de nutrientes e reduz a excreção de nitrogênio pelos peixes, possuindo influencia positiva na redução de custos (AHMED e KHAN, 2004). O adequado conhecimento das exigências, capacidade de utilização de alimentos e técnicas de manejo nutricional, permite reduzir o impacto ambiental causado pela atividade (CYRINO et al., 2010).

A forma como os peixes utilizam a energia e nutrientes varia entre as espécies, sendo muito influenciada pelos hábitos alimentares (DABROWSKI e PORTELLA, 2006). O bijupirá, por ser um peixe carnívoro, possui sistema digestivo simples e pouco desenvolvido apresentando pouca habilidade em utilizar carboidratos como fonte energética exigindo a utilização de altos níveis de proteína nas dietas, o que, além de garantir taxas otimizadas de síntese de tecido muscular, suprem suas necessidades energéticas (NRC, 2011; FRASER e DAVIES, 2009; CRAIG et al., 2006; CHOU et al., 2001) pois a utilizam tanto para a produção de tecidos quanto para a produção de energia (LOVELL, 1989). Esta dependência foi demonstrada por Kim (1997), que em seu estudo com a truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*, afirma que, dos 40% de proteína recomendados pelo National Research Council (1993), cerca de 24% eram relativos às exigências por aminoácidos essenciais e 16% relativos à demanda por energia, a qual se justifica pela forma pecilotérmica da vida aquática (KAUSHIK e SEILIEZ, 2010). Isto ocorre porque, segundo Lovell (1989), os peixes evoluíram em um ambiente onde os carboidratos são escassos e em razão disto, seus sistemas digestórios e metabólicos parecem estar mais bem adaptados para utilizar lipídios e proteínas para a produção de energia.

Em adição às altas exigências nutricionais em aminoácidos destas espécies condicionam o uso de ingredientes de origem animal na fabricação das rações. Desta maneira, o custo de produção das rações de carnívoros é muito elevado (PORTZ e CYRINO, 2000). Sendo que nutriente mais importante e mais oneroso da dieta é sempre a proteína (RODRIGUEZ-SERNA; et al., 1996; WU et al., 1995).

Como consequência, muitos países produtores do bijupirá ainda se utilizam de alimento fresco, na forma de sardinha ou rejeito da pesca, para realizar a engorda da espécie. Estes alimentos são usados de forma isolada ou em combinação com rações comerciais, durante toda ou em uma fase da engorda do bijupirá (NUNES e MADRID, 2013; HUANG et al., 2011; NHU et al., 2011). O uso de resíduos ou peixes frescos na alimentação do bijupirá impõe uma série de restrições e riscos. Em algumas regiões, há uma grande imprevisibilidade na oferta, qualidade irregular, dificuldade no armazenamento do produto, além de efeitos deletérios na qualidade da água do ambiente de cultivo e alto risco na disseminação de doenças. Por outro lado, a maior utilização de rações industrializadas onera a produção, visto que este insumo é constituído de proteínas

e óleos marinhos, em particular da farinha e óleo de peixe, *commodities* de elevado valor monetário e volatilidade no mercado internacional (NUNES, 2014).

A farinha de peixe é uma matéria prima amplamente empregada como fonte de proteína nas rações para os mais diversos grupos animais aquáticos cultivados (NRC, 2011). Porém, dados da FAO (2012), mostram que a produção pesqueira em todo mundo encontra-se estabilizada. Em função disso, verifica-se um aumento na utilização de peixes pelágicos forrageiros, utilizados como matéria prima na fabricação da farinha de peixe, concorrendo diretamente com a alimentação humana. Além disso, o preço deste insumo quase triplicou desde 1994 (FAO, 2010).

De modo geral, a farinha de peixe compreende entre 20 e 60% da composição das dietas utilizadas na alimentação de peixes criados em cativeiro (WATANABE, 2002). Entretanto, a farinha de peixe é um ingrediente de oferta limitada e demanda crescente (TACON e METIAN, 2008; NAYLOR et al., 2000). A variação da disponibilidade e constante flutuação nos preços deste insumo podem afetar seriamente a sustentabilidade e a rentabilidade da aquicultura de espécies carnívoras (OLVERA-NOVOA et al., 2002; NAYLOR et al., 2000).

Em 2008, por exemplo, das 115 mil toneladas de peixes produzidas mundialmente, 67% foi destinada à produção de farinha e óleo de peixe. Com relação à utilização da farinha de peixe, Tacon e Metian (2008) estimam que as dietas para peixes marinhos consomem cerca de 18% da farinha de peixe produzida mundialmente.

Outra questão importante é que a produção de farinha de peixe causa forte pressão de pesca sobre espécies forrageiras, ocasionando sobrepesca e até a depleção de alguns desses estoques, o que resultaria na redução de alimento para as espécies em níveis tróficos superiores (NAYLOR et al., 2000).

Isto aponta para uma futura inviabilidade do seu emprego na ração animal, pelo menos como única fonte proteica e em virtude disso, El-Sayed (1999) defende a insustentabilidade de se utilizar a farinha de peixe como principal fonte de proteína em dietas aquáticas. A substituição da farinha de peixe por outras fontes de proteína também serviria, portanto, para amenizar a pressão sobre os estoques pesqueiros, além de contribuir para a redução dos custos de produção.

Dietas sem farinha de peixe, ou seja, contendo apenas ingredientes alternativos, como concentrado proteico de soja e canola, proteína oriunda de

animais terrestres, farinha de krill, aminoácidos sintéticos e alimentos com poder atrativo, normalmente resultam em maiores custos de produção do que quando se utilizam dietas contendo farinha de peixe (NRC, 2011).

Entretanto, o aumento do preço da farinha de peixe observado nos últimos anos tem mudado um pouco esse contexto. Nesse caso, têm-se sugerido o uso de baixos níveis de inclusão de farinha de peixe (5 a 20%) em dietas para peixes marinhos (NRC, 2011).

Dentre os alimentos proteicos de origem animal com melhores valores digestíveis, destaca-se a farinha de vísceras, seguida da farinha de peixe, enquanto os menores valores são apresentados pelas farinhas de penas e de sangue tostada (PEZZATO et al., 2002). A alta temperatura e o tempo prolongado para a obtenção da farinha de sangue processada em tambor afetam a estrutura da proteína, resultando em baixos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína (FURUYA et al., 2010). Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta das farinhas de carne e farinha de peixe são próximos, mas inferiores ao da farinha de vísceras, a farinha de carne também apresenta bom coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, mas seu valor nutritivo depende da matéria-prima utilizada para produzi-la (FURUYA et al., 2010). Em função do processamento a que são submetidos e/ou matéria-prima utilizada para elaboração do produto final, a farinha de penas e a farinha de sangue seca em tambor apresentam baixos coeficientes de digestibilidade para a fração proteica (GUIMARÃES et al., 2008).

A farinha de vísceras apresenta maior valor de proteína digestível do que a farinha de peixe e a farinha de carne (VIDAL, 2010; GONÇALVES et al., 2009b; GUIMARÃES et al., 2008b), enquanto a farinha de penas apresenta valor digestível para proteína inferior a esses alimentos (GONÇALVES et al., 2009b). Muitos trabalhos têm sido realizados testando a substituição desse ingrediente tão importante por derivados de vegetais, visando um maior equilíbrio ambiental na prospecção de peixes para a fabricação de rações, como também uma diminuição dos custos de produção na aquicultura (MARTINÉZ-LLORENS et al., 2012; NAGEL et al., 2012; ; NRC, 2011; KOWALSKA et al., 2010; GATLIN et al., 2007; CRAIG et al., 2006; WATANABE, 2002). Em razão de tal necessidade, muitos estudos relacionados à demanda nutricional de espécies de peixes surgiram nas últimas décadas, buscando suprir a falta de informação a respeito de nutrientes exigidos pelas várias espécies cultivadas ou cultiváveis (KHAJEPOUR e HOSSEINI, 2012; VANDENBERG et al., 2011; BLAABJERG et al., 2010; YUE

e ZHOU, 2008), visando reduzir os custos com alimentação (PORTZ e CYRINO, 2000; BALOGUN e FAGBENRO, 1995). Os resultados de alguns desses trabalhos mostram que certas enfermidades de caráter nutricional têm sido evidenciadas quando da utilização de ingredientes vegetais na formulação de dietas, sobretudo para peixes carnívoros (ESCAFFRE et al., 2007; HEIKKINEN et al., 2006).

Na avaliação de ingredientes para uso em dietas aquícolas, Glencross et al. (2007) ressaltam a necessidade de inicialmente caracterizar a composição química, bem como avaliar a digestibilidade, que pode ser descrita como a fração do nutriente ou energia do alimento consumido que é digerido e absorvido, estando disponível para o metabolismo de tecidos e que, portanto não é excretado nas fezes (MONTAÑO-VARGAS et al., 2002; De SILVA e ANDERSON, 1995; NRC, 1993)

O grau de digestibilidade, ou assimilação dos nutrientes pelos peixes, irá influenciar a produção de efluentes, podendo impactar o ambiente (GLENCROSS et al., 2007; TACON e FORSTER, 2003), pois se os alimentos para os peixes forem bem avaliados quanto à sua digestibilidade, ter-se-á rações econômicas do ponto de vista de aproveitamento de nutrientes e seguras do ponto de vista ambiental (PORTZ, 2001). A identificação de fontes proteicas alternativas à farinha de peixe deve também considerar a diminuição dos impactos econômicos e ambientais e, ao mesmo tempo, atender às exigências nutricionais das espécies cultivadas. A utilização de ingredientes de origem vegetal, como farelo e concentrados de soja (BURR et al., 2012), farinha de glúten de milho (SARKER et al., 2012), farinha de trigo e de glúten de trigo (VALENTE et al., 2011; TORSTENSEN et al., 2008), farelo de canola, sendo esses obtidos a partir de sementes de oleaginosas, grãos e legumes (NRC, 2011), vem sendo considerada. Entretanto, além de não atenderem às necessidades nutricionais dos peixes carnívoros, as fontes proteicas de origem vegetal possuem outros fatores que dificultam sua utilização (KROGDAHL et al., 2010; HARDY, 2008). Entre estes pode-se citar fatores antinutricionais, como inibidores de protease, a presença de ácido fítico, que reduz a disponibilidade do zinco, além de uma menor digestibilidade da proteína. O uso de ingredientes alternativos também varia em função do custo, nível de proteína, perfil de aminoácidos, presença de fatores antinutricionais e outros fatores limitantes quanto ao nível de substituição (HARDY, 2008).

Além dos ingredientes de origem vegetal, produtos oriundos de animais terrestres também são utilizados em substituição à farinha de peixe. Entre estes temos a farinha de sangue, farinha de carne e ossos, farinha de penas e a farinha de vísceras de aves (BURR et al., 2012; QUARTARO et al., 1998), que podem possuir menor custo quando comparadas a outras fontes proteicas, principalmente as de origem vegetal, mas são considerados potenciais substitutos por apresentarem maior similaridade com a farinha de peixe, devido à composição de aminoácidos, minerais, fosfolipídios e colesterol. Além disso, são livres de fatores antinutricionais e não possuem organismos geneticamente modificados (NRC, 2011; YU, 2008). Entretanto, esses produtos podem conter uma composição variável, além de apresentarem alguns riscos, como contaminação bacteriana e vetor de doenças, como observado em bovinos (febre aftosa e “mal da vaca louca”), sendo seu uso atualmente limitado na Europa (NRC, 2011; CAMPESTRINI, 2005).

Dados confiáveis sobre a digestibilidade e exigências nutricionais são fundamentais para formular rações a baixo custo e para minimizar o impacto ambiental da produção animal (NRC, 2011; VANDENBERG e De La NOUE, 2001). Vários fatores precisam ser levados em consideração ao construir um alimento; a formulação precisa fornecer os níveis de nutrientes e energia adequados, o produto final precisa ser palatável, os ingredientes não devem ter um impacto negativo na qualidade do produto final, a alimentação precisa ser facilmente fabricada e ser rentável (FRASER e DAVIES, 2009). Tendo em vista que a ração é uma fonte importante, às vezes única, de nutrientes para peixes cultivados, em especial, os marinhos. Como consequência, os nutrientes das rações devem ser nutricional e economicamente adequados (EZQUERRA et al., 1998), estar biologicamente disponíveis para a espécie alimentada, de forma a evitar desperdícios, seja pela alimentação excessiva ou baixa digestão.

2.5.Digestibilidade

O crescente desenvolvimento da piscicultura no Brasil e no mundo traz consigo a necessidade de se formular dietas que possibilitem uma maior eficiência produtiva. Para a produção de rações com essas características é necessário o conhecimento da digestibilidade dos nutrientes e da energia dos principais ingredientes que possam compor uma ração, bem como das exigências

nutricionais para espécie e fase de vida a qual desejamos produzir (FURUYA, 2000).

A análise química e os testes alimentares são os primeiros itens para determinar o valor nutritivo de um alimento (PEZZATO, 2004). Entretanto, após a ingestão, a efetiva assimilação do alimento depende do uso que o organismo animal esteja capacitado a executar (MAYNARD e LOOSLY, 1966).

O conhecimento da digestibilidade de um nutriente é de grande importância para a condução de pesquisas sobre exigências nutricionais, avaliação do potencial de um ingrediente para inclusão em uma dieta, desenvolvimento de dietas de baixo custo e também de dietas que minimizem o impacto ambiental, devido à descarga de nutrientes não absorvidos, principalmente nitrogênio e fósforo, nos efluentes (KIM et al., 2006; SALES e BRITZ, 2003; CHONG et al., 2002; VANDENBERG e De La NOUE, 2001; ALLAN et al., 2000).

O coeficiente de digestibilidade pode ser determinado “in vivo” • por dois métodos. O primeiro método é chamado de método direto ou técnica da coleta total. Neste método as quantidades totais do alimento ingerido e das fezes excretadas devem ser conhecidas. O valor da digestibilidade é então determinado por meio da diferença do total ingerido e do total excretado (BELAL, 2005). Infelizmente, esse método apresenta vários problemas, principalmente devido a dificuldade e falta de acurácia na coleta dos dados referentes a quantidade ingerida e de fezes (GLENCROSS et al., 2007).

O segundo método é conhecido como método indireto ou método do indicador (BELAL, 2005). A maioria dos estudos de digestibilidade com peixes é conduzida pelo método indireto, no qual um marcador, que pode estar naturalmente na dieta (interno) ou introduzido em pequenas porções no alimento (externo), é utilizado para determinação da digestibilidade aparente (STOREBAKKEN et al., 1998; De SILVA e ANDERSON, 1995). Pezzato et al. (2002), analisando esses métodos de determinação do coeficiente de digestibilidade aparente, conclui que na porção distal do intestino ocorre significativo processo de absorção da dieta; portanto, o método da dissecação subestima a digestibilidade do material colhido, dessa forma os coeficientes de digestibilidade medidos pelo método indireto, com fezes colhidas nos aquários de coleta, são mais confiáveis. A maioria dos estudos de digestibilidade com peixes é conduzida pelo método indireto, no qual um marcador, que pode estar naturalmente na dieta (interno) ou introduzido em pequenas porções no alimento

(externo), é utilizado para determinação da digestibilidade aparente (STOREBAKKEN et al., 1998; De SILVA e ANDERSON, 1995).

Morales et al. (1999) afirmam que a determinação do alimento consumido e a coleta total das fezes é dificultada pelo meio aquático, por isso, tem sido usado, preferencialmente, o método indireto de determinação de digestibilidade. De acordo com Zimmermann e Jost (1998), a metodologia direta está sujeita a erros, sendo difícil determinar com precisão o quanto foi ingerido e excretado. A utilização do método indireto se elimina a necessidade de coleta de toda a excreta e permite que os peixes comam à vontade (NRC, 1993).

O método indireto de coleta de fezes é composto por um aquário cilíndrico de fibra de vidro com o fundo cônico, no qual as fezes que decantam no aquário são conduzidas por tubulações externas, onde são depositadas em tubos acoplados na extremidade inferior (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007). Nesse método utiliza-se um marcador que é incluso na dieta nas concentrações de 0,5 a 1,0 %, que depois é avaliado nas fezes, o marcador mais usado é o óxido de cromo (Cr_2O_3), mais outros marcadores também podem ser utilizados (NRC, 1993), porém para que um indicador seja considerado ideal, é necessário que seja completamente indigestível e não absorvível, insolúvel em água, não ter ação farmacológica e passar uniformemente no aparelho digestivo, não afetar a palatabilidade da dieta teste, não interferir na fisiologia da digestão do animal, ter a mesma velocidade de passagem pelo sistema digestório que o resto do alimento, não deve ser tóxico e ter fácil e rápida determinação química e de preferência ser constituinte natural da dieta (BELAL, 2005; GODDARD e McLEAN, 2001; De SILVA; ANDERSON, 1995). Quando este marcador for utilizado nos ensaios de digestibilidade, as fezes devem ser coletadas a partir do terceiro dia de alimentação, para recuperação completa do Cr_2O_3 , evitando provável fator de erro relacionado com sua velocidade de trânsito mais lenta, obtendo-se assim valores definitivos dos coeficientes de digestibilidade (SALLUM, 2000; De la NOUE et al., 1980). Por sua vez, as fezes podem ser coletadas em câmaras metabólicas (SMITH et al., 1980), por pipetagem direta ou peneiras acopladas no fundo dos tanques (SPYRIDAKIS et al., 1989; ALLIOT et al., 1978; WINDELL et al., 1978), por filtragem contínua (CHOUBERT et al., 1982), por dissecação (HAJEN et al., 1993b; AUSTRENG, 1978), por sucção anal (HAJEN et al., 1993a; WINDELL et al., 1978) e por compressão abdominal (HAJEN et al., 1993a).

Vários parâmetros empregados no processo de determinação dos coeficientes de digestibilidade de nutrientes pelos peixes afetam os resultados obtidos. Sendo assim, a estimativa do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes de uma dieta ou ingrediente podem variar de acordo com: o método de coleta utilizado, fatores biológicos e ambientais (tamanho e peso dos peixes utilizados, espécie de peixe utilizada, temperatura, etc); erros experimentais (condições experimentais subótimas, erros analíticos, lixiviação, erros de calculo, etc); equação utilizada para o calculo do coeficiente de digestibilidade; diferenças no processamento, qualidade e composição química das matérias-primas utilizadas (perdas por super-aquecimento, fatores anti-nutricionais, matéria-prima não-fresca, interação entre os nutrientes, extrusada ou peletizada etc.); composição da dieta referencia e nível de inclusão do ingrediente (KIM et al., 2006; TIBBETTS et al., 2006; GLENCROSS et al., 2005; PEZZATO et al., 2004; CHO e BUREAU, 2001; PORTZ, 2001; ALLAN et al., 2000; STOREBAKKEN et al., 1998;).

Os erros relacionados a metodologia de coleta de fezes são as principais fontes de sub ou super estimativa do coeficiente de digestibilidade aparente (BELAL, 2005). Vanderberg e De la Noue (2001) compararam a influencia de três métodos de coleta de fezes, dois por sedimentação (CHOUBERT et al., 1982; CHO e SLINGER, 1979) e um por compressão abdominal (AUSTRENG, 1978), na avaliação da digestibilidade de uma dieta pratica contendo uma serie de fontes proteicas (farinha de peixe, farelo de soja, farinha de sangue) pela truta arco íris. Os autores não observaram diferenças entre os dois métodos de coleta por sedimentação, mas os valores dos CDA da dieta obtidos por meio desses dois métodos foram maiores que o obtido por meio da coleta por compressão abdominal. Os mesmos resultados foram observados por Glencross et al. (2005) quando compararam o método de coleta por sedimentação e por compressão abdominal.

Segundo Anderson et al. (1992), os maiores valores dos coeficientes de digestibilidade aparente obtidos quando se utilizam métodos de coleta de fezes por sedimentação estão relacionados as perdas dos nutrientes por lixiviação, que causam super estimativas desses valores. Os mesmos autores relataram que o menor valor do coeficiente de digestibilidade aparente obtido quando se utilizam os métodos de compressão abdominal e de dissecação deve-se à presença de

material não digerido e de sucos digestivos (bile, enzimas e células epiteliais), que aumenta o conteúdo de nitrogênio endógeno, gerando valores subestimados.

Todos os métodos usados para determinar a digestibilidade em peixes estão sujeitos a erros (BUREAU et al., 1999; De SILVA e ANDERSON, 1995; HAJEN et al., 1993b). Portanto, o que deve ser feito durante um estudo de digestibilidade, independente do método empregado, é minimizar ao máximo as possíveis perdas de nutrientes que irão ocorrer durante o experimento (PORTZ, 2001; ALLAN et al., 2000; De SILVA et al., 2000; STOREBAKKEN et al., 1998; SPYRIDAKIS et al., 1989,).

Monforte et al. (2006) concluíram que o dióxido de titânio (TiO₂) é mais confiável que o cromo como marcador dietético para frangos, sendo menos variável e obtendo-se maior digestibilidade, o qual indica ocorrer uma maior recuperação. Entretanto para Lied et al. (1982), tanto o óxido de cromo como o óxido de titânio mostraram-se equivalentes como indicadores externos, em estudo desenvolvido com o bacalhau do atlântico (*Gadus morhua*). Resultados semelhantes para truta foram constatado em trabalhos realizados por outros autores como Vandenberg e De La Noue (2001) e Storebakken, et al. (1998). Outros trabalhos demonstram que o dióxido de titânio em substituição ao óxido crômico apresenta resultados adequados tanto em ensaios com não ruminantes (SHORT et al., 1996.) como em ruminantes (GLINDEMANN et al., 2009; MYERS et al., 2006).

Os peixes marinhos alcançam peso corporal mais elevado em relação a outros grupos de animais aquáticos marinhos cultivados, como moluscos e crustáceos. Como resultado, muitos laboratórios optam em trabalhar com aquários com baixo volume e peixes em uma fase larval ou pós-larval, como modelo experimental. Estas condições exigem menos investimentos capitais, apresentam menos riscos e requer um menor espaço físico, volume de água, quantidade de animais e dietas experimentais. No entanto, trabalhos com peixes em uma fase muito jovem podem não retratar as reais exigências nutricionais da espécie, se distanciando da realidade comercial, em que os animais são cultivados até mais de 500 g de peso corporal (NUNES, et al., 2014).

Informações sobre a digestibilidade ingrediente de rações comerciais comumente utilizados na produção de bijupirá devem ser considerados uma prioridade, a fim de calcular as rações alimentares eficientes em bijupirá, e para o projeto possível de uma dieta específica. As práticas atuais para a avaliação da

digestibilidade dos ingredientes estão bem estabelecidas, portanto, pelo menos rações comerciais atuais na produção bijupirá devem ser avaliadas para determinar a sua eficiência. Há relatos de problemas de palatabilidade em dietas experimentais; contudo ainda não houve estudos diretos em palatabilidade de tipos de ração normalmente utilizadas na produção de bijupirá. Estes estudos são particularmente importantes em termos de suplementação de proteína em dietas com outras fontes de proteína, devido à natureza insustentável da indústria de farinha de peixe (FRASER e DAVIES, 2009).

Portanto, torna necessária a busca de informações de dados científicos sobre as exigências nutricionais e digestibilidade de espécies marinas de potencial produtivo, como o bijupirá na fase de engorda, que subsidiem a formulação de dietas que promovam o melhor desempenho desse peixe na fase de engorda, com menor custo e a melhor forma de cultivo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 16 bijupirás, com peso médio de 562,5 g ($\pm 229,4$), fornecidos pelo projeto de engorda CETA Aquicultura, localizado no município de Igrapiúna-BA, provenientes da REDEMAR Alevinos localizado no município de Ihabela –SP. Os animais foram aclimatados no local do experimento - laboratório de Piscicultura Marinha da Fazenda Experimental Oruabo, pertencente à Bahia Pesca S.A., localizado no distrito de Acupe, Município de Santo Amaro da Purificação, Bahia (latitude 12°40'28,77" S, longitude 38°44'08,55" N, distante 71 km de Salvador). A temperatura da água, a salinidade, o pH e o oxigênio dissolvido foram monitorados diariamente às 6:00 e 16:00 h. Durante o período experimental, a temperatura variou de 26 a 29 °C, a salinidade de 20 a 25‰, o pH de 7,4 a 8,0 e o oxigênio dissolvido não foi inferior a 6,0 mg/L, monitoramento realizado por uma sonda multiparâmetro (HANNA, modelo HI 9828). Ainda, a amônia total sempre foi menor do que 0,20 mg/L.

Os peixes aclimatados foram distribuídos aleatoriamente em oito incubadoras adaptadas para ensaios de digestibilidade, onde a unidade experimental foi composta de uma incubadora contendo dois peixes. Foram utilizadas quatro incubadoras com capacidade para 1000L de água e quatro com capacidade de 2000L, com aeração mecânica constante através de pedras porosas acopladas a um aerador central. A água do mar utilizada foi filtrada por três filtros mecânicos de areia, com capacidade de filtração de 10 micra, em seguida por duas baterias de filtros bag, revestidas de PVC, e capacidade de filtração de 5 micra e 3 micra, respectivamente; e por último, submetida a filtros ultravioleta (capacidade de 40 m³/h).

Após a pesagem, homogeneização e mistura dos ingredientes, as rações foram submetidas à extrusão em uma extrusora de expansão a seco para laboratório (modelo Ex-Micro para laboratório, Exteec Máquinas, Ribeirão Preto-SP), equipada com uma matriz de 4,0 mm. Depois de secas em estufa de ventilação forçada (55 °C), as rações foram acondicionadas em sacos plásticos e, após resfriamento, armazenadas a -10 °C.

A determinação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) foi feita a partir de uma ração referência prática (Tabela 1), com 480 g/kg de proteína bruta e 4200 kcal de energia bruta/kg, visando satisfazer as necessidades de proteínas e energia para bijupirá descritas por Chou et al. (2001). Foram obtidas rações-teste

pela substituição (com base na matéria seca) de 30% da ração referência por cada um dos ingredientes em estudo (CHO e SLINGER, 1979), sendo quatro de origem vegetal: farelo de milho (FM), farelo de arroz (FA), farelo de trigo (FT), farelo de milho (FM), farelo de soja (FS); e três de origem animal: farinha de peixe (FP), farinha de vísceras (FV) e farinha de carne e ossos (FCO). A composição centesimal dos ingredientes, dietas de teste e ração referência são mostrados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1 - Composição da Ração Referência

Alimento	g/kg
Farinha de Vísceras de Aves	36,5
Soja Farelo 45%	23,0
Milho Grão	19,1
Farinha de Peixe	15,0
Óleo de Peixe	4,70
Premix ¹	0,50
Fosfato Bicálcico	0,50
Vitamina C	0,10
Oxido de Cromo	0,10
Antioxidante ²	0,02
Total	100

¹ Suplemento mineral e vitamínico (Supre Mais): composição por kg: Vit. A = 1200.000 UI; vit. D3 = 200.000 UI; vit. E = 12.000 mg; vit. K3 = 2.400 mg; vit. B1 = 4.800 mg; vit. B2 = 4.800 mg; vit. B6 = 4.000 mg; vit. B12 = 4.800 mg; ác. fólico = 1.200 mg; pantotenato de Ca = 12.000 mg; vitamina C = 48.000 mg; biotina = 48 mg; colina = 65.000 mg; niacina = 24.000 mg; Fe = 10.000 mg; Cu = 600 mg; Mg = 4.000 mg; Zn = 6.000 mg; I = 20 mg; Co = 2 mg e Se = 20 mg;

² Hidroxitolueno butilado.

Tabela 2 - Composição bromatológica da Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Energia Bruta (EB), Extrato etéreo (EE), Matéria Mineral (MM), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) dos ingredientes testados.

Composição bromatológica (%)	Ingredientes testados						
	Farelo de Soja	Farelo de Milho	Farelo de Trigo	Farelo de Arroz	Farinha de Peixe	Farinha de Carne e Ossos	Farinha de Vísceras
Matéria Seca	99,5	99,6	99,6	99,5	99,2	99,7	99,6
Proteína Bruta	47,5	8,6	19,3	7,9	65,8	48,7	68,8
Energia Bruta kcal k ⁻¹	4024	4138	3672	3866	3416	4224	4112
Extrato Etéreo	3,5	4,1	4,3	1,2	5,6	12,5	10,5
Fibra em Detergente Neutro	6,7	1,7	4,9	1,1	19,1	37,1	18,7
Fibra em Detergente Ácido	40,0	28,2	39,6	24,6	50,2	59,2	68,0

Valores expressos em 100% da Matéria Seca

Tabela 3 - Composição bromatológica da Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Energia Bruta (EB), Extrato etéreo (EE), Matéria Mineral (MM), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) das dietas teste e ração referencia.

Composição bromatológica (%)	Dietas experimentais ¹							Ração Referencia
	Farelo de Soja	Farelo de Milho	Farelo de Trigo	Farelo de Arroz	Farinha de Peixe	Farinha de Carne e Ossos	Farinha de Vísceras	
Matéria Seca	99,8	99,7	99,7	99,5	99,5	99,5	99,8	99,6
Proteína Bruta	52,8	38,0	41,0	37,4	55,5	47,64	56,5	52,1
Energia Bruta kcal/k	4507	4702	4468	4585	4610	4684	4276	4810
Extrato Etéreo	7,329	8,6	8,6	7,0	10,2	10,6	11,9	12,2
Fibra em Detergente Neutro	7,5	5,6	6,6	5,6	11,0	15,8	11,4	8,1
Fibra em Detergente Ácido	40,3	29,8	48,5	50,5	56	33,7	53,3	52,6

Valores expressos em 100% da Matéria Seca; ¹Rações com 30% do ingrediente teste

Os tratamentos foram fornecidos em três períodos de tempo distintos, compondo um delineamento em blocos completos inteiramente casualizados, em que cada incubadora constituiu uma repetição e das coletas durante cinco dias foram feitas amostras compostas de cada período. O período antecessor das

coletas foi de três dias, para que os peixes se adaptassem ao manejo, as incubadoras e as dietas.

Os peixes foram alimentados com as dietas experimentais até a saciedade aparente, duas vezes ao dia, às 07:00 e 17:00 horas. Uma hora após a alimentação, as paredes dos tanques de coleta foram escovadas e 90% da água foi renovada para remover alimentos não consumidos e resíduos fecais. As fezes foram então deixadas decantar até o próximo horário de coleta. As fezes sedimentadas nos tubos coletores acoplados ao fundo das incubadoras foram retiradas duas vezes ao dia, às 06:00 e 16:00 horas, sendo imediatamente acondicionadas em a -10°C, até encerramento do período de coleta. Ao final de cada período, as fezes foram desidratadas em estufa de ventilação forçada a 55°C (48 h) e acondicionadas a -10°C.

As análises de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria seca (MS), energia bruta (EB) das dietas e das fezes foram determinadas segundo os métodos padronizados pela AOAC (1995) e realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. A PB (N×6,25) foi determinada pelo método de Kjeldahl de acordo com a metodologia descrita por AOAC (1995; #968,06). A MS foi determinada por secagem em estufa a 105 °C, durante 24 h (AOAC, 1995; #934,01). A EB foi determinada usando um calorímetro de bomba adiabática (AOAC, 1995). O EE foi determinado por extração com éter etílico em aparelho do tipo Soxhlet, segundo AOAC (1995). As determinações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram feitas segundo Van Soest et al. (1991). O teor de óxido de cromo das dietas e das fezes foram determinadas na Universidade Federal de Viçosa, por espectrofotometria de absorção atômica pelo método descrito por Graner (1972).

Foram avaliados os CDAs para os ingredientes e para as dietas, os CDA das dietas testadas foram determinados pelo método indireto utilizando o óxido de cromo (Cr₂O₃) na proporção de 1 g/kg, como indicador, de acordo com a expressão descrita por Nose (1960):

$$CDA = 100 - \left[100 \cdot \left(\frac{\%I_r}{\%I_f} \right) \cdot \left(\frac{\%N_f}{\%N_r} \right) \right]$$

Em que:

$CDA =$ *coeficiente de digestibilidade aparente (%)*;

$\%I_r$ e $\%I_f =$ *% Indicador na dieta e nas fezes, respectivamente*;

$\%N_f$ e $\%N_r =$ *% de nutriente nas fezes e na dieta, respectivamente*.

Os CDAs da energia e nutrientes dos ingredientes foram calculados de acordo com a fórmula descrita por Cho & Slinger (1979):

$$CDA = \frac{CDA_{DT} - CDA_{DR} \cdot x}{y}$$

Em que:

$CDA =$ *coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes*;

$CDA_{DT} =$ *coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes na dieta teste*;

$CDA_{DR} =$ *coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes na dieta referência*;

$x =$ *proporção da dieta referência*;

$y =$ *proporção do ingrediente teste*.

Os dados foram avaliados pelo pacote estatístico SAS como modelos mistos, utilizando-se o PROC MIXED. Quando constatada significância dos efeitos fixos de tratamento, utilizou-se o teste de Tukey para comparação entre médias. Contrastes ortogonais foram utilizados para testar os efeitos das fontes de origem vegetal e animal. A significância foi declarada quando $P \leq 0,05$ e tendência quando $0,05 \leq P \leq 0,10$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nenhuma diferença significativa foi indicada entre os CDA das rações contendo ingredientes de origem animal ou vegetal. (Tabela 4); porém, os coeficientes de digestibilidade da MS (CDA_{MS}), PB, EE, FDN e FDA foram significativamente influenciados pela composição das rações de acordo com os ingredientes testados (Tabela 4). O CDA_{MS} foi maior ($P < 0,05$) nas rações contendo como ingrediente teste o FT, a FCO, a FP e o FM, seguidos pelas rações contendo a FV, o FS e o FA como ingredientes teste, as quais não diferenciaram entre si. Contudo, não houve diferenças significativas entre os CDA da EB (CDA_{EB}), o que indica que a mesma, na maioria dos ingredientes, pode ser bem digerida pelo bijupirá.

Os resultados também indicaram que a digestibilidade da MS da ração referência foi significativamente maior do que os CDA_{MS} do FS e do FA. O CDA da PB (CDA_{PB}) registrado para a ração contendo o ingrediente teste FA, foi significativamente menor, com exceção da ração com FS, do que todas as outras rações. Semelhante à tendência de digestibilidade da PB entre as rações, o CDA do EE (CDA_{EE}) obteve o menor CDA para as rações que tinham como ingredientes teste o FS e o FA.

A menor digestibilidade da FDN foi observada na ração com FS, os CDA da FDN (CDA_{FDN}) da ração referência e da ração com o FT como ingrediente teste foram significativamente maiores do que os CDA_{FDN} das rações com FA e FM. Em bijupirá na fase de crescimento, os CDAs da FDA (CDA_{FDA}) das rações contendo FS e FA foram significativamente menores do que as outras rações testadas.

Tabela4 - Media de quadrados mínimos dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), das dietas experimentais fornecidas para bijupirás em fase de crescimento.

CDA%	Dietas experimentais ¹							Ração Referencia	EPM ³	Probabilidade ²	
	Fontes de origem vegetal				Fontes de origem animal					Teste F	Vegetal vs Animal
	Farelo de Soja	Farelo de Milho	Farelo de Trigo	Farelo de Arroz	Farinha de Peixe	Farinha de Carne	Farinha de Vísceras				
MS	84,4 ^c	89,5 ^a	94,2 ^a	83,7 ^c	90,0 ^a	92,7 ^a	87,1 ^{bc}	93,8 ^{ab}	2,24	0,03	0,83
PB	91,9 ^{ab}	94,8 ^a	96,2 ^a	88,9 ^b	94,1 ^a	96,5 ^a	93,5 ^a	97,0 ^a	1,00	<0,01	0,57
EB	88,5	92,9	95,4	89,2	93,1	96,0	89,0	96,0	2,42	0,17	0,71
EE	93,0 ^b	97,5 ^a	98,1 ^a	93,9 ^b	96,7 ^a	98,6 ^a	97,0 ^a	98,8 ^a	0,73	<0,01	0,49
FDN	82,1 ^c	86,6 ^{bc}	94,3 ^a	86,8 ^{bc}	91,8 ^{ab}	90,0 ^{ab}	89,9 ^{ab}	94,7 ^a	2,32	<0,01	0,97
FDA	82,9 ^b	91,3 ^a	95,9 ^a	82,6 ^b	93,6 ^a	92,4 ^a	90,9 ^a	96,1 ^a	2,04	<0,01	0,60

¹Rações com 30% do ingrediente teste; ²Probabilidade do Teste F e dos contrastes ortogonais para testar os efeitos da origem das fontes (vegetal versus animal); ³ Erro padrão da média.

Os resultados indicaram que para a digestibilidade da MS houve diferença significativa do FS e do FA em relação aos demais ingredientes testados, apresentando valores inferiores do CDA_{MS} (tabela 5). Seguida pelos ingredientes de origem animal que apresentaram diferença significativa em relação aos ingredientes de origem vegetal.

O CDA_{PB} do FA foi significativamente menor do que todos os outros ingredientes. O FS apresentou um valor superior ao FA e, com exceção da FP, inferior a todos os outros ingredientes de origem animal.

Não houve diferenças significativas entre os CDAs de EB dos ingredientes testados, o CDA_{EB} do FS e do FA tendeu ($P=0,06$) a ser menor do que os outros ingredientes testados com um valor médio de 17,48 unidades percentuais abaixo, o que indica que a mesma, na maioria dos ingredientes, pode ser bem digerida pelo bijupirá (Tabela 5).

O CDA_{EE} obteve os menores valores para o FS e o FA, apresentando diferença significativa entre os ingredientes de origem animal e vegetal. Dentre os ingredientes de origem vegetal, o maior valor de CDA_{FDN} foi observado no FT, enquanto não houve diferença para do FA, FM e FS.

Para PD, a percentagem de PD para as rações contendo as FP e FV não diferiram entre si e apresentaram os maiores valores e relação as outras rações testadas, seguidos pela ração com FC e com FS que não demonstraram diferença significativa entre elas (Tabela 6). As rações contendo FA e o FM apresentaram os mais baixos valores de PD.

Houve diferenças significativas entre os valores de ED das rações testadas, sendo a ração referencia a que apresentou o maior resultado, que indica que a maioria dos ingredientes testados influenciaram as digestibilidades da energia das rações.

O EED foi significativamente maior para ração referencia e menor para o FS e o FA. A FV e a FC não diferiram entre si, e a FC na diferiu entre FP, sendo os menores valores para as rações contendo ingredientes teste de origem vegetal, das quais a ração com FT não diferiu da ração com FM, porém apresentaram valores maiores que o FA e o FS (tabela 6). Todos os valores apresentados na tabela 6 apresentaram diferenças significativas entre os ingredientes de origem animal e vegetal.

Tabela 5 - Media de quadrados mínimos dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), dos ingredientes testados fornecidos para bijupirás em fase de crescimento.

CDA%	Ingredientes testados ¹							EPM ²	Probabilidade ³	
	Fontes de origem vegetal				Fontes de origem animal				Teste F	Vegetal vs Animal
	Farelo de Soja	Farelo de Milho	Farelo de Trigo	Farelo de Arroz	Farinha de Peixe	Farinha de Carne	Farinha de Vísceras			
MS	62,4 ^b	79,4 ^a	91,8 ^a	60,2 ^b	81,2 ^a	86,6 ^a	88,6 ^a	5,68	<0,01	0,05
PB	79,8 ^b	89,6 ^a	91,9 ^a	69,8 ^c	87,3 ^{ab}	93,4 ^a	92,7 ^a	2,85	<0,01	0,02
EB	70,8	85,7	90,7	73,4	86,2	92,9	92,4	5,38	0,06	0,23
EE	79,6 ^b	94,3 ^a	95,1 ^a	82,6 ^b	91,9 ^a	97,6 ^a	96,9 ^a	2,61	<0,01	0,04
FDN	52,5 ^b	67,7 ^b	90,7 ^a	68,5 ^b	85,0 ^{ab}	73,0 ^{ab}	92,0 ^a	7,54	0,02	0,09
FDA	52,2 ^b	80,0 ^a	93,4 ^a	51,0 ^b	87,8 ^a	75,2 ^a	90,9 ^a	6,44	<0,01	<0,01

¹Rações com 30% do ingrediente teste; ²Probabilidade do Teste F e dos contrastes ortogonais para testar os efeitos da origem das fontes (vegetal versus animal); ³ Erro padrão da média.

Tabela 6 - Media de quadrados mínimos dos valores de proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e extrato etéreo digestivo (EED), das dietas experimentais fornecidas para bijupirás em fase de crescimento.

Digestibilidade %	Dietas experimentais ¹							Ração Referencia	EPM ³	Probabilidade ²	
	Fontes de origem vegetal				Fontes de origem animal					Teste F	Vegetal vs Animal
	Farelo de Soja	Farelo de Milho	Farelo de Trigo	Farelo de Arroz	Farinha de Peixe	Farinha de Carne	Farinha de Vísceras				
PD	44,6 ^b	34,0 ^d	38,6 ^c	31,3 ^d	50,0 ^a	44,2 ^b	49,2 ^a	48,9 ^a	1,17	<0,01	<0,01
ED	4140 ^e	4457,7 ^{bc}	4300,0 ^d	4074,4 ^e	4338,8 ^{cd}	4518,2 ^b	3997,1 ^f	4667,7 ^a	44,51	<0,01	0,02
EED	6,45 ^e	8,03 ^d	8,19 ^d	6,23 ^e	9,52 ^c	10,2 ^{bc}	10,6 ^b	11,7 ^a	0,261	<0,01	<0,01

¹Rações com 30% do ingrediente teste; ²Probabilidade do Teste F e dos contrastes ortogonais para testar os efeitos da origem das fontes (vegetal versus animal); ³ Erro padrão da média.

Tabela 7 - Media de quadrados mínimos dos valores de proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e extrato etéreo digestivo (EED), das rações testadas para bijupirás em fase de crescimento.

Digestibilidade%	Ingredientes testados ¹							EPM ³	Probabilidade ²	
	Fontes de origem vegetal				Fontes de origem animal				Teste F	Vegetal vs Animal
	Farelo de Soja	Farelo de Milho	Farelo de Trigo	Farelo de Arroz	Farinha de Peixe	Farinha de Carne	Farinha de Vísceras			
PD	37,9 ^d	7,7 ^f	17,6 ^e	5,5 ^f	57,4 ^b	45,4 ^c	63,6 ^a	1,33	<0,01	<0,01
ED	2849,3 ^b	3547,1 ^a	3328,1 ^{ab}	2837,6 ^b	2943,3 ^b	3930,5 ^a	3797,2 ^a	208,87	0,02	0,61
EED	2,80 ^e	3,83 ^d	4,13 ^d	1,00 ^f	5,13 ^c	12,2 ^a	10,2 ^b	0,123	<0,01	<0,01

¹Rações com 30% do ingrediente teste; ²Probabilidade do Teste F e dos contrastes ortogonais para testar os efeitos da origem das fontes (vegetal versus animal); ³ Erro padrão da média.

A maioria dos valores de PD dos ingredientes testados diferiram entre si, apresentando valores significativamente decrescentes entre a FV, FP, FC, FS, FT, FM e

FA respectivamente. Os ingredientes de origem animal que apresentaram valores de PD significativamente maiores em relação aos ingredientes de origem vegetal (Tabela 7). A FC, a FV e o FM apresentaram valores superiores em energia digestível quando comparados com a FP, e os demais farelos (Tabela 7). Entretanto, com exceção da FM, não foi observada diferenças significativas entre os farelos e a FP.

Semelhante à PD, o EED apresentou, em sua maioria, valores diferentes entre si, apresentando valores significativamente decrescentes da FC, FV, FP, FT não diferindo do FM e diferindo do FA respectivamente. Os ingredientes de origem animal apresentaram valores de EED significativamente maiores em relação aos ingredientes de origem vegetal.

As variáveis físicas e químicas da água (temperatura, oxigênio dissolvido, pH, salinidade e amônia tóxica) mantiveram-se, no decorrer do experimento, dentro dos limites ótimos para o cultivo de *Rachycentrum canadum*, segundo Benetti et al. (2008b), não havendo intercorrências que possam ter prejudicado o a mensuração dos coeficientes de digestibilidade aparentes.

Os valores de CDA da MS, PB, EB e EE para FP foram elevados (81,19%; 87,25%; 86,18% e 91,86%), mas foram considerados baixos em comparação com CDAs relatados para bijupirás juvenis (10g) que tiveram CDAs para FP de 87,56%; 96,27%; 95,46% e 95,86% para MS, PB, EB e EE, respectivamente (ZHOU et al, 2004). Todos estes CDAs foram maiores do que os registrados para o bijupirá em fase de crescimento (500g \pm 229,4), e isso pode ser explicado pelo possível uso de uma FP de melhor qualidade nesses ensaios.

Os valores de CDA_{PB} aqui registrados foram superiores aos relatados por Silva (2012), que observou em surubins um CDA da PB de 78,6% e um valor de PD de 52,1%, inferior ao valor da PD da FP para bijupirá em crescimento observado nesse ensaio, que foi de 57,4% (Tabela 7). Semelhante ao que foi descrito por Laining et al. (2003) para garoupa (*Cromileptes altivelis*), no qual também foram identificados valores inferiores do CDA da FP, 59,10%; 82,40% e 77,20% para MS, PB e EB respectivamente.

O CDA da PB e EB da FP para peixes carnívoros de diferentes classes de peso variam de acordo com o tamanho do peixe e da fonte da FP. Para juvenis de dourado (*Salminus brasiliensis*; 19,5 g), Borghesi et al. (2009) registrou uma CDA de 94,3% e 91% para PB e EB, respectivamente. Para juvenis em crescimento de bodião (*Sebastes Schlegeli*; 300 g), CDA de 88% e 90% para PB e EB, respectivamente, foram relatados por LEE (2002). Em juvenis de robalo híbrido (*Morone saxatilis* x *Morone chrisops*; 50 g) observou-se CDA de 88,23% e 95,56% para PB e EB, respectivamente (SULLIVAN e REIGH, 1995); já para Garoupas juvenis (*Epinephelus coioides*; 12 g) CDA de 89,92% e 93,27% para PB e EB, respectivamente (LIN et al, 2004). Juvenis de pargos (*Sparus latus*; 41 g) obtiveram CDA para PB e EB de 86,4% e 93,6%, respectivamente, utilizando-se FP (WU et al, 2006). No entanto, independentemente de idade, classe de peso e qualidade do ingrediente, o bijupirá em crescimento aparentemente digeriu a FP com menos eficiência do que outros peixes carnívoros marinhos.

A digestibilidade da FCO para MS, PB e EB para bijupirá em crescimento (86,61%; 93,40% e 92,89%, respectivamente) foram superiores aos relatados para bijupirás juvenis (60,42%; 87,21% e 90,37%, respectivamente), porém quando se compara o CDA do EE percebe-se valores semelhantes de 91% (ZHOU et al., 2004). Em contraste, valores mais baixos para o CDA da PB e EB da FCO foram determinados para o robalo vermelho (*Sciaenops ocellatus*), 74,06% e 54,09%, respectivamente, (McGOOGAN e REIGH, 1996); robalo híbrido (*Morone saxatilis* x *Morone chrisops*; 50 g) em média um CDA de 66,38%; 73,0% e 79,79% para MS, PB e EB (SULLIVAN e REIGH, 1995); para juvenis em crescimento de bodião (*Sebastes Schlegeli*; 300 g) teve um CDA de 90,0% e 90,0% para PB e EB (LEE, 2002); para dourados juvenis (*Salminus brasiliensis*; 33,51g) tem-se 91,80% e 88,15% de CDA da PB e EB da FCO (BRAGA, 2008). Estes resultados dos CDA_{PB} e CDA_{EB} da FCO podem estar relacionados com a variação da qualidade deste ingrediente, que podem apresentar diferenças na proporção de osso, um material menos digestível do que a carne (NRC, 2011).

O valor do CDA_{PB} de FV para bijupirá em crescimento foi semelhante aos relatados para juvenis de bijupirá (ZHOU et al. 2004), dourado (BORGHESI et al. 2009), salmão, *Oncorhynchus kisutch*, e truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*, (SUGIURA et

al. 1998), 90,9%; 91,3%; 94,2; e 95,9% respectivamente. No entanto, os valores foram superiores aos relatados para pintado, *Pseudoplatystoma coruscans*, (GONÇALVES e CARNEIRO, 2003), robalo híbrido, *Morone chrysops* x *M. saxatilis*, (THOMPSON et al. 2008) e achigã, *Micropterus salmoides*, (PORTZ e CYRINO, 2004), 61,6%; 75,2%; 81,5%, respectivamente.

Os valores do CDA_{EB} se aproximaram aos relatados para dourado (BORGHESI et al., 2009) e bijupirá (ZHOU et al., 2004), 90,3% e 90,6%, respectivamente. No entanto, valores menores foram relatados para achigã (PORTZ e CYRINO, 2004) e semelhantes para pintado (GONÇALVES e CARNEIRO, 2003), 85,2% e 49,0% respectivamente. A composição química da FV utilizada nos estudos citados foi semelhante ao de FV utilizada neste estudo. As diferenças na digestibilidade dos nutrientes pelo bijupirá em crescimento podem estar associadas ao processo de fabricação do ingrediente e processamento das dietas, pois o calor empregado no processamento da FV pode causar danos aos aminoácidos, afetando a disponibilidade desses nutrientes, (ALLAN et al., 2000). Bureau et al. (2007) relataram que as diferenças na digestibilidade de proteína e energia da farinha de pena registradas para a truta arco-íris (81% e 87%, e 76% e 80%, respectivamente) pode ser um resultado do processo de secagem.

Foram observados em todos os tratamentos em que os ingredientes testados eram de origem vegetal que o consumo das rações foi menor e o número de regurgitações observadas foi maior, podendo esse comportamento estar associado à palatabilidade dessas rações. Uma das principais causas da baixa palatabilidade em dietas para organismos aquáticos ocorre quando ingredientes de origem animal são substituídos por ingredientes vegetais (SILVA JUNIOR et al., 2011). A palatabilidade das dietas é normalmente estimada por meio do consumo alimentar, e geralmente observa-se uma relação inversa entre o consumo das dietas e a porcentagem de inclusão dos ingredientes vegetais, o que explica a queda no consumo alimentar quando a FP foi substituída, mesmo que parcialmente, por ingredientes vegetais (DIAS et al., 1997; GOMES et al., 1995), como é o caso do presente estudo.

O CDA_{PB} do FS para bijupirá em crescimento foram próximos dos registrados para robalo híbrido, *Morone chrysops* x *M. saxatilis*, (THOMPSON et al., 2008), garoupa, *Epinephelus coioides*, (LIN et al., 2004), Salmão prateado, truta arco-íris (SUGIURA et al., 1998), robalo vermelho, *Sciaenops ocellatus*, (McGOOGAN e

REIGH 1996), 84,03%; 83,97%; 74,7%; 71,2% e 80,24% respectivamente, sendo inferior aos resultados encontrados por Zhou et al (2004) os quais relataram um CDA da MS, PB, EB e EE do FS para o bijupirá juvenil de 87,6%; 96,3%; 95,9% e 95,5% respectivamente.

Em comparação com outros peixes carnívoros, ambas as espécies marinhas e de água doce, como o dourado (93,6g; BORGHESI et al., 2009), bacalhau da atlântico (98,6g; TIBBETTS et al., 2006), goraz, *Sparus latus*, (92,6g WU et al., 2006) e achigã, *Micropterus salmoides*, (94,3g; PORTZ e CYRINO, 2004), o bijupirá em crescimento registrou médias inferiores do CDA da PB, e superior ao pintado em relação à PB do FS (67,2%; GONÇALVES e CARNEIRO, 2003). Estes resultados distintos podem estar relacionados com a capacidade específica da espécie em usar ingredientes de proteína do FS.

O CDA do FT de todos os parâmetros avaliados foram superiores a 90%, demonstrando a facilidade da qual o bijupirá em crescimento apresentou em digerir o FT, semelhante ao que foi registrado para os CDA da PB em bodião, *Sebastes schlegeli* (LEE, 2002) e robalo (SULLIVAN e REIGH, 1995), 91,0% e 92,0% respectivamente. Valores mais baixos do CDA de EB e PB do FT foram registrados para pintado (53,2%; 48,7%), o que também demonstra que peixes carnívoros ictiófagos apresentaram limitações no uso do FT como fonte desses nutrientes (GONÇALVES e CARNEIRO, 2003). Mesmo em comparação com os resultados registrados para o onívoro pacu (*Piaractus mesopotamicus*) com CDA_{PB}: 87,7% de e o CDA_{EB} de 74,4%) por (ABIMORAD et al., 2008), os resultados aqui relatados são mais elevados, demonstrando a viabilidade de fato do uso do FT nas dietas para bijupirá em crescimento com base no CDA.

Comparando com os dados observados para o bijupirá em crescimento, Gonçalves e Carneiro (2003) e Khan (1994) encontraram para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) e o bagre tropical *Mystus nemurus*, valores inferiores dos CD para PB do FM (64,2% e 51,9%, respectivamente) e inferiores para o FA (13,4%) quando comparado com o pintado (GONÇALVES e CARNEIRO, 2003) e semelhante aos valores do CDA do FA registrado para o bagre *Mystus nemurus* (81,0%). Em relação aos coeficientes de digestibilidade da energia bruta, os mesmos autores encontraram resultados menores aos observados nesse estudo para o FM (65,0%;

63,40%) e para o FA (45,0%; 68,0%, respectivamente). Sendo registrados para o onívoro pacu um CDA_{PB} do FM semelhante ao registrado nesse estudo (85,8%) e um valor de CDA da EB inferior (75,8%) por Abimorad et al. (2008).

Para uma espécie marinha de hábito alimentar carnívoro como robalo vermelho, *Sciaenops ocellatus*, o CDA_{PB} (81,5%) é semelhantes aos encontrados para o bijupirá, de forma contrária, os CDAs para a EB (55,9%) foram piores (McGOOGAN e REIGH, 1996). Comparados com os resultados observados com o híbrido de robalo (*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*), os CDA da PB e da EB do FM determinados por Sullivan & Reigh (1995), foram menores: 86,7 e 40,6% respectivamente.

As diferenças entre os CDAs dos ingredientes testados e os resultados observados na literatura, provavelmente estão relacionadas com a habilidade de cada espécie em utilizar determinados nutrientes, podendo ser susceptíveis a fontes de variação como a idade e tamanho do peixe, composição química dos ingredientes testados, qualidade da matéria-prima e processamento a que esses ingredientes foram submetidos (diferentes temperaturas), tipo de ração referência (prática ou purificada), marcador utilizado (simplicidade de aplicação e precisão na metodologia de análise), equação utilizada para o cálculo da digestibilidade e metodologia de coleta das fezes, que pode subestimar ou superestimar o valor de CDA.

5. CONCLUSÃO

Os CDAs dos ingredientes de origem animal foram superiores aos de origem vegetal, contudo não ocorreu diferença para o CDA da EB e FDN entre fontes de origem animal e vegetal.

A Farinha de Peixe não é superior em relação aos CDAs para os ingredientes de outras fontes de origem animal.

O uso do Farelo de Trigo demonstra ser viável em dietas para bijupirá em crescimento com base nos CDAs.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conhecer a contribuição de alimentos de origens vegetais comumente utilizados como ingredientes de rações para peixes carnívoros é fundamental para alcançar formulações de baixo custo que podem levar a uma redução no custo de alimentação, fornecendo informações úteis para melhorar formulações de alimentos para esta espécie. Com base nos resultados dos CDAs dos ingredientes testados sugiro que todos podem ser úteis na formulação de dietas para bijupirá em crescimento.

O presente estudo é pioneiro em documentar a digestibilidade do bijupirá de um tamanho similar ao utilizado em operações comerciais de lotação inicial para o tamanho do mercado, deve fornecer informações valiosas para os aquicultores e os fabricantes de alimentação aquática no que se refere ao estágio de desenvolvimento em que o maior consumo de alimentação ocorre. Porém, faz-se necessário a realização de experimentos de digestibilidade aparente individual dos aminoácidos, que auxiliarão na obtenção de uma dieta balanceada, permitindo verificar a necessidade de suplementação com aminoácidos sintéticos.

Todas as dificuldades encontradas durante a pesquisa foram muito valiosas e contribuíram para minha formação pessoal e profissional.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMORAD, E.G.; SQUASSONI, G.H.; CARNEIRO, D.J. Apparent digestibility of protein, energy, and amino acids in some selected feed ingredients for pacu *Piaractus mesopotamicus*. **Aquaculture Nutrition**, 14, 374 – 380, 2008.

ALLAN, G.L.; PARKINSON, S.; BOOTH, M.A.; STONE, D.A.J.; ROWLAND, S.J.; FRANCES, J.; WARNES-SMITH, R. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I digestibility of alternative ingredients. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 186, p. 293-310, 2000.

ALLIOT, E.; PASTOREAUDT, A.; PELAEZ HUDLET, J.; METAILLER, R. Utilisation des farines végétales et des levures cultivées sur alcanes pour l'alimentation du bar (*Dicentrarchus labrax*). In: **World symposium finfish nutrition fishfeed technology**, 1978. Heenemann. Berlin: v. 2, p. 229-238, 1978.

ANDERSON, J.S.; LALL, S.P.; ANDERSON, D.M.; CHANDRASOMA, J. Apparent and true availability of amino acids from common feed ingredients for Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in sea water. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 108, p. 111-114, 1992.

ARENDRT, M.D.; OLNEY, J.E., LUCY, J.A. Stomach content analysis of cobia, *Rachycentron canadum*, from lower Chesapeake Bay. **Fishery Bulletin**, v.99, p.665-670, 2001.

ARNOLD,C.R.; KAISER,J.B.; HOLT, G.J. Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.33, p.205-208, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS (AOAC). Pepsin digestibility of animal protein feeds. In: **OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF AOAC INTERNATIONAL**, Virginia. Ed. Patricia Cunniff, cap. 4. p.15-16, 1995.

AUSTRENG, E. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of gastrointestinal tract. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 13, p. 265-272, 1978.

BALDISSEROTTO, B. e GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2ª ed. Santa Maria: Editora da UFSM. 608p. 2010.

BALOGUN, A.M.; FAGBENRO, O.A. Use of macadamia presscake as a protein feedstuff in practical diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture Research**, v. 26, p. 371-377, 1995.

BELAL, I.E.H. A review of some fish nutrition methodologies. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 96, p. 395-402, 2005.

BENETTI, D. D.; Marine fish aquaculture breakthroughs in the U.S., Caribbean. **Global Aquaculture Alliance Advocate**, v.6, p. 80-81, 2003.

BENETTI, D.; ORHUN, R.; ZINK I; CAVALIN, F.G.; SARDENBERG B.; PALMER, K.; DENLINGER, B.; BACCOAT D.; O'HANLON, B. Aquaculture of cobia (*Rachycentron canadum*) in the Americas and the Caribbean. In: I.-C. LIAO (ed), **Cobia Aquaculture**, p.20, 2007.

BENETTI, D.D.; ORHUN, M.R.; SARDENBERG, B.; O'HANLON, B.; WELCH, A.; HOENIG, R.; ZINK, I.; RIVERA, J.A.; DENLINGER, B.; BACCOAT, D.; PALMER, K.; CAVALIN, F. Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus). **Aquaculture Research**, v.39, p. 701-711. 2008a.

BENETTI, D.D.; SARDENBERG, B.; WELCH, A. et al. Intensive larval husbandry and fingerling production of cobia *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, v.281, p.22-27, 2008b.

BENETTI, DD, B O'HANLON, JA RIVERA, AW WELCH, C MAXEY, MR ORHUN. Growth rates of cobia (*Rachycentron canadum*) cultured in open ocean submerged cages in the Caribbean. **Aquaculture**, v. 302, p.195-201. 2010.

BEVERIDGE, M.C.M., LITTLE, D.C. The history of aquaculture and traditional societies. In: Costa-Pierce, B.A. (ed.), Ecological aquaculture: The evolution of the blue revolution, **Oxford: Blackwell Science**. p. 1-29, 2002.

BIESIOT, P.M.; CAYLOR, R.E.; FRANKS, J.S. Biochemical and histological changes during ovarian development of cobia, *Rachycentron canadum*, from the northern Gulf of Mexico. **Fishery Bulletin**, v.92, p. 686-696. 1994.

BLAABJERG, K., CARLSSON, N-G., HANSEN-MOLLER, J., POULSEN, H.D. Effect of heat-treatment, phytase, xylanase and soaking time on inositol phosphate degradation *in vitro* in wheat, soybean meal and rape- seed cake. **Animal Feed Science and Technology**, v.162, p. 123–134. 2010.

BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. 03/2012. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades – BNDES Setorial 35, p. 421 – 463. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/>>

BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K.; CYRINO, J.E.P. Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for dourado *Salminus brasiliensis*. **Aquaculture Nutrition**, v. 15, p.453– 458, 2009.

BOUJARD, T.; MÉDALE, F. Regulation of voluntary feed intake in juvenile rainbow trout fed by hand or by self-feeders with diets containing two different protein/energy ratios. **Aquat. Living Resour.**, v.7, p.211-215, 1994.

BOTARO, D. et al. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.3, p. 517-525, 2007.

BRAGA, L. G. T. ; BORGHESI, R.; Apparent digestibility of ingredients in diets for *Salminus brasiliensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 271-274, 2008.

BRASIL. **Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura** – Brasil 2008-2009. Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília. 99p. 2010.

BRASIL. **Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura** – Brasil 2010. Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília. 128p. 2012.

BRASIL. **Estatística da pesca** - 2007 - Brasil. Ministério do Meio Ambiente, IBAMA Coordenação-Geral de Gestão de Recursos Pesqueiros. Brasília. 113p. 2007.

BREMER NETO, H.; GRANER, C. A. F.; PEZZATO, L. E. et al. Determinação de rotina do crômio em fezes, como marcador biológico, pelo método espectrofotométrico ajustado da 1,5-difenilcarbazida. **Ciência Rural**, v.35, p.691-697, 2005.

BRIGGS, J.C. Fishes of Worldwide (Circumtropical) Distribution. *Copeia*, v. 1, n. 3, p. 171-180, 1960.

BROWN-PETERSON, N.J.; OVERSTREET, R.M.; LOTZ, J.M.; FRANKS, J.S.; BURNS, K.M. Reproductive biology of cobia, *Rachycentron canadum*, from coastal waters of the southern United States. **Fishery Bulletin**, 99: 15–28. 2001.

BUREAU, D.P.; HARRIS, A.M.; CHO, C.Y. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 180, p. 345-358, 1999.

BURR, G. S.; WOLTERS, W. R.; BARROWS, F. T.; HARDY, R. W. Replacing fish meal with blends of alternative proteins on growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), and early or late stage juvenile Atlantic salmon (*Salmo solar*). **Aquaculture**, 334-337, p.110-116, 2012.

COSTA-BOMFIM, C. N.; PESSOA, W. V. N.; OLIVEIRA, R. L. M.; FARIAS, J. L.; DOMINGUES, E. C.; HAMILTON, S. AND CAVALLI, R. O. The effect of feeding frequency on growth performance of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). **Journal of Applied Ichthyology**. v. 30, p. 135–139. February 2014.

CAMPESTRINI, E. Farinha de carne e ossos. Revista Eletrônica **Nutritime**, v.42, p. 221-234, 2005.

CARVALHO FILHO, A. Peixes da Costa brasileira. 3ª ed. São Paulo: **Ed. Melro**. 320p. 1999.

CARVALHO FILHO, J. O êxito da primeira desova do bijupirá. **Panorama da Aquicultura**, v.16(97), p.40-45. 2006.

CAVALLI, R.O. e GARCIA, A.S. Exigências nutricionais e alimentação do beijupirá. In: FRACALOSSI, D.M. e CYRINO, J.E.P. Nutriaqua - Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Florianópolis, Brasil: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática - **Aquabio**. p.269-282. 2012.

CAVALLI, R.O.; DOMINGUES, E. C. de; HAMILTON, S. Desenvolvimento da produção de peixes em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Belo Horizonte, v.406, p.155-164. 2011.

CAVALLI, R.O.; HAMILTON, S. A piscicultura marinha no Brasil - Afinal, quais as espécies boas para cultivar? **Panorama da Aquicultura**, v.17, 104, p. 50-55, 2007.

CAVALLI, R.O.; HAMILTON, S. Piscicultura marinha no Brasil com ênfase na produção do beijupirá. **Revista Brasileira Reprodução Animal**. Belo Horizonte, n.6, p.64-69, 2009.

- CHANG, D.; O cultivo de bijupirá em Taiwan. **Panorama da aquicultura**, v.13, n.79, p. 43-49. Rio de Janeiro, 2003.
- CHEN, B.S. Studies on the net-cage culture and diseases control technology of cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus). Asian Fisheries Book of Abstracts. **Asian Fisheries Society**, Manila, Philippines, 2001.
- CHEN, H.Y. e LIAO, I.C. Nutritional research and feed development in cobia: status and prospects. In: LIAO, I.C. e LEAÑO, E.M. Cobia aquaculture: research, development and commercial production. Taiwan: **Asian Fisheries Society**. p.89-96. 2007.
- CHO, C.Y.; BUREAU, D.P. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 32, suppl. 1, p. 349-360, 2001.
- CHO, S.Y.; SLINGER, S.J. Apparent digestibility measurements in feedstuffs for rainbow trout. In: HALVER, J.E.; TIEWS, K. (Ed.). *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*. Berlin: Heenemann, p. 234-247, 1979.
- CHONG, A.S.C.; HASHIM, R.; ALI, A.B. Assesment of dry matter and protein digestibilities of selected raw ingredients by discus fish (*Symphysodon aequifasciata*) using *in vivo* and *in vitro* methods. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 8, p. 229-238, 2002.
- CHOU, R.L.; SU, M.S.; CHEN, H.Y. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, 193, p. 81-89, 2001.
- CHOUBERT, G.; De la NOUE, J.; LUQUET, P. Digestibility in fish: Improved device for the automatic collection of feces. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 29, p. 185-189, 1982.

COLLETE, B.B. *Rachycentridae*. Cobia. In: CARPENTER, K.E. FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the western central Atlantic. v. 3: Bony fishes part 2 (*Opistognathidae to Molidae*), sea turtles and marine mammals. Roma: FAO. p.1420-1421. 2002.

CRAIG SR, SCHWARZ MH, MCLEAN E. Juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) can utilize a wide range of protein and lipid levels without impacts on production characteristics. **Aquaculture**, v.261, p.384-391, 2006.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y. BORGUESI, R.; DAIRIKI, J.K. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, supl. especial, p.68-87, 2010.

DABROWISK, K.; PORTELLA, M.C. Feeding plasticity and nutritional physiology in tropical fishes. In: VAL, A.L.; ALMEIDA-VAL, V.M.F.; RANDALL, D. Fish physiology: volume 21, **The physiology of tropical fishes**. Amsterdam: Elsevier, p.155-209, 2006.

DARRACOTT, A. Availability, morphometrics, feeding and breeding activity in a multispecies, demersal fish stock of the western Indian Ocean. **Journal of Fish Biology**, v.10, p. 1-16. 1977.

DE LA NOUE, J.; CHOUBERT, G.; PAGNIEZ, B.; BLANC, J.M.; LUQUET, P. Digestibilité chez la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri*) lors de l'adaptation à nouveau régime alimentaire. Canadian. **Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 37, p. 2218-2224, 1980.

DE SILVA, S.S.; GUNASEKERA, R.M.; GOOLEY, G. Digestibility and amino acid availability of three protein-rich ingredient-incorporated diets by Murray cod, *Maccullochella peelii* (Mitchell) and the Australian shortfin eel *Anguilla australis* Richardson. **Aquaculture Research**, v.31, p. 195-205, 2000.

DE SILVA, S.; ANDERSON, T.A. **Fish nutrition in aquaculture**. London: Chapman & Hall, 319 p. 1995.

DIAS, J.; GOMES, E.F.; KAUSHIK, S.J. Improvement of feed intake through supplementation with an attractant mix in European seabass fed plant-protein rich diets. **Aquat. Living Resour.**, v.10, p. 385-389, 1997.

DOMINGUES, E.C.; PEREGRINO JR., R.B.; SANTOS, J.C.P.; SEVERI, W.; HAZIN, F.H.V.; HAMILTON, S. Biologia reprodutiva do beijupirá, *Rachycentron canadum*, capturado no litoral de Pernambucano. In: **Congresso Latino-Americano De Ciências do Mar 12**, Florianópolis, 15-19/abr./2007.

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

ESCAFFRE, A., KAUSHIK, S., MAMBRINI, M. Morphometric evaluation of changes in the digestive tract of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) due to fish meal replacement with soy protein concentrate. **Aquaculture**, 273: 127–138. 2007.

EZQUERRA, J.M., GARCÍA-CARREÑO, F.L., CIVERA, R., HAARD, N.F. pH-stat method to predict digestibility *in vitro* in white shrimp *Penaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 157, p. 249-260, 1998.

FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations), 2013: Cultured Aquatic Species Information Programme – *Rachycentron canadum*. Disponível em: www.fao.org/fishery/culturedspecies/Rachycentron_canadum/en

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). The State of World Fisheries and Aquaculture 2010. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Roma: FAO. 197 p, 2010.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). The State of World Fisheries and Aquaculture 2012. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Roma: FAO. 209 p, 2012.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). The State of World Fisheries and Agriculture - 2014.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Fisheries and Aquaculture Department, Statistic and Information Service. FishStatJ: Universal software for fishery statistical time series. Copyright 2011.

FAULK CK, HOLT GJ. Responses of cobia *Rachycentron canadum* larvae to abrupt or gradual changes in salinity. **Aquaculture**, v.254, p.275-283, 2006.

FAULK, C.K., HOLT, G.J. Lipid nutrition and feeding of cobia *Rachycentron canadum* larvae. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.34, p. 368-378, 2003.

FELIX, F.C. e HACKRADT, C.W. Interaction between *Rachycentron canadum* and *Epinephelus itajara*, on the Paraná coast, Brasil. **Coral Reefs**, v. 27, p. 633. 2008.

FIGUEIREDO, J.L. e MENEZES, N.A. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei (2). São Paulo: Museu de Zoologia da USP. 90p. 1980.

FINES, B.C. e HOLT, G.J. Chitinase and apparent digestibility of chitin in the digestive tract of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, v.303, p. 34-39. 2010.

FRANKS JS, OGLE JT, LOB JM, NICHOLSON LC, BARNES DN, LARSEN KM. Spontaneous spawning of cobia, *Rachycentron canadum*, induced by human chorionic gonadotropin (HCG), with comments on fertilization, hatching, and larval development. **Proc Gulf Caribb Fish Inst**, v.52, p.598-609, 2001.

FRANKS, J.S., GARBER, N.M., WARREN, J.R. Stomach contents of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, from the northern Gulf of Mexico. **Fishery Bulletin**, v. 94, p. 374–380, 1996.

FRANKS, J.S.; WARREN, J.R.; BUCHANAN, M.V. Age and growth of cobia, *Rachycentron canadum*, from the northeastern Gulf of Mexico. **Fishery Bulletin**, v.97, p.459-471. 1999.

FRASER, T.W.K., DAVIES, S.J. Nutritional requirements of cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus): a review. **Aquaculture Research**, v.40, p. 1219-1234, 2009.

FURUYA, W.M. Digestibilidade aparente de aminoácidos e substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína do farelo de soja com base no conceito de proteína ideal em rações para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Botucatu, FMVZ/UENSP, 2000. 69 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

FURUYA, W.M. Tabelas Brasileiras para a Nutrição de tilápias. p.19, 2010.

GATLIN, D.G.; BARROWS, F.T.; BROWN, P.; DABROWSKI, K.; GAYLORD, G.T.; HARDY, R.W.; HERMAN, E.; HU, G.; KROGDAHL, A.; NELSON, R.; OVERTURE, K.; RUST, M.; SEALEY, W.; SKONBERG, D.; SOUZA, E.J.; STONE, D.; WILSON, R.; WURTELE, E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, v.38, p. 551-579, 2007.

GAYLORD, T.G., GATLIN III, D.M. Determination of digestibility coefficients of various feedstuffs for red drum (*Sciaenops ocellatus*). **Aquaculture**, v. 139, p.303–314, 1996.

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

GLINDEMANN, T.; TAS, B.M.; WANG, C. et al. Evaluation of titanium dioxide as an inert marker for estimating faecal excretion in grazing sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 152,n.3-4, p.186-197, 2009.

GODDARD, J.S.; McLEAN, E. Acid-insoluble ash as an inert reference material for digestibility studies in tilapia (*Oreochromis aureus*). **Aquaculture**, v. 194, p. 93-98, 2001.

GOMES, E.F.; REMA, P.; KAUSHIK, S.J. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. **Aquaculture**, v.130, p.177-186, 1995.

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

GONÇALVES, G.S.; L.E. PEZZATO, M.M. BARROS, D.R. ROCHA, G.K. KLEEMANN, E M.J. SANTA ROSA. 2009b. Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para tilápia do Nilo. *Boletim do Instituto de Pesca* 35: 201-213b.

GUIMARÃES, I.G; L.E. PEZZATO, and M.M. BARROS. 2008b. Amino acid availability and protein digestibility of several protein sources for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Nutrition* 14: 396-404.

GRANER, C. A. F. Determinação do cromo pelo método colorimétrico da difenilcarbazida. 1972, 112 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 1972.

GRANT, G.S. e FERRELL, D. Leatherback turtle, *Dermochelys coriacea* (Reptilia: Dermochelidae): Notes on near-shore feeding behavior and association with cobia. **Brimleyana**, v. 19, p. 77-81. 1993.

HAJEN, W.E.; HIGGS, D.A.; BEAMES, R.M.; DOSANJH, B.S. Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water.1. Validation of technique. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 112, p. 321-332, 1993a.

HAJEN, W.E.; HIGGS, D.A.; BEAMES, R.M.; DOSANJH, B.S. Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water.2. Measurement of digestibility. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 112, p. 333-348, 1993b.

HAMILTON, S. ; SEVERI, William ; CAVALLI, R. O. Biologia e Aquicultura do Beijupirá: uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 39, p. 461-477, 2013.

HARDY, R.W. Farmed fish diet requirements for the next decade and implications for global availability of nutrients. In: Lim, C. Webster, C.D.; Lee, C. S. (eds). Alternative protein sources in aquaculture diets. Nova York. **The Haworth Press**. p. 1-16, 2008.

HARDY, R.W.; BARROWS, F.T. Diet formulation and manufacture. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Eds.). Fish Nutrition, 3.ed.. New York: **Academic**. p.505-600, 2002.

HASSLER, W.W. e RAINVILLE, R.P. Techniques for hatching and rearing cobia, *Rachycentron canadum*, through larval and juvenile stages. University of North Carolina Sea Grant Program Publication, Raleigh, USA. UNC-SG-75-30. 26p. 1975.

HEIKKINEN, J., VIELMA, J., KEMILÄINEN, O., TIROLA, M., ESKELINEN, P., KIURU, T., NAVIA-PALDA- NIUS, D., VON WRIGHT, A. Effects of soybean meal based diet on growth performance, gut histopathology and intestinal microbiota of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 261, p.259–268. 2006.

HEMRE G-I., MOMMSEN T.P. & KROGDAHL. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. **Aquaculture Nutrition**, v.8, p.175-194, 2002.

HOLT, G.J.; FAULK, C.; SCHWARZ, M. A review of the larviculture of cobia *Rachycentrom canadum*, a warmwater marine fish. **Aquaculture**, v.268, p.181-187, 2007.

HUANG, C.-T., MIAO, S., NAN, F.-H., JUNG, S.-M. Study on regional production and economy of cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture. **Aquaculture International**, v. 19, p. 649–664, 2011.

IBAMA [Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis]. Estatística da Pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades da federação. Brasília: IBAMA. 174 p, 2006.

KAISER, J.; HOLT, G.J. Cobia: A new species for aquaculture in the US. **World Aquaculture Magazine**, v.35, p.12-13, 2004.

KAISER, J.B., G.J. HOLT. Species Profile Cobia. Southern Regional **Aquaculture Center Publication**, n.7202, p.6, 2005.

KAUSHIK, S. J.; SEILIEZ, I. Protein and amino acid nutrition and metabolism in fish: current knowledge and future needs, **Aquaculture Research**, 41, p. 322-332. 2010.

KHAJEPOUR, F., HOSSEINI, S.A. Citric acid improves growth performance and phosphorus digestibility in Beluga (*Huso huso*) fed diets where soybean meal partly replaced fish meal. **Animal Feed Science and Technology**, v. 171, p. 68–73, 2012.

KIM, J-D.; TIBBETTS, S.M.; MILLEY, J.E.; LALL, S.P. Effect of the incorporation level of herring meal into test diet on apparent digestibility coefficients for protein and energy by juvenile haddock, *Melanogrammus aeglefinus* L. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 258, p. 479-486, 2006.

KNAPP, F.T. Food habits of the sergeantfish, *Rachycentron canadus*. **Copeia**, 1951(1): p.101-102. 1951.

KOWALSKA, A., ZAKĘŚ, Z., JANKOWSKA, B., SIWICKI, A. Impact of diets with vegetable oils on the growth, histological structure of internal organs, biochemical blood parameters, and proximate composition of pikeperch *Sander lucioperca* (L.). **Aquaculture**, v.301, p. 69–77, 2010.

KROGDAHL, A.; PENN, M.; THORSEN, J.; REFSTIE, S.; BAKKE, A. M. Important antinutrients in plant feedstuffs for aquaculture: an update on recent findings regarding responses in salmonids. **Aquaculture Research**, v.41, p. 333-344, 2010.

LAINING, A.; RACHMANSYAH; AHMADA, T.; WILLIAMS, K. Apparent digestibility of selected feed ingredients for humpback grouper, *Cromileptes altivelis*, **Aquaculture**, v. 218, p. 529-38, 2003.

LEE, S.M. Apparent digestibility coefficients of various feed ingredients for juvenile and grower rockfish (*Sebastes schlegeli*). **Aquaculture**, v. 207, p.79–95, 2002.

LIAO I.C., LEAÑO E.M. Cobia aquaculture: research, development and commercial production. Taiwan: **Asian Fisheries Society**, 178p. 2007.

LIAO, I.C.; HUANG, T.S.; TSAI, W.S.; HSUEH, C.M.; CHANG, S.L.; LEAÑO, E.M. Cobia culture in Taiwan: current status and problems. **Aquaculture**, v. 237, p. 155-165. 2004.

LIED, E.; JULSHAMN, K.; BRAEKKAN, O.R. Determination of protein digestibility in Atlantic cod (*Gadus morhua*) with internal and external indicators. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.39,n.6,p.854-861, 1982.

LIN J.H., CHEN T.Y., CHEN M.S., CHEN H.E., CHOU R.L., CHEN T.I., SU M.S., YANG H.L. Vaccination with three inactivated pathogens of cobia (*Rachycentron canadum*) stimulates protective immunity. **Aquaculture**, v.255, p.125-132, 2006.

LIN, H.; LIU, Y.; TIAN, L.; WANG, J.; ZHENG, W.; HUANG, J.; CHEN, P. Apparent digestibility coefficients of various feed ingredients for grouper *Epinephelus coioides*. **Journal World Aquaculture. Soc.**, **35**, 134–142, 2004.

LIU, K., WANG, X. J., AI, Q., MAI, K., ZHANG, W. Dietary selenium requirement for juvenile cobia, *Rachycentron canadum* L. **Aquaculture Research**, v. 41, p.594-601, 2010.

LOPES, P.R.D.; OLIVEIRA-SILVA, J.T.; SENA, M.P. Ocorrência de *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) (Actinopterygii: Rachycentridae) na Baía de Todos os Santos, Estado da Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, 1(1): 56-59, 2001.

LOTZ, J.M.; OVERSTREET, R.M.; FRANKS, J.S. Gonadal maturation in the cobia, *Rachycentron canadum*, from the northcentral Gulf of Mexico. **Gulf Research Reports**, v.9, p.147–159. 1996.

LOVELL, R.T. Nutrition and feeding of fish. New York: **Van Nostrand Reinhold**, 260p. 1989.

LU, C.H. e KU, C.C. Effects of shrimp waste meal on growth performance and chitinase activity in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture Research**, v. 44, p. 1190-1195. 2013.

LUZ, R. K; SALARO, A.L.; SILVA T. S. C.; REIS, A.; SAKABE, R. Desenvolvimento de alevinos de trairão alimentados com dietas artificiais em tanques de cultivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, 2001.

MACH, D.T.N., NGUYEN, M.D., NORTVEDT, R. Effects on digestibility and growth of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) fed fish or crab silage protein. **Aquaculture Nutrition**, v. 16, p. 305-312, 2010.

MAI, K., XIAO, L., AI, Q., WANG, X., XU, W., ZHANG, W., LIUFU, Z., REN, M. Dietary choline requirement for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, v. 289, p. 124–128, 2009.

MANICKCHAND-HEILEMAN, S.; Flüs, J.; Species composition and seasonality of coastal demersal fish stock in Trinidad, West Indies. *Caribb. Mar. Stud.* 1: p.1-21, 1990.

MARTÍNEZ-LLORENS, S., BAEZA-ARIÑO, R., NO- GALES-MÉRIDA, S., JOVER-CERDÁ, M., TOMÁS-VIDA, A. Carob seed germ meal as a partial substitute in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) diets: amino acid retention, digestibility, gut and liver histology. **Aquaculture**, 338–341: 124–133. 2012.

MAYNARD, L.A. & LOOSLY, J.K. **Nutrição Animal**. Rio de Janeiro: McGraw Hill, 1966.

McGOOGAN, B.B. & REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. **Aquaculture**, v. 141, p. 233–244, 1996.

MELO, F. V. S. T. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de bijupirás (*Rachycentron canadum*) juvenis selvagens, criados em cativeiro e adultos selvagens. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – Bahia, 2008.

MEYER, G.H. e FRANKS, J.S. Food of cobia *Rachycentron canadum* from the northcentral Gulf of Mexico. **Gulf Research Report**, v. 9, p. 161-167. 1996.

MIAO, S.; JEN, C. C.; HUANG, C. T.; HU, S. H.: Ecological and economic analysis for cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture in Taiwan. **Aquacult. Int.** v. 17, p.125–141, 2009.

MINISTERIO DA PESCA E AQUICUTURA (MPA). Coleta de dados da produção de pesca e aquicultura relativa ao exercício de 2013. Disponível em: <<http://mpa.gov.br>>, acesso em 24/09/2014.

MONFORTE-BRAGA G.; SARMIENTO-FRANCO L.; CAPETILLO-LEAL C.; SANTOS-RICALDE R.; SEGURA-CORREA J. Comparison of two dietary markers in the determination of amino acid digestibility in some foodstuffs for growing broiler chickens. **Interciencia**, v.31, n.12, p.876-880, 2006.

MONTAÑO-VARGAS, J.; SHIMADA, A.; VÁSQUEZ, C.; VIANA, M.T. Methods of measuring feed digestibility in the Green abalone (*Haliotis fulgens*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.213, p. 339-346, 2002.

MORALES, A.E.; CARDENETE, G.; SANZ, A. et al. Re-evaluation of crude fiber and acid-insoluble ash as intermarkers, alternative to chromic oxide, in digestibility studies with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.179, p.71-79, 1999.

MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2010, Brasília, 2012.

MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura – Brasil 2008-2009. Brasília, DF, Brasil: Ministério da Pesca e Aquicultura. 99 pp, 2011.

MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGHUGU, V. et al. Excretion patterns of titanium dioxide and chromic oxide in duodenal digesta and feces of ewes. **Small Ruminant Research**, v.63, n.1-2, p.135-141, 2006.

NAGEL, F., DANWITZ, A., TUSCHE, K., KROECKEL, S., BUSSEL, C.G.J. SCHLACHTER, M., ADEM, H., TRESSEL, R.P., SCHULZ, C. Nutritional evaluation of rapeseed protein isolate as fish meal substitute for juvenile turbot (*Psetta maxima L.*) — Impact on growth performance, body composition, nutrient digestibility and blood physiology. **Aquaculture**, 356–357: 357–364. 2012.

NAYLOR, R.L.; GOLDBURG, R.J.; PRIMAVERA, J.H.; KAUTSKY, N.; BEVERIDGE, M.C.M.; CLAY, J.; FOLKE, C.; LUBCHENCO, J. MOONEY, H.; TROEL, M. Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature**, v. 405, p. 1017-1024. 2000.

NHU, V.C., NGUYEN, H.Q., LE, T., TRAN, M.T., SORGELOOS, P., DIERCKENS, K., REINERTSEN, H., KJORSVIK, E., SVENNEVIG, N. Cobia *Rachycentron canadum* aquaculture in Vietnam: recent developments and prospects. **Aquaculture**, v. 315, p.20–25, 2011.

NOSE, T. On the digestion of food protein by gold-fish (*Carassius auratus* L.) and rainbow trout (*Salmo irideus*). **Bulletin of Freshwater Fisheries Research Laboratory**, v.10, p.11-22, 1960.

NRC (National Research Council). Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. Washington D.C.: **The National Academies Press**. 376 p, 2011.

NUNES, A.J.P., MADRID, R.M. Desmistificando a piscicultura marinha: a experiência do Vietnã. **Panorama da Aquicultura**, v. 23, p.14-23, 2013.

NUNES, A. J. P. (editor). Ensaio com o Beijupirá: *Rachycentron canadum*. Resultados e experiências do Projeto Nutrição, Sanidade e Valor do Beijupirá, *Rachycentron canadum*, cultivado no Nordeste do Brasil. Fortaleza: Ministério da Pesca e Aquicultura / CNPQ / **Universidade Federal do Ceará**. 352 p., 2014.

OLVERA-NOVOA, M.; OLIVERA-CASTILLO, L.; MARTÍNEZ-PALACIOS, C. A. Sunflower seed meal as protein source in diets for *Tilapia rendali* (Boulanger, 1896) fingerlings. **Aquaculture Research**, v. 33, p. 223-229, 2002.

OSTRENSKY, A. e BOEGER, W. A. Principais problemas enfrentados atualmente pela aquicultura Brasileira. In: OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer. Brasília: FAO. p.135-158. 2008.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M.; PINTO, L. G. Q. FURUYA, W. M.; PEZZATO, A. C. Avaliação de dois métodos de determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente com a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scient. Anim. Sci.** v. 3, p. 695-69, 2002.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M.; PINTO, L. G. Q. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v.26, n.3, p.329-337, 2004.

PISO, W. e MARCGRAVE, G. *Historia Naturalis Brasiliae*. Leiden: Franciscus Hack. Amsterdam: **Ludovicus Elzevier**. 452p. 1648.

PORTZ, L. Utilização de diferentes fontes protéicas em dietas formuladas pelo conceito de proteína ideal para o “black bass”• (*Micropterus salmoides*). 2001, 111 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

PORTZ, L.; CYRINO, J.E.P. Recentes Avanços na Nutrição e Alimentação de Peixes Carnívoros. In: HADDAD, C.M.; TAMASSIA, L.F.M.; CASTRO, F. G. F. (Org.). **Tópicos de Zootecnia**. Piracicaba: FEALQ. p. 431-446, 2000.

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

QUARTARO, N.; ALLAN, G. L.; BELL, J. D. Replacement fish meal in diets for Australian snapper, *Pagrus auratus*. **Aquaculture**, v. 166, p. 279-295, 1998.

RANDALL, J.E. e BISHOP, B.P. Food habits of reef fishes of the West Indies. **Studies in Tropical Oceanography**, v. 5, p. 665-847. 1967.

REN, M., AI, Q., MAI, K., MA, H., WANG, X. Effect of dietary carbohydrate level on growth performance, body composition, apparent digestibility coefficient and digestive enzyme activities of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* L. **Aquaculture Research**, v. 42, p.1467-1475, 2011.

RESLEY, M.J.; WEBB Jr., K.W.; HOLT, J.G. Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system. **Aquaculture**, v.253, p.398-407, 2006.

RODRIGUEZ-SERNA M.; OLVERA-NOVOA, M. A.; CARMONA-OSALDE, C. Nutritional value of animal by- product meal in practical diets for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L) fry. **Aquaculture Research**, v.27, p.67- 73, 1996.

ROMARHEIN, O.H., ZHANG, C., PENN, M., LIU, Y.- J., TIAN, L.-X., SKREDE, A., KROGDAHL, A., STOREBAKKEN, T. Growth and intestinal morphology in cobia (*Rachycentron canadum*) fed extruded diets with two types of soybean meal partly replacing fish meal. **Aquaculture Nutrition**, v. 14, p. 174–180, 2008.

ROUBACH R.; CORREIA E.S.; ZAIDEN S.; MARTINO R.C.; CAVALLI R.O. Aquaculture in Brazil. **World Aquacult**, v.34, p.28-35, 2003.

SAADIAH, I., ABOL-MUNAFI, A.M., CHE-UTAMA, C.M. Replacement of fishmeal in cobia (*Rachycentron canadum*) diets using poultry by-product meal. **Aquaculture International**, v.19, p.637–648, 2011.

SALES, J., BRITZ, P.J. Apparent and true availability of amino acids from common feed ingredients for South African abalone (*Haliotis midae* L.). **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 9, p. 55-64, 2003.

SALLUM, W.B. Óxido de crômio III como indicador externo em ensaios metabólicos para o matrinxã (*Brycon cephalus*). 2000. 116 p. Tese de Doutorado em Aquicultura - **Universidade Federal de Lavras**, Lavras-MG, 2000.

SALZE, G., MCLEAN, E., CRAIG, S.R. Dietary taurine enhances growth and digestive enzyme activities in larval cobia. **Aquaculture**, 362–363: 44–49, 2012.

SAKOMURA, N.K., ROSTAGNO, H.S., Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep, cap.2, p. 79, 2007.

SANCHES, E.G.; SCKENDORFF, R.W.V.; HENRIQUES, M.B.; FAGUNDES, L.; SEBASTIANI, E.F.; Viabilidade Econômica do Cultivo do Bijupirá (*Rachycentron canadum*) em Sistema Offshore. **Revista Informações Econômicas**, v.38, n. 12, 2008.

SARKER, M. S. A.; SATOH, S.; KAMATA, K.; HAGA, Y.; YAMAMOTO, Y. Partial replacement of fish meal with plant protein sources using organic acids to practical diets for juvenile yellowtail, *Seriola quinqueradiata*. **Aquaculture Nutrition**, v.18, p. 81-89, 2012.

SCHWARZ, M. et al. Status of cobia research and production; p.115-116 in **Proceedings of the 5th International Conference on Recirculating Aquaculture**, USA. Roanoke, (VA). p. 115-116. July 22-25, 2004.

SCHUBART, O. Investigações sobre os viveiros do Recife. Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de Pernambuco, 1(2): 153-176. 1936.

SHAFFER, R.V. e NAKAMURA, E.L. Synopsis of biological data on the cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae). FAO Fisheries Synopsis, 153. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report. Washington D.C. 21p. 1989.

SHORT, F.J.; GORTON, P.; WISEMAN, J. et al. Determination of titanium dioxide added as an inert marker in chicken digestibility studies. **Animal Feed Science and Technology**, v.59, p.215-221, 1996.

SILVA, D.J. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 166p.1990.

SILVA, J.E. Fisiocologia do camorim, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792). Estudo experimental em ambiente confinado. São Paulo. 101p. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 1976.

SILVA, T.S.C; MORO G.V., SILVA, T.B.A, DAIRIKI,J.K; CYRINO, J.E.P.; Digestibility of feed ingredients for the striped surubim *Pseudoplatystoma reticulatum*. **Aquaculture Nutrition**. 19 (4), 491-498, 2012.

SILVA JUNIOR, R.F. NOVA, W.V.; FARIAS, J.L.; COSTA-BOMFIM, C.N.; TESSER, M.B.; DRUZIAN, J.I.; CORREIA, E.S.; CAVALLI R.O. Substituição do óleo de peixe por óleo de soja em dietas para beijupirá (*Rachycentron canadum*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. vol.63, n.4, pp. 980-987, 2011.

SMITH, J.W. e MERRINER, J.V. Association of cobia, *Rachycentron canadum*, with cownose ray, *Rhinoptera bonasus*. **Estuaries**, v. 5(3), p. 240-242. 1982.

SMITH, R.R.; PETERSON, M.C.; ALEED, A.C. Effect of leaching on apparent digestion coefficients of feedstuffs for salmonids. **The Progressive Fish Culturist**, Bethesda, v. 42, p. 195-199, 1980.

SPYRIDAKIS, R.; METAILLER, R.; GABAUDAN, J.; RIAZA, A. Studies on nutrient digestibility in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). I. Methodological aspects concerning faeces collection. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 77, p. 61-70, 1989.

STOREBAKKEN, T.; SHEARER, K.D.; ROEM, A.J. Availability of protein, phosphorus and other elements in fish meal, soy protein concentrate and phytate-treated soy protein concentrate based diets to Atlantic salmon, *Salmo salar*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 161, p.365-379, 1998.

SUGIURA, S.H.; DONG, F.M.; RATHBONE, C.K.; HARDY, R. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. **Aquaculture**, v.159, p.177–202, 1998.

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.

SUN, L., CHEN, H., HUANG, L., WANG, Z., YAN, Y. Growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) relative to ration. **Aquaculture**, v. 257, p. 214–220, 2006.

TACON, A.G.J.; FORSTER, I. J. Aquafeeds and the environment: policy implications, **Aquaculture**, v.226, p. 181-189, 2003.

TACON, A.G.J.; METIAN, M. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. **Aquaculture**, v.285, p. 146-158. 2008.

THOMPSON, K.R.; RAWLES, S.D.; METTS, L.S.; SMITH, R.; WIMSATT, A.; GANNAM, A.L.; TWIBELL, R.G.; JOHNSON, R.; BRADY, Y.J. e WEBSTER, C.D. Digestibility of Dry Matter, Protein, Lipid, and Organic Matter of Two Fish Meals, Two Poultry By-product Meals, Soybean Meal, and Distiller's Dried Grains with Solubles in Practical Diets for Sunshine Bass, *Morone chrysops* × *M. saxatilis*. **Journal of the World Aquaculture Society**. v. 39 , p.352 – 363, 2008.

TIBBETTS, S.M.; MILLEY, J.E.; LALL, S.P. Apparent protein and energy digestibility of common and alternative feed ingredients by Atlantic cod, *Gadhus morhua* (Linnaeus, 1758). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 261, p. 1314-1327, 2006.

TORSTENSEN, B. E.; ESPE, M.; SANDEN, M.; STHUBAUG, I.; WAAGBO, R. HEMRE, G. I.; FONTANILLAS, R.; NORDGARDEN, U.; HEVROY, E. M.; OLSVIK, P.; BERNTSSEN, M. H. G. Novel production of Atlantic salmon (*Salmo solar*) protein based on combined replacement of fish meal and fish oil with plant meal and vegetable oil blends. **Aquaculture**, v.285, p. 193-200, 2008.

VALENTE, L. M. P.; LINARES, F.; VILLANUEVA, J.L.R.; SILVA, J.M.G.; ESPE, M.; ESCÓRCIO, C.; PIRES, M. A.; SAAVEDRA, M. J.; BORGES, P.; MEDALE, F.; ALVÁREZ-BLÁZQUEZ, B.; PELETEIRO, J. B. Dietary protein source or energy levels have no major impact on growth performance, nutrient utilisation or flesh fatty acids composition of market-sized Senegalese sole. **Aquaculture**, v.318, p. 128-137, 2011.

VANDENBERG, G.W., SCOTT, S.L., SARKER, P.K., DALLAIRE, V., NOÛE, J. Encapsulation of microbial phytase: effects on phosphorus bioavailability in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Animal Feed Science and Technology**, v.169, p.230–243. 2011.

VANDENBERG, G.W.; DE LA NOUE, J. Apparent digestibility comparison in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) assessed using three methods of faeces collection and three digestibility markers. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 7, p. 237-245, 2001.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of Ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 476p. 1994.

VIELMA J., KOSKELA J., RUOHONEN K., JOKINEN I. & KETTUNEN J. Optimal diet composition for European white fish (*Coregonus lavaretus*): carbohydrate stress and immune parameter responses. **Aquaculture**, v. 225, p.3-16, 2003.

WANG, J.-T., LIU, Y.-J., TIAN, L.-X., MAI, K.-S., DU, Z.- Y., WANG, Y., YANG, H.-J. Effect of dietary lipid level on growth performance, lipid deposition, hepatic lipogenesis in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v.249, p.439–447, 2005.

WATANABE, T. Strategies for further development of aquatic feeds. **Fisheries Science**, v. 68, p. 242-252, 2002.

WATSON, A.M., BARROWS, F.T., PLACE, A.R. Taurine supplementation of plant decal for optimal growth and development of cobia, *Rachycentron canadum*. **Lipids**, v. 48, p. 899–913, 2013.

WEBB, K.A.JR., RAWLINSON, L.T., HOLT, G.J. Effects of dietary starches and the protein to energy ratio on growth and feed efficiency of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. **Aquaculture Nutrition**, v. 16, p.447–456, 2010.

WILLS, P.S., WEIRICH, C.R., BAPTISTE, R.M., RICHE, M.A. Evaluation of commercial marine fish feeds for production of juvenile cobia in recirculating aquaculture systems. **North American Journal of Aquaculture**, v.75, p. 178-185, 2013.

WILSON R.P. Utilization of dietary carbohydrate by fish. **Aquaculture**, v. 124, p. 67-80, 1994.

WINDELL, J.R.; FOLITZ, J.W.; SAROKON, J.P. Methods of fecal collection and nutrient leaching in digestibility studies. **The Progressive Fish Culturist**, Bethesda, v. 40,p. 51-55, 1978.

WU, Y.V. et al. Utilization of corn gluten feed by Nile tilapia. **Progressive Fish Culturist**, v. 57, p. 305-309, 1995.

WU, Z.Y., LIU, Y.J., TIAN, K.S., MAI, L.X. & YANG, H.J. Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for Yellowfin Seabream, *Sparus latus*. **J. World Aquacult. Soc.**, v.37, p.237–245, 2006.

YE, Y. Historical Consumption and Future Demand for Fish and Fishery Products: Exploratory Calculations for the Years 2015/2030. FAO Fisheries Circular (946):1–31. FAO. 31p. 1999. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search/display>> Acesso em 07 de Janeiro de 2014.

YU, Y. Replacement of fish meal with poultry by product meal and hydrolyzed feather meal in feeds for finfish. In: LIM, C. WEBSTER, C.D.; LEE, C. S. (eds). Alternative protein sources in aquaculture diets. New York. THE HAWORTH PRESS. p. 51-94, 2008.

YUE, Y.R., ZHOU, Q.C. Effect of replacing soybean meal with cottonseed meal on growth, feed utilization, and hematological indexes for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. **Aquaculture**, v. 284, p.185–189. 2008.

ZHOU, Q.-C., WU, Z.-H., CHI, S.-Y., YANG, Q.-H. Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v.241, p.441–451, 2004.

ZHOU, Q.-C., WU, Z.-H., Chi, S.-Y., YANG, Q.-H. Dietary lysine requirement of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v. 273 p. 634–640, 2007.

ZIMMERMANN, S.; JOST, H.C. Recentes avanços na nutrição de peixes: a nutrição por fases em piscicultura Intensiva. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES**, 1., 1998, Piracicaba. Anais...Piracicaba: Conselho Brasileiro de Nutrição Animal,. p.123-162, 1998.