

 **PDF Complete**
Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.
[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

IVANA SILVA GOMES

AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA CARÇA DO BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*) ALIMENTADOS COM RESÍDUO DA INDÚSTRIA CAMARONEIRA

Salvador
2009



Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

NA SILVA GOMES

AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA CARÇA DO BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*) ALIMENTADOS COM RESÍDUO DA INDÚSTRIA CAMARONEIRA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em
Ciência de Alimentos, Universidade Federal da Bahia,
Faculdade de Farmácia, como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Portz
Co-orientador: Prof^ª. Dr^ª. Janice Izabel Druzian

Salvador
2009

G633

Gomes, Ivana Silva.

Avaliação da composição da carcaça do beijupirá
(*rachycentron canadum*) alimentados com resíduo da
indústria camaroneira./ Ivana Silva Gomes.- Salvador, 2009.
72 f.

Orientador: Prof^o. Dr. Leandro Portz

Co-orientador: Prof^a Dra Janice Izabel Druzian.

Dissertação (mestrado)- Universidade Federal da Bahia.
Faculdade de Farmácia, 2009.

1. Tecnologia de alimento. 2. Pescado. I. Universidade
Federal da Bahia. Faculdade de Farmácia. II. Título.

CDD:664.9



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Quando duas estradas se bifurcaram no meio da minha vida, ouvi um sábio dizer. Peguei a estrada menos usada. E isso fez toda a diferença, cada noite e cada dia.+

Larry Norman



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, a pedra angular sobre a qual fui construída;

À minha família, pela compreensão e apoio nas minhas escolhas;

Ao professor Leandro Portz, pela orientação;

À professora Janice Druzian, pela contribuição;

À BAHIA PESCA S.A., pela estrutura disponibilizada para o desenvolvimento do experimento;

A Cassiane, pelo desprendimento e apoio em todos os sentidos;

Aos colegas do LAPESCA, pela colaboração e companheirismo;

Aos colegas de mestrado, professores e funcionários, pelos momentos compartilhados e participação nesta conquista;

À FAPESB, pelo auxílio financeiro concedido.

RESUMO

Visando diminuição nos custos de formulação e impacto ambiental, foram formuladas rações isoprotéicas (48%) e isoenergéticas (4200 kcal/kg), utilizando-se como parte da fração protéica a inclusão da silagem ácida de resíduo de camarão branco em cinco níveis (0, 4, 8, 12 e 16%). Sessenta juvenis de beijupirá (*Rachycentron canadum*) com aproximadamente $99 \pm 8,24$ g foram distribuídos, casualmente, em 15 tanques de 250L, e alimentados com uma das cinco dietas, com três repetições por tratamento, em um sistema de recirculação de água fechado, por 45 dias. A composição centesimal do tecido muscular dos peixes foi avaliada ao final do experimento e os percentuais de umidade (76,33-78,46%), cinzas (1,36-1,42%), proteínas (17,86-19,82%) e matéria seca (21,54-23,03%) encontrados foram similares aos registrados na literatura. O teor de lipídios totais apresentou maior variação (0,59-1,83%) sendo que os que receberam dieta com 12% de inclusão de silagem apresentaram os maiores teores. Foram identificados 21 ácidos graxos (AG), sendo os majoritários o ácido linoléico (C18:2 6c; 27,32%-38,89%), oléico (C18:1 9c; 21,76%-22,82%) e palmítico (C16:0; 15,22%-16,29%). Os beijupirás alimentados com dieta contendo 12% de inclusão de silagem apresentaram tecido muscular com maiores concentrações de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) (521,50mg/100g), ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) (858,61mg/100g), maior somatório de EPA e DHA (73,19mg/100g), AGPI -3 (130,45mg/100g), ácidos graxos saturados (AGS) (423,99mg/100g) e relação AGPI/AGS (2,03). Os juvenis tratados com dieta controle apresentaram as menores concentrações de AGPI -6 (173,14mg/100g), AGS (164,10mg/100g) e menor relação entre AGPI -6: -3 (3,14) que os demais. A silagem de camarão pode ser utilizada em dietas para beijupirá sem trazer prejuízo à composição centesimal, sendo ainda possível uma melhoria do valor nutricional do filé pela modificação do perfil de AG.

Palavras-chave: *Rachycentron canadum*; silagem; *Litopenaeus vannamei*; composição centesimal; ácidos graxos; cromatografia gasosa.

ABSTRACT

Order to decrease feed cost and ambiental impact, were prepared in these study isonitrogenous (48%) and isoenergetic (4,200 kcal / kg) diets, using as protein source white shrimp waste acid silage in five inclusion levels (0, 4, 8, 12 and 16%). Sixty juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) ($99 \pm 8.24\text{g}$), were randomly distributed into each of 15 tanks of 250 liters and fed one of five diets, in three replicates, in recirculation unit system, for 45 days. Body proximate composition was evaluated at the end of experiment and the percent moisture (76.33-78.46%), ash (1.36-1.42%), proteins (17.86-19.82%) and dry matter (21.54-23.03%) were similar to those reported in literature. Total lipids content showed greater variation (0.59-1.83%) and fish received diet with 12% silage had highest levels (1.83%). Were identified 21 fatty acid (FA), and linoleic (C18:2 6c; 27.32-38.89%), oleic (C18:1 9c; 21.76-22.82%) and palmitic (C16:0; 15.22-16.29%) acids were majority. Cobia fed diets containing 12% inclusion silage had higher concentrations of monounsaturated fatty acids (521.50 mg/100g), polyunsaturated fatty acids (PUFA) (858.61 mg/100g), EPA and DHA pool (73.19mg/100g), -3 PUFA (130.45 mg/100g), saturated fatty acids (SFA) (423.99 mg/100g) and ratio PUFA/SFA (2.03). Juveniles fed conventional diet had the lowest concentrations of -6 PUFA (173.14 mg/100g), SFA (164.10 mg/100g) and lower ratio -6: -3 PUFA (3.14) that others. Shrimp waste silage may be used in diets for cobia without interference on the body proximate composition, may also to improve nutritional value through modification of fatty acids profile in fillet.

Palavras-chave: *Rachycentron canadum*; silage; *Litopenaeus vannamei*; proximate composition; fatty acids; gas chromatography.

SUMÁRIO

	LISTA DE FIGURAS	9
	LISTA DE TABELAS	10
	GLOSSÁRIO DE SIGLAS	11
1	INTRODUÇÃO GERAL	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
	CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
1	CULTIVO E NUTRIÇÃO DE PEIXES CARNÍVOROS	15
2	PEIXES MARINHOS COMO ALIMENTO FUNCIONAL	17
3	ACIDOS GRAXOS POLINSATURADOS ORIUNDOS DE PEIXES MARINHOS	19
3.1	ÁCIDOS GRAXOS POLINSATURADOS ORIUNDOS DE PEIXES MARINHOS: PREVENÇÃO AOS RISCOS DE DOENÇAS	22
3.2	ÁCIDOS GRAXOS POLINSATURADOS ORIUNDOS DE PEIXES MARINHOS: ASPECTOS NUTRICIONAIS	27
4	OUTROS COMPONENTES ENCONTRADOS EM PEIXES	29
	REFERÊNCIAS	30
	CAPÍTULO II - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL MUSCULAR DE BEIJUPIRÁS (<i>Rachycentron canadum</i>) ALIMENTADOS COM DIETA À BASE DE SILAGEM ÁCIDA DO RESÍDUO DE CAMARÃO BRANCO	
	RESUMO	38
	ABSTRACT	39
1	INTRODUÇÃO	40
2	MATERIAL E MÉTODOS	41
2.1	ELABORAÇÃO DAS DIETAS	41
2.2	PEIXES E DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL	41
2.3	MÉTODOS ANALÍTICOS	43
2.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	43
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4	CONCLUSÕES	48
	REFERÊNCIAS	48

SILAGEM ÁCIDA DO RESÍDUO DE CAMARÃO BRANCO (*Litopenaeus vannamei*) NA ALIMENTAÇÃO DO BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*) E SUA IMPLICAÇÃO NO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS CORPORAL

	RESUMO	51
	ABSTRACT	52
1	INTRODUÇÃO	53
2	MATERIAL E MÉTODOS	54
2.1	PEIXES EXPERIMENTAIS E DIETAS	54
2.2	DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL	57
2.3	ANÁLISE QUÍMICA	57
2.3.1	Determinação de lipídios totais	57
2.3.2	Perfil de ácidos graxos	57
2.3.2.1	Derivação da fração lipídica	57
2.3.2.2	Análise da composição de ácidos graxos	58
2.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	59
3	RESULTADOS E DISCURSSÃO	59
4	CONCLUSÕES	65
	REFERÊNCIAS	66
	CONCLUSÃO GERAL	70

CAPÍTULO I

- Figura 1 Mecanismo de metabolização dos ácidos graxos poliinsaturados -3 e -6 21
- Figura 2 Biossíntese de ácidos graxos -3 e -6 e formação de leucotrienos e prostaglandinas 24

CAPÍTULO II

- Figura 1 Comparativo dos teores de cinzas, lipídios totais e proteína bruta das rações com diferentes teores de inclusão de silagem ácida de camarão e os obtidos nos respectivos tecidos musculares dos beijupirás 45

CAPÍTULO III

- Figura 1 Variação do teor de lipídios totais e das séries e famílias de ácidos graxos de tecido muscular de beijupirás (*Rachycentron canadum*) alimentados com dietas à base de silagem de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) em vários níveis de inclusão 62

CAPÍTULO II

Tabela 1	Ingredientes e composição química-bromatológica das dietas com silagem de camarão branco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) em vários níveis de inclusão	42
Tabela 2	Composição centesimal do tecido muscular de beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>) alimentado com diferentes níveis de inclusão de silagem de camarão	44
Tabela 3	Análise de variância (ANOVA) da composição centesimal do tecido muscular de beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>) alimentado com diferentes níveis de inclusão de silagem de camarão	44

CAPÍTULO III

Tabela 1	Ingredientes e composição química-bromatológica das dietas com silagem de camarão branco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) em vários níveis de inclusão.	55
Tabela 2	Composição de AG de dietas com silagem de camarão branco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) em vários níveis de inclusão	56
Tabela 3	Composição de AG do tecido muscular de beijupirás (<i>Rachycentron canadum</i>) alimentados com diferentes níveis de inclusão de silagem de camarão	61
Tabela 4	Análise de variância (ANOVA) de EPA, DHA, grupos e famílias de ácidos graxos de beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>) alimentados com diferentes níveis de inclusão de silagem de camarão.	62

SSÁRIO DE SIGLAS

CG-DIC - cromatografia gasosa-detector de ionização de chama

PUFA - polyunsaturated fatty acid

AGPI - ácido graxo poliinsaturado

MUFA - monounsaturated fatty acid

AGMI - ácido graxo monoinsaturado

SFA - saturated fatty acid

EMAG Ë ésteres metílicos de ácido graxo

AGS - ácido graxo saturado

FA - fatty acid

AG Ë ácidos graxos

LT - lipídios totais

EPA - ácido eicosapentaenóico

DHA - ácido docosaexaenóico

AA - ácido araquidônico

AL - ácido linoléico

LNA - ácido linolênico

Ë ômega

Tr - tempo de retenção

LDL- c - cholesterol low density lipoproteins

HDL-c- cholesterol high density lipoproteins

BHT- butil-hidroxitolueno

Cobia ou beijupirá (*Rachycentron canadum*), como é conhecido no Brasil, é uma espécie de peixe carnívora pertencente à família *Rachycentridae*, que possui ampla distribuição em regiões tropicais, subtropicais e temperadas, com exceção da região leste do Oceano Pacífico (BRIGGS, 1960). Hoje se sabe que a espécie se reproduz prontamente em cativeiro (ARNOLD; KAISER; HOLT, 2002), apresenta alta taxa de crescimento (CHOU; SU; CHEN, 2001) e alta sobrevivência após a adaptação ao alimento seco (KAISER; HOLT, 2004), se adapta muito bem ao confinamento, aceita facilmente rações comerciais extrusadas (SCHWARZ et al., 2004; CRAIG; SCHWARZ; LEAN, 2005) e possui carne com excelente qualidade sensorial (FRANKS; WARREN; BUCHANAN, 1999). Esses fatores contribuíram para o desenvolvimento de tecnologia de cultivo do beijupirá na última década, entretanto o custo de produção das rações para peixes carnívoros ainda é um fator preponderante (PORTZ ; CYRINO, 2000).

Na piscicultura a ração corresponde a 50-70% dos custos de produção, (KUBITZA, 1998) sendo que o nutriente mais importante e mais oneroso na dieta é sempre a proteína (RODRIGUEZ-SERNA ; OLVERA-NOVOA; CARMONA-OSALDE, 1996; WU et al., 1995). No sentido de identificar fontes protéicas alternativas, várias pesquisas estão sendo realizadas, visando reduzir os custos com alimentação (BALOGUN ; FAGBENRO, 1995; PORTZ ; CYRINO, 2003) e possíveis substitutos para a farinha de peixe (NEW ; CSAVAS, 1995).

O beijupirá, 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. Em adição às altas exigências nutricionais em aminoácidos destas espécies condicionam o uso de ingredientes de origem animal na fabricação das rações (PORTZ ; CYRINO, 2000).

Pesquisas demonstraram a possibilidade da utilização da silagem (ácida, biológica e enzimática) como ingrediente protéico alternativo em rações balanceadas para peixes, como substituto parcial da farinha de peixe (BORGHESI, 2004) destacando-se a silagem de resíduo de pescado por possuir alto valor nutricional,

a qualidade, fonte de minerais e possuir boa palatabilidade (HAARD *et al.*, 1985; SIGNOR *et al.*, 2005).

Na indústria de processamento do camarão marinho, a cabeça representa aproximadamente 33% do seu peso corporal, sendo descartado como material residual, representando hoje um poluente ambiental em potencial (NUNES, 2001). A cabeça do camarão é um resíduo abundante e com importante valor econômico como fonte de proteína (CAVALHEIRO ; SOUZA; BORA, 2007). No Brasil, somente no ano de 2000, cabeças de camarão da espécie *Litopenaeus vannamei* constituíram aproximadamente 8.250 ton, da produção nacional total de 25.000 ton de camarão (NUNES, 2001). Uma alternativa sustentável e viável seria transformar o resíduo desse camarão em silagem para utilização em dietas para organismos aquáticos.

Peixes marinhos constituem importante fonte de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente os da série $n-3$, destacando-se o docosahexaenóico (DHA, C22:6 $n-3$) e eicosapentanóico (EPA, C20:5 $n-3$). Diversas pesquisas têm demonstrado que a ingestão regular desses peixes tem efeito favorável sobre os níveis de triglicerídeos, LDL-c e HDL-c, pressão sanguínea, no mecanismo de coagulação, no ritmo cardíaco, na prevenção do câncer (mama, próstata e cólon), na redução da incidência de aterosclerose (MACHADO ; SANTIAGO, 2001) e possuem efeito antiinflamatório principalmente no caso de asma, artrite reumatóide e autoimunidade (BADOLATO *et al.*, 1994).

Segundo Chen e Liao (2007), beijupirás de vida livre quando capturados e consumidos não apresentam sabor e textura tão agradáveis quanto os exemplares provenientes do cultivo, sendo menos aceitos pelos consumidores. Beijupirás de cativeiro tem alto valor comercial, principalmente no mercado de peixe cru (sashimi), devido ao seu alto teor de lipídios corporal e melhoramento da textura.

Maiores estudos se fazem necessários na importância em se pesquisar o efeito da utilização de ingredientes protéicos alternativos como a silagem do resíduo de camarão na dieta de peixes, no sentido de se avaliar a influencia da deposição de gordura e incorporação de ácidos graxos essenciais na carcaça, melhorando assim as características organolépticas e nutricionais para saúde humana.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a utilização de silagem ácida do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) como parte da fonte protéica na dieta de beijupirá (*Rachycentron canadum*) relacionando-a ao acúmulo de lipídios na carcaça, composição centesimal e perfil de ácidos graxos no tecido muscular dos peixes.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito da silagem ácida de camarão branco, como parte da fonte protéica, na nutrição do beijupirá, em cinco níveis de inclusão (0, 4, 8, 12 e 16%);
- Determinar a composição centesimal do tecido muscular;
- Determinar o perfil de ácidos graxos e quantificá-los em porcentagem relativa e em mg/100g do filé;
- Avaliar os grupos de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados e das séries ω -3 e ω -6;
- Avaliar a concentração de EPA, DHA e o somatório destes e calcular as razões de AGPI/AGS e ω -6/ ω -3;
- Avaliar o efeito da silagem do camarão na melhoria do valor nutricional do músculo do beijupirá para o consumo humano;

CAPÍTULO I

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 CULTIVO E NUTRIÇÃO DE PEIXES CARNÍVOROS

Peixes carnívoros vêm despertando interesse dos pesquisadores e produtores de peixes, principalmente devido ao valor comercial, à qualidade da carne e às características esportivas para a pesca. Dentre eles destacam-se o dourado (*Salminus maxillosus*), o tucunaré (*Cichla sp*), os surubins (*Pseudoplatystoma coruscans* e *P. fasciatum*) e o trairão (*Hoplias lacerdae*) (LUZ et al., 2001).

Cobia ou beijupirá (*Rachycentron canadum*), como é conhecido no Brasil, é uma espécie carnívora pertencente à família *Rachycentridae*, que possui ampla distribuição em regiões tropicais, subtropicais e temperadas, com exceção da região leste do Oceano Pacífico (BRIGGS, 1960). 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 beijupirá agrega características de produção excepcionais. Hoje se sabe que a espécie se reproduz prontamente em cativeiro (ARNOLD; KAISER; HOLT, 2002), apresenta alta taxa de crescimento (CHOU; SU; CHEN, 2001) e alta sobrevivência após adaptação ao alimento seco (KAISER; HOLT, 2004). Além disso, se adapta muito bem ao confinamento e possui carne com excelente qualidade sensorial (FRANKS; WARREN; BUCHANAN, 1999). Esses fatores contribuíram para o desenvolvimento de tecnologia de cultura do beijupirá 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).

A utilização de dietas comerciais para o cultivo de espécies carnívoras pode proporcionar um significativo avanço para a piscicultura brasileira (KUBITZA, 1995). Neste sentido, técnicas de condicionamento para aceite do alimento vêm sendo

para várias espécies. Fernandes e outros (1998), estudando o desenvolvimento de alevinos de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), demonstraram que esta espécie apresenta grande aceitação de alimento artificial. Segundo campos (1998), o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) e o cachara (*P. fasciatum*) estão sendo produzidos em larga escala pela técnica de condicionamento alimentar e com o uso de rações artificiais, apresentando altas taxas de crescimento em sistemas de cultivo. O beijupirá (*Rachycentrom canadum*) aceita facilmente rações comerciais extrusadas (SCHWARZ et al, 2004; CRAIG; SCHWARZ; MC LEAN, 2005).

Peixes carnívoros normalmente exigem quantidades relativamente altas de proteína na dieta, 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. 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 ; CYRINO, 2000).

Na piscicultura a ração corresponde a 50-70% dos custos de produção, (KUBITZA, 1998) sendo que nutriente mais importante e mais oneroso da dieta é sempre a proteína (RODRIGUEZ-SERNA; OLVERA-NOVOA; CARMONA-OSALDE, 1996; WU et al., 1995). No sentido de identificar fontes protéicas alternativas, várias pesquisas estão sendo realizadas, visando reduzir os custos com alimentação (BALOGUN ; FAGBENRO, 1995; PORTZ ; CYRINO, 2003) e possíveis substitutos para a farinha de peixe (NEW; CSAVAS, 1995).

Pesquisas demonstraram a possibilidade da utilização da silagem (ácida, biológica e enzimática) como ingrediente protéico em rações balanceadas para peixes, como substituto parcial da farinha de peixe (BORGHESI, 2004) destacando-se a silagem de resíduo de pescado por possuir alto valor nutricional, fonte de proteína de alta qualidade, minerais e boa palatabilidade (HAARD et al., 1985;

sólidos de peixe, de camarão e de bivalve podem ser aproveitados como ingredientes para dieta em aquicultura, visando substituir a farinha de peixe tradicional e introduzir a silagem como um novo produto no mercado (OETTERER, 2002).

No camarão marinho, a cabeça representa aproximadamente 33% do seu peso corporal, sendo descartado como material residual. Atualmente, este representa grave problema ambiental, como potencial poluente (NUNES, 2001). A cabeça do camarão é um resíduo abundante e com importante valor econômico como fonte de proteína (CAVALHEIRO; SOUZA; BORA, 2007). No Brasil, somente no ano de 2000, cabeças de camarão da espécie *Litopenaeus vannamei* constituíram aproximadamente 8.250 %⁺, da produção nacional total de 25.000 %⁺ de camarão (NUNES, 2001). Uma alternativa sustentável e viável seria transformar o resíduo desse camarão em silagem para utilização em dietas para organismos aquáticos.

Entretanto é de suma importância pesquisar o efeito da utilização de silagem de resíduo de camarão na composição corporal, na deposição de gordura na carcaça e na incorporação de ácidos graxos essenciais dos peixes, avaliando a até que proporção a substituição pode ser feita sem que ocorra prejuízo nessas características nutricionais das espécies.

2 PEIXES MARINHOS COMO ALIMENTO FUNCIONAL

Nas últimas décadas o perfil epidemiológico da população brasileira sofreu mudanças. Inicialmente o quadro epidemiológico era caracterizado por doenças infecciosas, entretanto atualmente ocorre o aumento de óbitos causados por doenças cardiovasculares, neoplasias e o crescimento das doenças crônicas degenerativas. Dentre os fatores que contribuíram para esta mudança podemos citar as transformações demográficas, sócio-econômicas, culturais e ambientais (MONTEIRO *et al.*, 2000).

Inúmeras investigações epidemiológicas, clínicas e experimentais estabeleceram a relação entre a ocorrência de doenças e maus hábitos alimentares e comportamentais tais como o sedentarismo, fumo e ingestão de álcool (REGO *et al.*, 1990; GUS; FISCMANN; MEDINA, 2002). Além disso, demonstraram que essas doenças podem ser prevenidas e reduzidas através da mudança do estilo de vida já

as em alguns povos estava diretamente relacionada à sua dieta. Os esquimós, por exemplo, possuem alimentação rica em peixes e outros produtos do mar, excelentes fontes de AGPI ω -3, apresentando baixo índice de problemas cardíacos, assim como os franceses, devido ao consumo de vinho tinto, o qual apresenta grande quantidade de compostos fenólicos. Nos orientais, o consumo de soja, que contem fitoestrogênios, justifica a baixa incidência de câncer de mama. Além disso, nestes países, o hábito freqüente de consumir frutas e verduras também resulta na redução do risco de doenças coronarianas e de câncer, comprovada por dados epidemiológicos (ANJO, 2004). Assim, atualmente está explícita a co-relação entre dieta e estado de saúde

A relação dieta-saúde representa um novo paradigma no estudo dos alimentos, sabendo-se que a alimentação adequada exerce um importante papel, além do fornecimento de energia e nutrientes essenciais, sendo estes últimos responsáveis por promoverem efeitos fisiológicos benéficos prevenindo ou retardando doenças tais como as cardiovasculares, câncer, infecções intestinais, obesidade, dentre outras. Deste modo, os alimentos que contém estas propriedades são denominados alimentos funcionais, nutracêuticos, alimentos planejados entre outros sinônimos correlatos (BORGES, 2000; KUCUK, 2002).

O termo alimento funcional foi utilizado pela primeira vez na década de 80, no Japão, para designar alimentos cujos ingredientes ativam funções corporais determinadas além do seu papel nutritivo (ARAI, 1996). Em consequência à mudança do perfil epidemiológico da população brasileira, ocorreu um acréscimo à expectativa de vida, aumentando-se a busca por dietas ricas nestes alimentos (ANJO, 2004). Alimento funcional é aquele semelhante em aparência ao alimento convencional, consumido como parte de uma alimentação normal, capaz de produzir efeitos metabólicos ou fisiológicos desejáveis na manutenção da saúde. Adicionalmente, às suas funções nutricionais, como fonte de energia e de substrato para a formação de células e tecidos, possui, em sua composição, uma ou mais substâncias capazes de agir no sentido de modular os processos metabólicos, melhorando as condições de saúde, promovendo o bem-estar das pessoas e prevenindo o aparecimento precoce de doenças degenerativas, que levam a uma diminuição da longevidade (WALZEM, 2004; CANDIDO; CAMPOS, 2005).

A Resolução nº18 de 31 de abril de 1999 do Ministério da Saúde define alimento funcional como sendo "aquele alimento ou ingrediente que, além das

do consumido como parte da dieta usual, produza efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica". Assim, é importante salientar o fato de que as substâncias, fisiologicamente ativas, devem estar presentes nos alimentos funcionais em quantidades suficientes e adequadas para produzir o efeito fisiológico desejado. Sendo assim, não é suficiente que um alimento contenha determinadas substâncias com propriedades funcionais fisiológicas para que ele seja classificado como funcional (BRASIL, 1999; CANDIDO; CAMPOS, 2005).

Os nutrientes e os não nutrientes que possuem ação metabólica ou fisiológica específica são denominados %substâncias funcionais+ ou %substâncias bioativas+ (BRASIL, 2002). Componentes bioativos incluem grande número de compostos químicos com estruturas variadas, dentre os quais carotenóides, flavonóides, esteróis, compostos fenólicos e ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), sendo muitos deles encontrados em alimentos de origem animal (PENNINGTON, 2002). Peixes marinho constituem rica fonte de AGPI, sendo entretanto considerados alimentos funcionais.

3 ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS ORIUNDOS DE PEIXES MARINHOS

Ácidos graxos são ácidos orgânicos de moléculas lineares que podem ter de 4 a 22 carbonos em sua estrutura. Eles são classificados em saturados (sem dupla ligação), monoinsaturados (com uma dupla ligação) e poliinsaturados (com duas ou mais duplas ligações). A nomenclatura ômega (ω), usada para classificar os ácidos graxos insaturados, é definida segundo a numeração do carbono associada à primeira dupla ligação (3^o, 6^o ou 9^o), a partir do radical metila. Esta classificação implica em características estruturais e funcionais destes ácidos graxos (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 1998; COLLI; SARDINHA; FILISETTI, 2003; OLIVEIRA, 2004).

Os ácidos graxos insaturados podem ainda apresentar-se na forma de isômeros *cis* e *trans*. Na natureza, os ácidos graxos geralmente são encontrados na configuração *cis*. A maior parte dos ácidos graxos insaturados presentes nos alimentos existe nessa forma, significando que os hidrogênios estão do mesmo lado da dupla ligação. Os ácidos graxos *trans* podem estar presentes naturalmente em gorduras animais ou podem ainda ser formados a partir dos insaturados por inversão

hidrogênio na posição transversal e provocando a linearização da cadeia (HARPER *et al.*, 1994; ANDREO; JORGE, 2006).

Os principais representantes dos AGPI para a saúde humana, são o ácido araquidônico (AA, C20:4 -6), da série -6, e os ácidos docosahexaenóico (DHA, C22:6 -3) e eicosapentanóico (EPA, C20:5 -3) da série -3. Ao contrário dos ácidos graxos monoinsaturados, representados pela série -9 (oléico), que podem ser formados a partir dos saturados, os AGPI não podem ser produzidos endogenamente pelos seres humanos, devido à falta das enzimas dessaturases (**Figura 1**). As duas séries de AGPI, -6 e -3, e seus derivados originam-se dos ácidos linoléico e -linolênico, respectivamente, sendo estes precursores essenciais, oriundos exclusivamente da dieta, constituindo assim nutrientes essenciais (JONES & KUBOW, 2002).

Existem estudos que destacam ainda a importância do consumo direto de EPA e DHA através da dieta, isso porque o corpo humano possui pouca habilidade de converter AGPI nesses ácidos graxos ocorrendo com baixa eficiência, cerca de 10 a 15%, e tem a capacidade de conversão diminuída com o envelhecimento (EMKEN; ADLOF; GULLEY, 1994).

Os diferentes óleos e gorduras comestíveis e os demais alimentos utilizados para consumo humano têm diferentes concentrações de ácidos graxos. Os AGPI da série -6 estão presentes de forma abundante nas sementes de vegetais e nos óleos que elas produzem como o óleo de milho, açafrão, algodão, soja e girassol. Os AGPI da série -3 também estão presentes em alguns óleos vegetais, ainda que em menor proporção que os -6, sendo encontrados em castanhas e sementes de linhaça, entretanto têm como principais fontes os peixes de águas salgadas (cavala, sardinha, salmão, arenque, etc.) e mariscos. Esses são expressivamente ricos em ácido docosahexaenóico (DHA) e ácido eicosapentanóico (EPA) (COLLI; SARDINHA; FILISETTI, 2003).

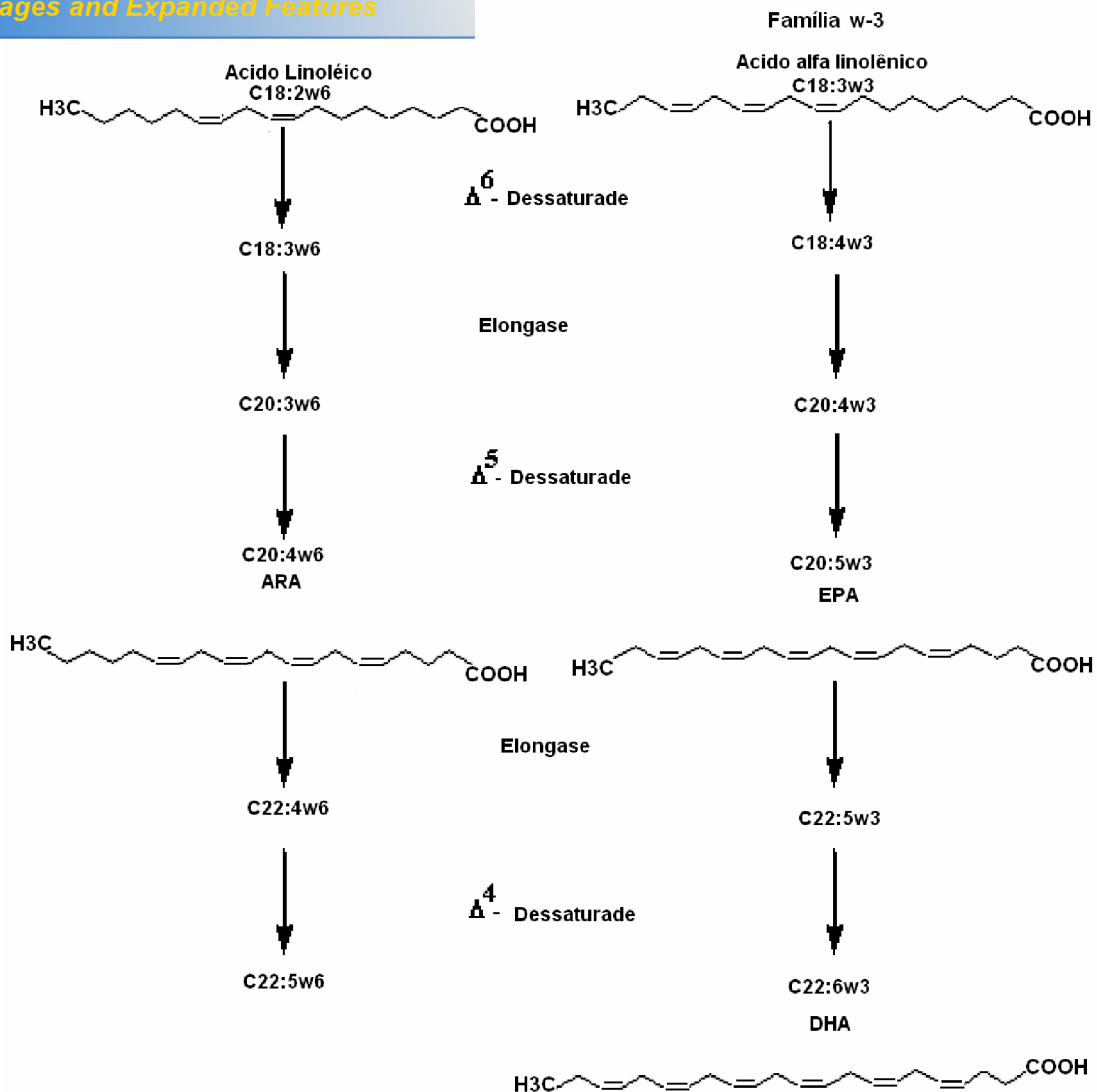


Figura 1 - Mecanismo de metabolização dos ácidos graxos poliinsaturados -3 e -6 (SCHMIT, 2000).

Em comum com todos os vertebrados, os peixes não apresentam as enzimas necessárias para sintetizar os ácidos linoléico e alfa-linolênico, conseqüentemente, os peixes devem obter estes ácidos da dieta e endogenamente sintetizar a partir dos demais ácidos graxos da série (**Figuras 1 e 2**). AGPI -3 são produzidos pelas algas marinhas e depois transferidos, de forma bastante eficiente, através da cadeia alimentar, via zooplâncton, para os peixes. Além disso, os ácidos de uma família -3 não podem ser transformados em membros da família -6 e vice-versa (STANSBY, 1973).

Atualmente, uma das maneiras mais utilizadas para aumentar o aporte de AGPI -3 é através do consumo de peixes marinhos. A suplementação com óleo de peixes de origem marinha encapsulado é uma alternativa para balanceamento da

uada de peixe não pode ser ingerida. Estudos epidemiológicos antigos já correlacionavam a baixa incidência de doenças cardiovasculares nos esquimós e japoneses ao consumo de ácidos graxos provenientes de peixes marinhos (ANJO, 2004). Experimentos relacionados com dietas suplementares de peixes, óleo de peixe ou derivados de ômega-3 mostraram os efeitos benéficos destes produtos e, nestes últimos anos, vários nutracêuticos à base de óleo de peixe e/ou derivados surgiram no mercado (NESTEL, 2000).

Vale destacar que composição de ácidos graxos da fração de lipídios totais dos peixes depende de numerosos fatores: espécie, idade, meio em que vivem, tipos de alimentação, época de captura, peso, entre outros (BADOLATO et al., 1994; BANDARRA et al., 1997; CATA CUTAN; PAGADOR; TESHIMA, 2001; GOKÇE et al., 2004; LIMA et al., 2004; LUZIA et al., 2003; OKADA; MORRISSEY, 2007; RECKS; SEABORN, 2007; SHIRAI; TERAYAMA; TAKEDA, 2002; ZLATANOS; LASKARIDIS, 2007).

3.1 ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS ORIUNDOS DE PEIXES MARINHOS: PREVENÇÃO AOS RISCOS DE DOENÇAS

Além de possuírem alto valor energético, os ácidos graxos essenciais têm grande importância atualmente pelo seu papel farmacológico. Apesar das controvérsias, o consumo adicional de AGPI -3 (DHA e EPA) na dieta está sendo discutido e recomendado. Estudos epidemiológicos têm demonstrado que a ingestão de peixes regularmente na dieta tem efeito favorável sobre os níveis de triglicerídeos, LDL-c e HDL-c, pressão sanguínea, mecanismo de coagulação e ritmo cardíaco, além da prevenção do câncer (mama, próstata e cólon) e da redução da incidência de arteriosclerose (MACHADO; SANTIAGO, 2001).

Além da capacidade de reduzir o risco de doenças coronarianas e neoplásicas, aos AGPI -3 são atribuídos vários efeitos imunológicos e antiinflamatórios principalmente no caso de asma, artrite reumatóide e autoimunidade (BADOLATO et al., 1994).

Os AGPI que compõem os lipídios de peixes são responsáveis pela rigidez das membranas celulares. Para que as membranas desempenhem adequadamente suas funções elas dependem diretamente de suas propriedades. A microviscosidade e a fluidez de proteínas associadas às membranas são afetadas pela qualidade dos

Essa alteração, tem sua difusão melhorada ou prejudicada. A difusão é muito maior em membranas que possuem alto teor de AGPI (BELDA; POURCHET-CAMPO, 1991).

Conforme foi descrito anteriormente, os ácidos graxos de cadeia longa do grupo ω -3 (EPA e DHA) são sintetizados nos seres humanos a partir do ácido linolênico. Este ácido graxo é também o precursor primordial das prostaglandinas, prostacilinas, leucotrienos e tromboxanos com atividade antiinflamatória, anticoagulante, vasodilatadora e antiagregante (**Figura 2**) (SANDER, 2000; VISENTAINER, 2000).

EPA e AA originam no metabolismo substâncias conhecidas como eicosanóides, que são prostaglandinas, prostacilinas, tromboxanos e leucotrienos. Os derivados do EPA são conhecidos como prostanóides e leucotrienos da série-3, enquanto os derivados do AA são conhecidos como prostanóides da série-2 e leucotrienos da série-4 (SIMOPOULOS, 1994).

O perfil de ácidos graxos ingeridos na dieta humana tem sido alterado, ao longo da evolução dos padrões alimentares. As sociedades primitivas ingeriam mais gorduras insaturadas, particularmente do tipo ω -3. Segundo Weber e Lea (1991), a diminuição da quantidade relativa na ingestão de ácidos graxos ω -3, em relação ao ω -6, que era de 1-4:1 ω -6/ ω -3, para o padrão de hoje que é de 20-30:1, parece ter ocasionado conseqüências nocivas à saúde. O efeito indesejável tem sido atribuído ao aumento dos níveis de tromboxanos, prostaglandinas e leucotrienos da série 2 e 4 (**Figura 2**), derivados do metabolismo do AA, resultante da elevada ingestão de ácido linoléico dos óleos vegetais. Esses metabólitos, mesmo quando produzidos em pequena quantidade no organismo, possuem acentuada atividade biológica e contribuem para a formação de trombose, ateromas, desordens inflamatórias e alérgicas, particularmente em pessoas susceptíveis, além de promover a proliferação celular.

A ingestão de EPA, a partir de peixes marinhos ou de seus óleos, promove uma substituição do AA por EPA nos fosfolipídios das membranas de praticamente todas as células. Portanto, a ingestão de maiores quantidades de

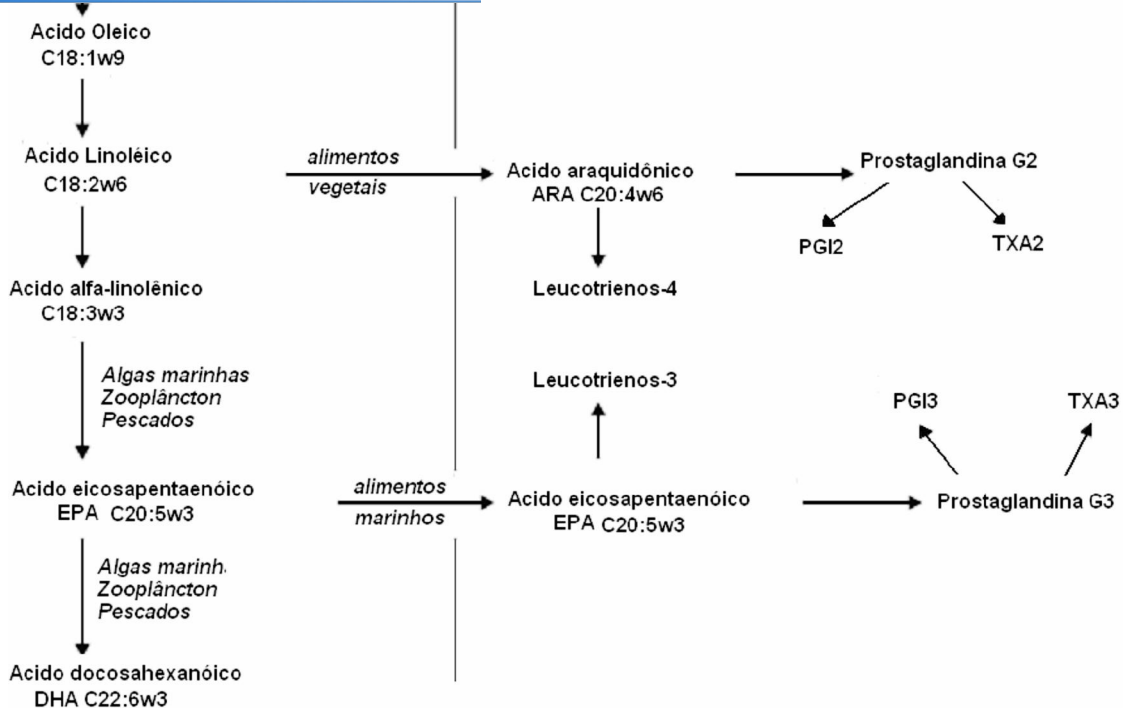


Figura 2 É Biossíntese de ácidos graxos ω -3 e ω -6 e formação de leucotrienos e prostaglandinas (WARD, 1995).

EPA e DHA resulta em um estado fisiológico caracterizado pela maior produção de prostanoídes e leucotrienos da série 3 (**Figura 2**) que ao contrário dos derivados do AA, apresentam atividade antitrombótica, antivasoconstritora e antiinflamatória. Tem sido demonstrado que a atividade de derivados dos AGPI ω -3 pode influenciar favoravelmente no retardamento da instalação de várias doenças crônicas (WEBER; LEA, 1991).

Alguns dos efeitos fisiológicos importantes, conseqüentes da formação dos metabólitos de AGPI ω -3 têm sido descritos na literatura: efeito antitrombótico, através da diminuição da tendência de agregação de plaquetas; efeito hipotensivo, através da diminuição dos metabólitos da prostaglandina PGE₂; produção, pelo endotélio, de um fator de relaxamento dos vasos e artérias; elevação dos níveis de prostaglandina PGI₂; efeito antiateroma pela redução na formação de trombo; diminuição das arritmias cardíacas; efeito antiinflamatório, pela diminuição da produção do leucotrieno LTB₄, que é um pró-inflamatório; melhora da colite ulcerativa e das desordens cutâneas (psoríases). Existem algumas evidências de que o EPA pode influenciar a expressão gênica e, desta forma, modular o

(SIMOPOULOS, 1994; WEBER; LEA, 1991; FERNANDES; VENKATRAMAN, 1991; VISENTAINER et al, 2000).

Os ácidos graxos saturados (AGS) é a principal causa alimentar de elevação de colesterol plasmático, pois inibe a remoção plasmática das partículas de LDL-c, permitindo, além disso, maior entrada de colesterol nessas moléculas. Os ácidos graxos saturados estão presentes principalmente na gordura animal (carnes gordurosas, leite integral e derivados) e em alguns óleos vegetais (dendê e coco). Os peixes, por possuírem menores quantidades de AGS, vêm sendo uma boa opção na diminuição do consumo destas (*AMERICAN HEART ASSOCIATION*, 2000).

A substituição isocalórica dos ácidos graxos saturados por ácidos graxos polinsaturados reduz o colesterol total e o LDL-c plasmáticos, entretanto os ácidos graxos polinsaturados possuem o inconveniente de induzir maior oxidação lipídica e diminuir o HDL-c quando utilizados em grande quantidade. Os ácidos graxos monoinsaturados (oléico) exercem o mesmo efeito sobre a colesterolemia, sem, no entanto, diminuir o HDL-c e provocar oxidação lipídica. Também encontrados em lipídios de peixes marinhos, os ácidos graxos monoinsaturadas são mais resistentes ao estresse oxidativo e uma dieta rica nestes ácidos graxos faz com que as lipoproteínas LDL-c fiquem enriquecidas com eles, tornando-as menos suscetíveis à oxidação. Em suma, na substituição de gorduras saturadas por monoinsaturadas, as concentrações de colesterol total são reduzidas e as de HDL-c são, possivelmente, aumentadas. Além disso, há indícios de que AGPI promovem redução dos triglicérides plasmáticos pela diminuição da síntese hepática de VLDL (SPOSITO et al, 2007).

O ácido graxo DHA é o maior constituinte da porção fosfolipídica das células receptoras e estão presente na retina, no cérebro humano e em diversos tecidos corporais. Aproximadamente 10% do peso do cérebro e 50% do peso seco são formados por lipídio, sendo metade fosfolipídio. Os fosfolipídios da massa cinzenta do cérebro contêm grandes proporções de DHA e AA. Altas concentrações de DHA na retina, e de DHA e AA na massa cinzenta do cérebro sugerem que estes ácidos graxos têm importante função no processo visual e neural. Estudos experimentais têm demonstrado que a depleção de DHA no desenvolvimento da retina e do cérebro resulta em diminuição da função visual com anormalidades no eletroretinograma, *déficits* de aprendizado e alterações no metabolismo de dopamina e serotonina. Outros estudos clínicos demonstram que o DHA aumenta a

ora e o desenvolvimento da linguagem em crianças prematuras (DE LA PRESA; INNIS, 1999; VISENTAINER et al, 2000; JENSEN et al, 2005).

Os AGPI ω -3 são indispensáveis para os recém-nascidos por representarem um terço da estrutura de lipídeos no cérebro e carências destas substâncias podem ocasionar redução da produção de enzimas relacionadas às funções do aprendizado. O suprimento adequado de DHA na alimentação dos bebês é fundamental para o desenvolvimento da retina. Os AGPI de cadeia longa no leite materno podem originar-se da ingestão dietética materna, dos estoques maternos e da síntese endógena a partir de seus precursores com 18 carbonos, no fígado, glândula mamária e outros tecidos. A dieta materna influencia o conteúdo no leite dos ácidos eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-3), docosahexaenóico (DHA, 22:6n-3) e araquidônico (ARA, 20:4n-6), que pode aumentar pelo consumo de peixe (KOLETZKO et al, 2001).

Em estudos controlados, ácidos graxos ω -3 mostraram-se eficazes como agentes adjuntos no tratamento da depressão e do distúrbio bipolar do humor. O EPA foi recentemente testado em um ensaio clínico em 30 pacientes com transtorno de personalidade limítrofes do sexo feminino. Após 8 semanas de tratamento, as pacientes melhoraram em sintomas relacionados à agressividade e à depressão. Mais estudos são necessários para confirmar a efetividade desses agentes (ZANARINI; FRANKENBURG, 2003).

Ensaio clínico demonstrou a eficácia do consumo de peixes e AGPI ω -3 na redução do risco de Doença de Alzheimer. Do grupo de 815 pessoas de 65 a 94 anos de idade pesquisado, 131 desenvolveram a doença. Destes, os que consumiram peixe uma vez por semana ou mais apresentaram redução do risco de 60% para ocorrência da Doença de Alzheimer comparado a aqueles que nunca ou raramente consumiam. A ingestão de AGPI ω -3 foi associada à redução do risco da Doença de Alzheimer assim como a ingestão de DHA. O EPA não foi associado à doença (MORRIS et al, 2003).

3.2 ÁCIDOS GRAXOS POLINSATURADOS ORIUNDOS DE PEIXES MARINHOS: ASPECTOS NUTRICIONAIS

Estima-se que a razão ω -6/ ω -3 na dieta das pessoas que viveram no período que antecedeu a industrialização, estava em torno de 1:1 a 2:1, devido ao consumo abundante de vegetais e de alimentos de origem marinha, ricos em ω -3. Com a industrialização, ocorreu um aumento progressivo dessa razão, devido, principalmente, à produção e ao consumo de óleos refinados oriundos de espécies oleaginosas com alto teor de ácido linoléico e à diminuição da ingestão de frutas e verduras, resultando em dietas com quantidades inadequadas de ácidos graxos ω -3. Nas últimas décadas tem-se determinado, em diversos países, que a ingestão diária média de ácidos graxos resulta em relações ω -6/ ω -3 que estão entre 10:1 a 20:1. Afirma-se que essa razão nas dietas ocidentais varia de 20 a 30:1, ocorrendo registros de até 50:1 (SIMOPOULOS, 2002; SIMOPOULOS, 2004).

Os ácidos graxos das famílias ω -6 e ω -3 competem pelas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongamento da cadeia (**Figura 1**). Embora essas enzimas tenham maior afinidade pelos ácidos da família ω -3, a conversão do ácido linolênico em AGPI de cadeia longa é fortemente influenciada pelos níveis de ácido linoléico na dieta, sendo a sua síntese reduzida na presença deste último. Como consequência, produtos metabólicos de eicosanóides, produzidos a partir do AA (prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos) (**Figura 2**), são formados em quantidades maiores do que aqueles produzidos a partir da família ω -3, especificamente a partir do EPA. Os eicosanóides do AA são biologicamente ativos em pequena quantidade e, caso sejam formados em grandes quantidades, contribuem para a formação de trombose e aterosclerose, desordens alérgicas e inflamatórias, além de proliferações de células (UAGUI; VALENZUELA, 2000).

Assim, a razão entre a ingestão diária de alimentos fontes de ácidos graxos ω -6 e ω -3 assume grande importância na nutrição humana, resultando em várias recomendações que têm sido estabelecidas por autores e órgãos de saúde, em diferentes países. O *Department of Health*, da Inglaterra, recomenda que a razão ω -6/ ω -3 na dieta seja de no máximo 4:1. A *World Health Organization* e a *Food and Agriculture Organization* recomendam que a proporção de ω -6/ ω -3 ingeridos diariamente seja de 5-10:1. Nos Estados Unidos, França e Japão esse valor é de

ente, o que demonstra variação nos índices recomendados. Entretanto observa-se que tendem a convergir para o intervalo de 4:1 a 5:1 (*DEPARTMENT OF HEALTH*, 1994; *WORLD HEALTH ORGANIZATION*, 1995; CHARDIGNY; BRETILLON; SÉBÉDIO, 2001; KRIS-ETHERTON et al, 2000; SCHAEFER, 2002).

As razões de 2:1 a 3:1 têm sido recomendadas por alguns autores, por possibilitar uma maior conversão do ácido linolênico em DHA, que alcança valor máximo em torno de 2,3:1. Assim, as razões entre 2:1 e 4:1 têm maior importância para pessoas com hábitos alimentares que resultam em uma baixa ingestão de EPA e DHA. Por outro lado, dietas baseadas em razões n-6/n-3 inferiores a 1:1 não são recomendadas, por inibirem a transformação do ácido linoléico em AGPI de cadeia muito longa (MASTERS, 1996).

Em alguns estudos *in vivo*, humanos foram submetidos a dietas com razões -6/ -3 entre 6:1 e 8:1 e foi demonstrada conversão do ácido linolênico em EPA e DHA de 8% a 21% e de 0% a 9% respectivamente, evidenciando que quanto menor a razão de -6/ -3 na alimentação maior a taxa de conversão dos AGPI. Também foi observado um nível maior de conversão nas mulheres sendo essa diferença atribuída à possível influência do estrogênio sobre a atividade das enzimas dessaturases (BURDGE; WOOTTON, 2002 (a); BURDGE; JONES; WOOTTON, 2002 (b)).

Outros estudos clínicos indicam a necessidade da redução da razão de -6/ -3 nas dietas modernas. Entre esses destacam-se: a diminuição de 70% na taxa de mortalidade em pacientes com doença cardiovascular, quando a razão AL/ALN na dieta foi de 4:1; a redução nas inflamações decorrentes da artrite reumatóide, quando a razão -6/ -3 da dieta esteve entre 3 a 4:1, condição que foi alcançada pela suplementação com EPA, DHA e ALN; a diminuição dos sintomas decorrentes da asma, quando a razão n-6/n-3 da dieta esteve ao redor de 5:1, sendo que em 10:1 os sintomas foram intensificados (LORGERIL et al, 1994; BROUGHTON et al, 1997).

A relação da somatória de ácidos graxos polinsaturados/ácidos graxos saturados (AGPI/AGS) na ingestão humana também tem sido avaliada. O *Department of Health and Social Security* (1984), propõe que a razão de AGPI/AGS inferior a 0,45 constitui uma dieta pouco saudável, especialmente em relação às doenças cardiovasculares. Estudo realizado com a população japonesa demonstrou,

3 de 0,8 a 1,2: 1, ao longo dos últimos anos. Esse aumento não foi atribuído apenas à ingestão de peixes e mariscos, mas também ao aumento na ingestão de óleos vegetais. Vale ressaltar que os pesquisadores consideraram como AGPI os ácidos graxos poliinsaturados que apresentam duas ou mais duplas ligações, incluindo desta forma os dissaturados, especialmente o ácido linoléico, que geralmente apresenta teores elevados no conteúdo lipídico de um alimento (*DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, 1984; SUGANO; HIRAHARA, 2000*).

A ingestão diária adequada de AGPIs ω -3 ainda não está determinada, entretanto o *Department of Health* recomenda o consumo de 0,2g de AGPI ω -3 de cadeia longa para a prevenção de doenças cardiovasculares e inflamatórias. Alguns autores preconizam consumo diário de EPA + DHA (1,25g, GERSTER, 1997; 0,65g, KRIS-ETHERTON *et al.*, 2000). A ingestão de 0,8 a 1,1g do ALN, também tem sido recomendada por alguns pesquisadores (GALLI; SIMOPOULOS, 1991), apesar da baixa taxa de conversão deste ácido em AGPI ω -3 de cadeia longa, especialmente EPA e DHA, conforme descrito anteriormente.

4 OUTROS COMPONENTES ENCONTRADOS EM PEIXES

Os peixes apresentam não somente ácidos graxos essenciais como também são fontes protéicas de altíssima qualidade, ótima digestibilidade e possuem baixo teor calórico (MARTINO; TAKAHASHI, 2001).

É consenso na literatura científica e comunidade em geral, o alto valor nutricional dos peixes, devido aos teores de proteínas, natureza da gordura, fácil digestibilidade, diversidade de sabores e composição equilibrada. A variação na composição química destes macronutrientes e micronutrientes pode determinar, entre outros fatores, a qualidade do pescado comercializado, bem como determinar o planejamento de programas que visem fornecer ou suplementar uma dieta a grupos populacionais específicos (BADOLATO *et al.*, 1994).

Em geral a composição dos peixes varia consideravelmente, com umidade de 64% a 90%, proteína de 8% a 23%, gordura de 0,5% a 25%, minerais de 1% a 2% e carboidratos menor que 1% (HART; FISHER, 1971; STANSBY, 1973). De acordo com Ackman (1989), os peixes podem ser divididos em quatro categorias quanto ao

menor que 2% de gordura), %baixo teor de gordura+(2-4% de gordura), %semi-gordo+(4-8% de gordura) e %altamente gordo+(maior que 8% de gordura). Hoje se sabe que o teor de gordura dos peixes influencia nas suas características sensoriais. Há registros de que beijupirá (*Rachycentron canadum*) de vida livre quando capturados e consumidos não apresentam sabor e textura tão bons quanto os cultivados, sendo menos aceitos pelos consumidores. Beijupirás cultivados tem alto valor comercial, principalmente no mercado de peixe cru (sashimi), devido ao seu alto teor de lipídios corporal e melhoramento da textura (CHEN et al, 2001).

A investigação da composição química, particularmente com relação à composição de ácidos graxos do conteúdo lipídico de peixes, vem despertando grande interesse da comunidade científica mundial, por estar relacionada diretamente à saúde humana (CASTRO-GONZALEZ, 2002; LIMA *et al.*, 2004; MARTIN *et al.*, 2006; ROS, 2001; UAUY; VALENZUELA, 2000; VON SCHACKY, 2007; WANG *et al.*, 2006).

REFERÊNCIAS

ACKMAN, R. G. Nutritional composition of fats in seafood. **Progress in Food and Nutrition Science**, v. 13, p. 161-241, 1989.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. Scientific Statement. Dietary guidelines. Revision 2000. A statement for health care professionals from the nutrition committee of the American Heart Association. **Circulation**, v.102, p.2284-99, 2000.

ANDREO, D.; JORGE, N. Gordura trans e as implicações na saúde humana. **Rev Nutrição em Pauta**, p. 11-5, 2006.

ANJO, D.F.C. Alimentos Funcionais em angiologia e cirurgia vascular, **Jornal Vascular Brasileiro**, v.3, n 2, p.145-154, 2004.

ARAI, S. Studies on functional foods in Japan: state of the art. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v. 60, p. 9-15, 1996.

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.

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

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

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.

BANDARRA, N. M. et al. Seasonal changes in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). **Journal of Food Science**, v. 62, n. 1, 1997.

BELDA, M.C.R.; POURCHET-CAMPO, M.A.A. Ácidos graxos essenciais em nutrição. Uma visão atualizada. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.11, n.1, p.5-35, 1991.

BORGES, V.C. Alimentos funcionais: prebióticos, probióticos, fitoquímicos e simbióticos. In: Waitzberg DL. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica**. 3.ed. São Paulo: Atheneu. 2000. p. 1495-509.

BORGHESI, R. **Avaliação Físico-Química, Nutricional e Biológica das Silagens Ácida, Biológica e Enzimática Elaboradas com Descarte e Resíduo do Beneficiamento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2004. 108p. Dissertação (Mestrado) . Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução nº18, de 31 abr. 1999.

_____. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC nº2, de 7 jan. 2002.

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

BROUGHTON, K.S. et al. Reduced asthma symptoms with n-3 fatty acid ingestion are related to 5-series leukotriene production. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.65, n.4, p.1011-7, 1997.

BURDGE, G. C.; WOOTTON, S.A. Conversion of alpha-linolenic acid to eicosapentaenoic, docosapentaenoic and docosahexaenoic acids in young women. **The British Journal Nutrition**, v.88, n.4, p.411-20, 2002 (a).

BURDGE, G.C.; JONES, A.E.; WOOTTON, S.A. Eicosapentaenoic and docosapentaenoic acids are the principal products of alpha-linolenic acid metabolism in young men. **The British Journal Nutrition**, v.88, n.4, p.355-63, 2002 (b).

CAMPOS, J.L. Produção intensiva de peixes de couro no Brasil. In: **Simpósio sobre manejo e nutrição de peixes**, 2, 1998, Piracicaba, São Paulo. Anais... Piracicaba, 1998. p.61-72.

CANDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Alimentos funcionais. Uma revisão. **Boletim da SBCTA**, v. 29, n. 2, p. 193-203, 2005.

ga- 3 fatty acids: benefits and sources.

Interciência, v. 27, p. 126-136, 2002.

CATACUTAN, M. R.; PAGADOR, G. E.; TESHIMA, S. Effect of dietary protein and lipid levels and protein to energy ratios on growth, survival and body composition of the mangrove red snapper, *Lutjanus argentimaculatus* (Forsskal 1775). **Aquaculture Research**, v. 32, p. 811-818, 2001.

CAVALHEIRO, J. M. O.; SOUZA, E. O.; BORA, P. S. Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilápia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. **Bioresource technology**, v.98, n. 1.3, p.602-606, 2007.

CHARDIGNY, J. M.; BRETILLON, L.; SÉBÉDIO, J. L. New insights in health effects of trans alpha-linolenic acid isomers in humans. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.103, n.7, p.478-82, 2001.

CHEN, Z.F. et al. **Flesh lipid composition and distribution and fatty acid composition of cultured cobia**. The Research Report of the Project n°. 90A-3.1.4-F-A1 (02) to Concil of Agriculture. Taiwan: ROC. 2001. 15 p.

CHOU, L.; SU, M.; CHEN, H. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v.193, p. 81-89. 2001.

COLLI, C.; SARDINHA, F.; FILISETTI, T.M.C.C. Alimentos Funcionais. In: **Guia de Medicina Ambulatorial e Hospitalar**. São Paulo: Manole. 2003. p.66-67.

CRAIG, S.R.; SCHWARZ, M.H.; McLEAN, E. Nutrition research with cobia. **Global Aquaculture Advocate**, v.8, p.76-78, 2005.

DE LA PRESA, O.S.; INNIS, S.M. Docosahexaenoic and arachidonic acid prevent a decrease in dopaminergic and serotonergic neurotransmitters in frontal cortex caused by a linoleic and alpha-linolenic acid deficient diet in formula-fed piglets. **Journal Nutrition**, v.129, p.2088-93, 1999.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Report on Health and Social Subjects nº 28**. Diet and Cardiovascular Disease. London: HMSO. 1984.

DEPARTMENT OF HEALTH. **Report on Health and Social Subjects nº 46**. Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease. London: HMSO. 1994. 178p.

EMKEN, E. A.; ADLOF, R. O.; GULLEY, R. M. Dietary linoleic acid influences desaturation and acylation of deuterium-labeled linoleic acids in young adult males. **Biochimica et Biophysica Acta : BBA.Lipids and Lipid Metabolism**, v.1213, p.277-288, 1994.

FERNANDES, E.B.; OLIVEIRA, C.Z.C.; OLIVEIRA, M.C.P. Desenvolvimento de alevinos de "pintado", *Pseudoplatystoma coruscans* (AGASSIZ, 1829) mediante alimentação artificial. In: **X Simpósio brasileiro de aquicultura**, Recife, PE. Resumos... Recife, 1998. p.59.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

AN, J.T. Modulation of breast cancer growth in nude mice by ω 3 lipids. **Health effects of ω 3 polyunsaturated fatty acids in seafoods**, v. 66, 1991.

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, n. 3, p. 459-471, Jul. 1999.

GALLI, C.; SIMOPOULOS, A. P. Dietary ω -3 and ω -6 fatty acids: biological effects and nutritional essentiality. Plenum Press, New York, 1989. p. 391-402. Apud: **The American Journal of clinical nutrition**; v. 54, p. 438-63, 1991.

GERSTER, H. Can adults adequately convert alfa- linolenic (18:3n-3) to eicosapentaenoic acid (20:5n-3) and docosahexaenoic acid (22:6n-3). **Int. J. Vit. Nutr. Res.**, v. 68. p. 159-73, 1997.

GOKÇE, M. A. et al. Seasonal variation in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). **Food Chemistry**, v. 88, p. 419-423, 2004.

GUS, I; FISCMANN, A.; MEDINA, C. Fatores de risco da doença arterial coronariana. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v.78, n.478-83, 2002.

HAARD, N. F. et al. Stabilization of protein and oil in fish silage for use as a ruminante feed supplement. **Journal of Science Food and Agriculture**, v. 36, p. 229-241, 1985.

HARPER, H.A. **Manual de química fisiológica**. 7.ed. São Paulo : Atheneu, 1994.

HART, F. L.; FISHER, H. J.. **Análisis moderno de los alimentos**. Zaragoza, Acribia, cap. 10, p. 249. 1971.

JENSEN, C.L. et al. Effects of maternal docosahexaenoic acid intake on visual function and neurodevelopment in breastfed term infants. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.82, p.125-32, 2005.

JONES, P.J.H.; KUBOW, S. Lipídios, esteróis e seus metabólitos. In: **Tratado de Nutrição Moderna na saúde e na Doença**. 9. ed. São Paulo: Manole, 2002.p.1243-48.

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

KIM, K.I. Re-evaluation of protein and amino acid requirements of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.151, p.3-7, 1997.

KOLETZKO, B. et al. Physiological aspects of human milk lipids. **Early Human Development**, v.65, p.S3-18, 2001. Suplemento.

KRIS-ETHERTON, P.M. et al. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.71, n.1 p.179S-88, 2000. Suplemento.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

ROBITZA, T. Preparo de Rações e Estratégias de Alimentação no Cultivo Intensivo de Peixes Carnívoros. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS. Campos do Jordão. **Anais...** Campos de Jordão, 1995. p.91-109.

_____. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados.** Campo Grande. 1998. p.113.

KUCUK, O. New opportunities in chemoprevention. **Cancer Invest.**, v.20, n.2, p.237-45, 2002.

LIMA, M. F. et al. Omega 3 fatty acid (DHA: 22:6 n-3) and neonatal development: aspects related to its essentiality and supplementation. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 28, p. 65-77, 2004.

LORGERIL, M. et al. Mediterranean alpha-linolenic acid rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. **The Lancet**, v.343, n.8911, p.1454-9, 1994.

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

LUZ, R. K. et al. Desenvolvimento de alevinos de trairão alimentados com dietas artificiais em tanques de cultivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, Jul. 2001.

LUZIA, L. A. et al. The influence of season on the lipid profile of five commercially important species of Brazilian fish. **Food Chemistry**, v. 83, p. 93-97, 2003.

MACHADO, F.M.S.; SANTIAGO,V.R. Os benefícios do consumo de alimentos funcionais. In: TORRES, E.A.F.; MACHADO, F.M.S. **Alimentos em questão: uma abordagem técnica para as dúvidas mais comuns.** São Paulo: Ponto Crítico. 2001. p. 35-43.

MAHAN, L.K., ESCOTT-STUMP, S. Lipídeos. In: _____. **Krause: alimentos, nutrição & dietoterapia.** 9.ed. São Paulo: Roca. 1998. p. 51-53.

MARTIN, C. A. et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, 2006.

MARTINO, R.C.; TAKAHASHI, N.S. A importância da adição de lipídios em rações para aqüicultura. **Revista Óleos & Grãos**, v.58, p.32-37, jan.-fev., 2001.

MASTERS, C. n-3 Fatty acids and the peroxissome. **Molecular and Cellular Biochemistry**, v.165, n.2, p.83-93, 1996.

MONTEIRO, C.A. et al. Da desnutrição para a obesidade: a transição nutricional no Brasil. In: MONTEIRO, C.A. (Org.). **Velhos e novos males da saúde no Brasil.** São Paulo: Editora Hucitec/Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde. 2000. p. 247-55.

MORRIS, M.C. et al. Consumption of Fish and n-3 Fatty Acids and Risk of Incident Alzheimer Disease. **Archives of Neurology**, v.60, p. 940-946, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of fish**. Washington, (D.C): National Academy Press. 1993. 114p.

NESTEL, P. Fish oil and cardiovascular disease: lipids and arterial function. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 71, p. 228-231, 2000.

NEW, M.; CSAVAS, I. Will there be enough fish meal for fish meals. **Aquaculture Europe**, v.19, n.3, p.6-13, 1995.

NUNES, A.J.P. Panorama de cultivo de camarões marinhos no Brasil. **Revista Brasileira de Agropecuária**, n. 1, p. 40-41, 2001.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Agropecuária, 2002. p. 200.

OKADA, T.; MORRISSEY, M. T. Seasonal changes in intrinsic characteristics of Pacific sardine (*Sardinops sagax*). **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 16, n. 1, p. 51-71, 2007.

OLIVEIRA, F.L.C. Imunomodulação. In: _____. **Temas de Nutrição em Pediatria**. n.3, p.24-27, 2004.

PENNINGTON, J.A.T. Food composition databases for bioactive food components. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 15, p. 419-434, 2002.

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. 2000. p. 431-446.

_____. Comparison of the amino acid contents of roe, whole body and muscle tissue and their A/E ratios for largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802). **Aquaculture Research**, v. 34, p. 1-8, 2003.

RECKS; M A.; SEABORN, G T. Variation in fatty acid composition among nine forage species from a southeastern US estuarine and nearshore coastal ecosystem. **Fish Physiology Biochemical**, 2007.

REGO, R. A. et al. Fatores de risco para doenças crônicas não-transmissíveis: inquérito domiciliar no Município de São Paulo, SP (Brasil). Metodologia e resultados preliminares. **Revista de Saúde Pública**, v. 24, n. 4, p. 277-285, 1990.

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.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Prevenção de doenças vasculares. III-Alimentos
de Cardiologia, v. 77, p. 297-300, 2001.

SANDER, A. B. T. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Europe. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 71, p. 176-178, 2000.

SCHAEFER, E.J. Lipoproteins, nutrition, and heart disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.75, n.2, p.191-212, 2002.

SCHMIDT, M. A. **Gorduras inteligentes**. Tradução de Dirceu Henrique Pereira. São Paulo : Editora Roca, 2000. p. 231.

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). July 22-25, 2004. p. 115-116

SHIRAI, N.; TERAYAMA, M.; TAKEDA, H. Effect of season on the fatty acid composition and free amino acid content of the sardine *Sardinops melanostictus*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 131, part B, p. 387-397, 2002.

SIGNOR, A. A. et al. Silagem ácida de resíduos de Tilápias em rações artesanais na alimentação da Tilápia do Nilo na fase inicial. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, **Anais...**Goiânia: SBZ, 2005.

SIMOPOULOS, A. P. Fatty acids. In: **Functional Foods**, Goldberg, I. (Ed.). 1994. Cap. 16, p.355-392.

_____. Omega 3 fatty acids in wild plants, nuts and seeds. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v.11, n.6, p.S163-73, 2002.

_____. Omega 6/omega 3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. **Food Reviews International**, v.20, n.1, p.77-90, 2004.

SPOSITO, A. C. et al. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 88, p. 2-19, 2007. Suplemento.

STANSBY, M. E. Polyunsaturates and fat in fish flesh. **Journal American Dietetic Association**, v. 63, p. 625-630, 1973.

SUGANO, M.; HIRAHARA, F. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Japan. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, p. 189S-96S, 2000. Suplemento.

UAUY, R.; VALENZUELA, A. Marine oils: the health benefits of n-3 fatty acids. **Nutrition**, v. 16, p. 680-84, 2000.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

entração de ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA) em peixes marinhos da costa brasileira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, 2000.

VON SCHACKY, C. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. Lipid metabolism and therapy. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 10, n. 2, p. 129-135, 2007.

WALZEM, R. L. Functional Foods. **Trends in Food Science and Technology**. v. 15, p. 518, 2004.

WANG, C. et al. L. n-3 Fatty acids from fish or fish-oil supplements, but not α -linolenic acid, benefit cardiovascular disease outcomes in primary- and secondary-prevention studies: a systematic review. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, p. 5-17, 2006.

WARD, O. P. Microbial production of long-chain PUFAs. **Biotechnology Inform**, v. 6, n. 6, p. 683-687, 1995.

WEBER, P.C.; LEA, F.A. Cardiovascular effects of ω 3 fatty acids. Atherosclerosis risk factor modification by ω 3 fatty acids. In: **Health effects of ω 3 polyunsaturated fatty acids in seafoods**, v. 66. (Eds.), p.218-232, Basel: Karger, 1991.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Joint Consultation: fats and oils in human nutrition. **Nutrition Reviews**, v.53, n.7, p.202-5, 1995.

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

ZANARINI, M.C.; FRANKENBURG, F.R. Omega-3 fatty acid treatment of women with borderline personality disorder: a double-blind, placebo-controlled pilot study. **The American Journal of Psychiatry**, v.160, p.167-9, 2003.

ZLATANOS, S.; LASKARIDIS, K. Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish - sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*). **Food Chemistry**, v. 103, p. 725-728, 2007.

CAPÍTULO II

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL MUSCULAR DE BEIJUPIRÁS (*Rachycentron canadum*) ALIMENTADOS COM DIETA À BASE DE SILAGEM ÁCIDA DO RESÍDUO DE CAMARÃO BRANCO (*Litopenaeus vannamei*)

RESUMO

Sessenta juvenis de beijupirá (*Rachycentron canadum*) com aproximadamente $99 \pm 8,24$ g foram distribuídos, casualmente, em 15 tanques de 250 L, em sistema de recirculação de água fechado, por 45 dias. Os peixes foram alimentados com cinco dietas (48:12 proteína:lipídio; 4200kcal/kg) em três repetições, utilizando-se, como parte da fonte protéica a silagem ácida de resíduo de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) em cinco níveis de inclusão (0, 4, 8, 12 e 16%), *ad libitum*, duas vezes ao dia. A composição centesimal do tecido muscular dos peixes foi avaliada ao final do experimento e os percentuais de umidade (76,33-78,46%), cinzas (1,36-1,42%), proteínas (17,86-19,82%) e matéria seca (21,54-23,03%) encontrados, foram semelhantes aos registrados na literatura cultivados com diferentes dietas. Os teores de proteína bruta dos tecidos musculares resultantes dos diferentes tratamentos foi o único parâmetro que não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$). Dentre os componentes analisados destacam-se os teores de lipídios totais com variação entre 0,59-1,83%. Os peixes tratados com a dieta controle e contendo 16% de inclusão de silagem de camarão apresentaram menores teores de lipídios no tecido muscular (0,59% e 0,69% respectivamente), enquanto os que receberam dieta com 12% de inclusão de silagem apresentaram os maiores teores (1,83%). A silagem de camarão pode ser utilizada como parte da fonte protéica em dietas para beijupirá não interferindo no valor nutricional do tecido muscular, aumentando o teor de lipídios totais.

Palavras-chave: beijupirá; *Rachycentron canadum*; nutrição; silagem; *Litopenaeus vannamei*; composição centesimal.

ABSTRACT

PROXIMATE COMPOSITION OF COBIA (*Rachycentron canadum*) FED WITH ACID SILAGE OF WHITE SHRIMP WASTE (*Litopenaeus vannamei*).

Sixty juvenile cobia (*Rachycentron canadum*), weighing approximately 99 ± 8.24 g, were randomly distributed into each of 15 tanks of 250 liters in a recirculation unit for 45 days. Fish were fed one of five diets (48:12 protein:lipid; 4.200kcal/kg), in three replicates, using as protein source white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) waste acid silage in five inclusion levels (0, 4, 8, 12 and 16%), to apparent satiation, twice daily. Proximate body composition was evaluated at the end of the experiment and the percent moisture (76.33-78.46%), ash (1.36-1.42%), proteins (17.86-19.82%) and dry matter (21.54-23.03%) were similar to those reported in the literature cultivated with different diets. The crude protein of muscle tissue resulting from different treatments was the only parameter that showed no significant difference ($p > 0.05$). Among the components evaluated, total lipids content showed greater variation (0.59-1.83%). Fish fed conventional diet and diet containing 16% silage showed lower levels of lipids in muscle tissue (0.59% and 0.69% respectively), while those who received diet with 12% silage had highest levels (1.83%). Silage of white shrimp can be used as protein source in diets without interference on the nutritional value in muscle tissue, increasing the level of total lipids.

Keywords: cobia; *Rachycentron canadum*; nutrition; silage; *Litopenaeus vannamei*; body composition.

Beijupirá (*Rachycentron canadum*) é uma espécie carnívora pertencente à família *Rachycentridae*, que possui ampla distribuição em regiões tropicais, subtropicais e temperadas, com exceção da região leste do Oceano Pacífico (BRIGGS, 1960). Atualmente, o interesse para o domínio total da produção dessa espécie tem motivado estudos em todo o mundo. Esse interesse é atribuído à sua robustez, ao seu rápido crescimento e à qualidade de carne (FRANKS; WARREN; BUCHANAN, 1999). Além disso, a espécie se reproduz prontamente em cativeiro (ARNOLD; KAISER; HOLT, 2002), apresenta alta sobrevivência após adaptação ao alimento seco (KAISER; HOLT, 2004), se adapta muito bem ao confinamento e aceita facilmente rações comerciais extrusadas (SCHWARZ *et al.*, 2004; CRAIG *et al.*, 2005). Entretanto, o custo de produção das rações para carnívoros é especialmente elevado (PORTZ & CYRINO, 2000).

Na piscicultura, a alimentação corresponde a 50-70% do custo de produção (KUBITZA, 1998) sendo a proteína o componente mais oneroso da dieta, desempenhando importante função na síntese do tecido muscular e metabolismo energético dos peixes (RODRIGUEZ-SERNA *et al.*, 1996; WU *et al.*, 1995; OZORIO *et al.*, 2006). Muitos estudos nutricionais têm sido realizados com o intuito de identificar novas fontes protéicas que, quando utilizadas, possibilitem a redução dos custos da alimentação e possíveis substitutos para a farinha de peixe (BALOGUN & FAGBENRO, 1995; NEW & CSAVAS, 1995; CHOU *et al.*, 2001).

Alguns estudos realizados demonstraram a possibilidade da utilização de silagem (ácida, biológica e enzimática) como ingrediente protéico em rações balanceadas para peixes, como substituto parcial da farinha de peixe (BORGHESI, 2004), destacando-se a silagem do resíduo de pescado por representar fonte protéica de alta qualidade, ser ricos em minerais e possuir boa palatabilidade (HAARD *et al.*, 1985; SIGNOR *et al.*, 2005). A cabeça do camarão é um resíduo abundante na indústria camaroneira e importante fonte de proteína (CAVALHEIRO *et al.*, 2007). No Brasil, somente no ano de 2000, cabeças de camarão da espécie *Litopenaeus vannamei* constituíram aproximadamente 8.250 t, da produção nacional total de 25.000 t de camarão (NUNES, 2001). O aproveitamento deste resíduo, como ingrediente de rações para peixes carnívoros, parece ser uma boa alternativa do ponto de vista econômico e nutricional.

objetivo avaliar a composição centesimal do tecido muscular de juvenis de beijupirá (*Rachycentron canadum*) sob o efeito da alimentação com rações com silagem de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ELABORAÇÃO DAS DIETAS

Cinco dietas experimentais, isoprotéicas (48%) e isoenergéticas (4200 Kcal/Kg), usando silagem do resíduo do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) em diferentes níveis de inclusão (0, 4, 8, 12 e 16%), foram formuladas, com base em estudos prévios, para atender às necessidades nutricionais da espécie (ZHOU *et al*, 2007). A silagem foi preparada adicionando-se 3% v/p de uma mistura 1:1 do ácido propiônico (100% v/v) e fórmico (80% v/v) ao resíduo do camarão branco, *Litopenaeus vannamei* "in natura". O BHT (butil-hidroxitolueno) na concentração de 0,02g/100g foi adicionado à silagem como antioxidante. A mistura foi homogeneizada constantemente, mantida em temperatura ambiente até pH 4,0. Na formulação, a silagem ácida foi misturada na forma úmida aos ingredientes previamente triturados (0,5 mm). As rações foram peletizadas em grânulos de diâmetro de 1,5 mm e posteriormente, secas em estufa com circulação de ar a 60°C por 24h. A composição aproximada das dietas está apresentada na **Tabela 1**.

2.2 PEIXES E DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

Sessenta juvenis de beijupirá de aproximadamente $99 \pm 8,24$ g foram adquiridos a partir de desova espontânea em tanques da Estação Experimental de Maricultura da empresa BAHIA PESCA S.A. (Santo Amaro, Bahia) onde o experimento foi realizado. Os peixes foram distribuídos, aleatoriamente, em 15 tanques experimentais de 250L, quatro por tanque, em sistema fechado de recirculação de água, com troca total a cada 3 horas, utilizando filtro biológico e aeração forçada por difusores.

o química-bromatológica das dietas com silagem de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*), em vários níveis de inclusão.

Ingredientes	Níveis de Inclusão (%)				
	T1 (0%)	T2 (4%)	T3 (8%)	T4 (12%)	T5 (16%)
Silagem de Camarão	0	4,00	8,00	12,00	16,00
Farinha de Peixe	45,74	41,85	38,10	34,10	30,20
Farelo de Soja	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Farelo de Milho	8,80	8,60	8,00	8,00	8,00
Farelo de Trigo	8,00	8,00	7,60	8,00	8,00
Óleo de Soja	7,14	7,23	7,98	7,58	7,48
Mistura Vitamínica/ minerais ¹	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
BHT(antioxidante)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
* Composição em nutrientes analisados (na matéria seca)					
Energia Bruta (Kcal/g)	4047,23	4044,69	4078,64	4048,78	4036,13
Proteína Bruta (%)	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Fibra Bruta (%)	2,83	3,08	3,29	3,59	3,85
Lipídio Bruto (%)	12,68	12,82	13,61	13,29	13,25
Cinzas (%)	0,82	0,89	0,94	0,99	1,03

¹ Composição da mistura vitamínica /Kg: Vitamina A . 6000 UI, Colina. 54,2 mg, Vitamina D3. 2250 UI, Niacina . 30 mg, Biotina . 2 mg, Vitamina B12 . 20 mcg, Vitamina C- 192,5 mg, Vitamina E . 75mg, vitamina K3- 3mg, Ácido pantotênico . 30 mg, Ácido fólico . 3 mg, Piridoxina . 8 mg, Riboflavina . 10 mg, Tiamina . 5 mg, Antioxidante- 1,98 mg.

Composição da mistura mineral/Kg: Selenio . 0,4 mg, Cobre . 15 mg, Zinco . 150 mg, Manganês . 60 mg, Iodo . 4,5 mg, Cobalto . 2 mg, Ferro . 100 mg.

Diariamente foram aferidos os parâmetros temperatura, pH. A aeração foi constante, a temperatura média da água foi de 29°C e o pH médio 7,59.

Os juvenis de beijupirá foram alimentados duas vezes ao dia, 10 e 16h, *ad libitum*, sendo testados os cinco tratamentos em três repetições cada. Após 45 dias, ao final do experimento, os peixes apresentaram uma média de peso de 123,38g, e um peixe de cada tanque, ou seja, três peixes de cada tratamento foram sacrificados com overdose de benzocaína, após jejum de 24h, e uma amostra do tecido muscular retirada da região dorsal foi triturada em processador e congelada (-18°C). As amostras foram transportadas, acondicionadas termicamente, para o Laboratório de Pescado e Cromatografia Aplicada (LAPESCA), situado na Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, onde foi realizada, em triplicata para cada amostra, determinação do teor de cinzas, umidade, lipídios totais e proteínas.

A umidade e a matéria seca foram determinadas pelo método gravimétrico, utilizando-se estufa regulada a 105 °C, de acordo com as normas analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985). Os lipídios totais do tecido muscular dos juvenis foram determinados por gravimetria. A extração dos lipídios foi realizada pelo método de extração a frio BLIGH e DYER (1959) e o extrato clorofórmico obtido foi seco em estufa com circulação de ar e posteriormente pesado. Através do método micro Kjeldahl, efetuando-se os cálculos necessários, foi determinado o percentual de proteína das amostras. Foi usado fator de conversão 6,25 (A.O.A.C., 1990). O teor de cinzas foi medido gravimetricamente após calcinação das amostras em mufla a 550°C por 4 horas (I.A.L., 1985).

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos foram submetidos, inicialmente, aos testes de Kolmogorov - Smirnov e Levene para verificar se havia distribuição normal e homogeneidade das variâncias dos tratamentos, respectivamente. Uma vez que esses pressupostos foram atendidos, para a comparação entre as médias, foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) com nível de significância (α) fixado em 5%. Para as variáveis onde as médias dos tratamentos apresentaram diferença significativa, foi realizado Teste de Turkey, para comparação entre pares de médias. As análises foram processadas utilizando o software estatístico R (software de domínio público disponível em www.r-project.org).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados nas análises de composição centesimal do tecido muscular de beijupirás (*Rachycentron canadum*) alimentados com diferentes níveis de inclusão de silagem de camarão na dieta estão apresentados na **Tabela 2**. Os valores de P obtidos pela análise de variância (ANOVA) dos parâmetros estudados estão relacionados na **Tabela 3**. Foi observado que somente os percentuais de proteína, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), sendo que para o

e a menor quantidade de proteína (17, 86%) no músculo dos beijupirás.

Os resultados encontrados foram semelhantes aos de Lunger *et al.*, que avaliaram a suplementação de proteína organicamente certificada nas dietas de juvenis de beijupirá em estudo nutricional e determinaram teor de lipídios totais (0,86-1,88%), matéria seca (21,72-24,63%), proteínas (18,73-20,18%) e cinzas (1,34-1,93%) (LUNGER *et al.*, 2007).

Tabela 2: Composição centesimal do tecido muscular de beijupirá (*Rachycentron canadum*) alimentado com diferentes níveis de inclusão de silagem de camarão na dieta.

Nível de inclusão	T1 (0%)	T2 (4%)	T3 (8%)	T4 (12%)	T5 (16%)
Umidade	78,46 a ± 0,23	77,33 bc ± 0,19	76,97 c ± 0,02	77,16 c ± 0,68	78,05 ab ± 0,11
Cinzas*	1,64 a ± 0,03	1,40 b ± 0,10	1,42 b ± 0,04	1,36 b ± 0,05	1,36 b ± 0,01
Lipídios Totais*	0,59 d ± 0,03	1,49 b ± 0,03	1,48 b ± 0,02	1,83 a ± 0,03	0,69 c ± 0,01
Proteína*	17,86 a ± 0,18	18,40 a ± 1,19	19,72 a ± 1,01	19,82 a ± 0,38	18,91 a ± 0,71
Matéria Seca	21,54 d ± 0,23	22,67 abc ± 0,19	23,03 a ± 0,02	22,84 ab ± 0,68	21,95 cd ± 0,11

Média dos resultados expressos em percentual (%) ± desvio padrão

*Cálculos relativos à matéria úmida.

Tabela 3: Análise de variância (ANOVA) da composição centesimal do tecido muscular de beijupirá (*Rachycentron canadum*) alimentado com diferentes níveis de inclusão de silagem de camarão.

Parâmetros	Erro Padrão	ANOVA (Pr > Fc)
Umidade	0,27	0,0012
Cinzas	0,04	0,0005
Lipídios Totais	0,02	0,0000
Proteína	0,64	0,0517
Matéria seca	0,27	0,0012

A Figura 1 mostra a comparação dos teores de cinzas, lipídios totais e proteína bruta das rações com diferentes teores de inclusão de silagem ácida de camarão e os obtidos nos respectivos tecidos musculares dos beijupirás.

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

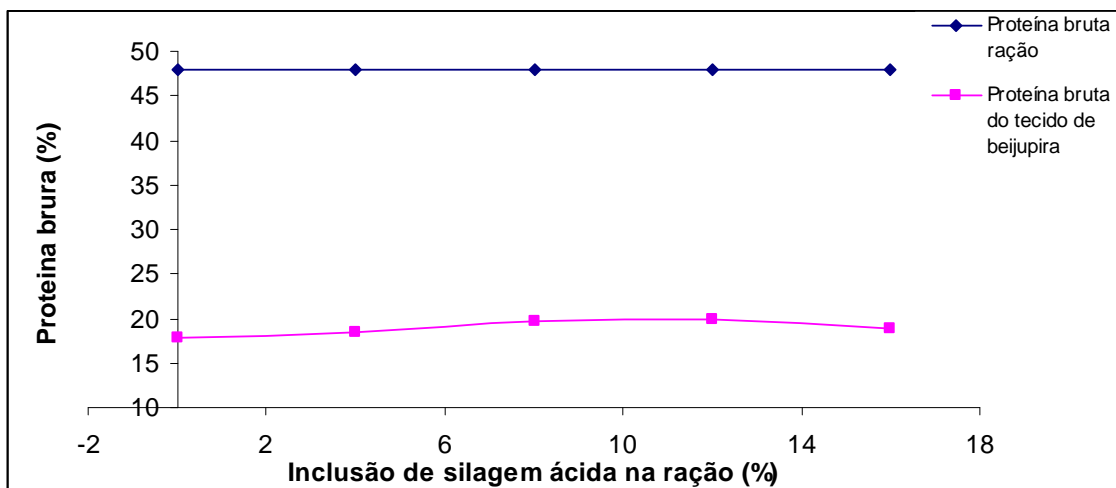
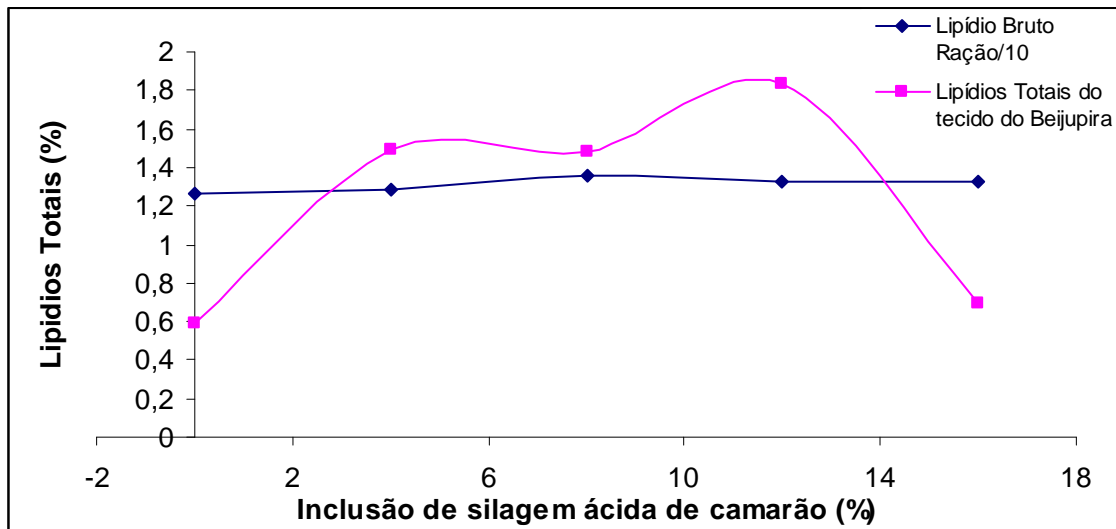
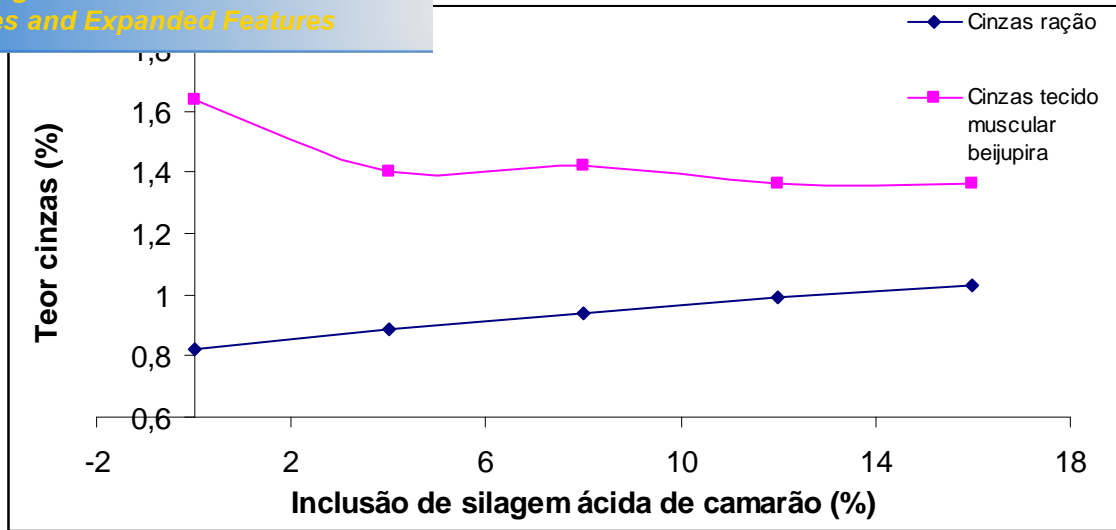


Figura 1 - Comparativo dos teores de cinzas, lipídios totais e proteína bruta das rações com diferentes teores de inclusão de silagem ácida de camarão e os obtidos nos respectivos tecidos musculares dos beijupirás.

O teor de cinzas do tecido muscular dos beijupirás diminuiu à medida que aumentou o nível de inclusão da silagem de camarão nas dietas (4-16%), sendo

culo dos juvenis do grupo controle (0% de inclusão

de silagem) (Figura 1).

O teor de lipídios totais do tecido muscular dos beijupirás alimentados com dietas contendo de 4 a 12% de inclusão de silagem ácida de camarão aumentou quando comparados ao controle, sendo que quando o nível de inclusão de silagem de camarão foi de 12% o teor de lipídios totais do tecido foi aproximadamente 3 vezes superior aos desse grupo (Figura 1).

O teor de proteína bruta dos tecidos musculares de beijupira não sofreu variação com os diferentes níveis de inclusão de silagem ácida de camarão na ração (Figura 1).

Em estudo realizado para avaliar a influência da temperatura no desenvolvimento de beijupirás observou-se que o teor de proteínas variou de 14,88 a 17,85% (SUN *et al.*, 2006). No presente estudo, o percentual de proteínas no tecido muscular não diferiu significativamente entre os tratamentos ($p>0,05$). A constância da temperatura da água pode justificar esse resultado. O percentual de proteínas nos músculos de peixes representa resultado de grande importância do ponto de vista nutricional, pois essas proteínas possuem altíssima qualidade, ótima digestibilidade e baixo teor calórico (MARTINO & TAKAHASHI, 2001).

Em experimento realizado por Zhou *et al.*, foi avaliada a composição do tecido muscular de juvenis de beijupirá alimentados com 5 diferentes níveis do aminoácido lisina. Os resultados obtidos, exceto para lipídios totais, foram semelhantes aos do presente trabalho. O percentual de umidade encontrado variou de 75,06. 78,49% e de cinzas 1,23. 1,63%. Para proteínas 17,34-22,01% e lipídios totais 3,79-4,83% (ZHOU *et al.*, 2007).

Craig *et al.* conduziram estudo nutricional para avaliar o efeito de vários níveis de proteínas e lipídios em dietas de juvenis de beijupirá. Dentre os resultados encontrados observou-se nos músculos dos peixes teores de lipídios totais de 1,37-3,35%. Foi encontrado teor de lipídios totais médio de 1,93% no músculo dos peixes que receberam dietas com proporções de proteínas e lipídios semelhantes ao atual experimento (50:12) (CRAIG; SCHWARZ; McLEAN, 2006).

Wang e outros ao avaliarem a influência de diferentes níveis de lipídios (5, 15 e 25%) na dieta de juvenis de beijupirá encontraram valores percentuais de cinzas de 1,35-1,42%, de proteínas entre 18,86-19,69% e de umidade variando entre 71,13-75,42%. Esses resultados assemelham-se aos encontrados no presente

lipídios totais encontrados por Wang no tecido muscular dos juvenis foram superiores (6,58% para os peixes que receberam dieta com 15% de lipídios e 8,74% para os tratados com 25%) (WANG *et al.*, 2005).

Com base em resultados publicados na literatura, observou-se que o teor de lipídios da carcaça de beijupirás cultivados apresenta grande variação quando se altera as condições nutricionais, enquanto outros componentes, tais como teor de cinzas, umidade e proteínas quase sempre são semelhantes.

Dentre os componentes determinados no presente estudo, os teores de gordura apresentaram maior variação (0,59-1,83%). Os peixes tratados com dieta controle e contendo 16% de inclusão de silagem de camarão apresentaram menores teores de lipídios no tecido muscular (0,59% e 0,69% respectivamente), enquanto os que receberam dieta com 12% de inclusão de silagem apresentaram os maiores teores (1,83%). Nos tratamentos que receberam dieta com nível de inclusão de silagem de 4% e 8% o percentual de gordura dos peixes foi semelhante.

Costa (2007) realizou estudo nutricional similar, utilizando silagem ácida de camarão em cinco níveis de inclusão na dieta de alevinos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Os peixes que receberam a dieta controle apresentaram maior teor de lipídios (1,37%) seguido daqueles que receberam dietas contendo 4% de inclusão de silagem (1,24%). Os juvenis de tilápia que consumiram dieta com 8% de inclusão de silagem apresentaram valores de lipídios totais médio de 0,99%, sendo que o percentual de gordura não variou nos juvenis alimentados com 12 e 16% do ensilado (0,79%). Foi constatado o decréscimo do teor de lipídio no músculo dos peixes à medida que o teor de silagem das dietas aumentava (COSTA, 2007). No beijupirá, ao contrário das tilápias, o teor de lipídios no tecido muscular foi crescente até o nível de inclusão de 8%. Isso indica a resposta peculiar de cada espécie frente a preferência de rota metabólica utilizada.

O teor de lipídios no beijupirá apresenta importância no aspecto sensorial, pois há registros de que beijupirá de vida livre quando capturados e consumidos não apresentam sabor e textura tão bons quanto os cultivados, sendo menos aceitos pelos consumidores. Quando cultivados, têm alto valor comercial, principalmente no mercado de peixe cru (sashimi), devido ao seu alto teor de lipídios corporal e melhoramento da textura (CHEN *et al.*, 2001).

Além disso, sabe-se hoje que lipídios oriundos de peixes possuem alto valor nutricional por serem ricos em ácidos graxos polinsaturados (destacando-se EPA e

do importantes na alimentação humana. Portanto é necessária a realização de estudo complementar para avaliar a composição dos ácidos graxos dos peixes analisados.

4 CONCLUSÕES

A substituição parcial de farinha de peixe, fonte protéica convencional usada em dietas para beijupirá (*Rachycentron canadum*), por silagem ácida de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) em percentuais de 4 a 16% não alterou significativamente o teor de proteína bruta, mas diminuiu significativamente o teor de cinzas e aumentou significativamente o teor de lipídios totais, quando comparados ao controle. O teor de lipídios totais no tecido muscular do beijupirá aumentou progressivamente quando a inclusão de silagem ocorre na proporção de até 12%, decrescendo em seguida, possivelmente houve um aumento da qualidade da gordura. No entanto, observou-se a necessidade de análises posteriores para elucidação da composição de ácidos graxos que compõe os lipídios dos peixes, para que a qualidade nutricional dos mesmos possa ser avaliada.

O uso de silagem ácida de camarão branco pode substituir a fonte convencional de proteína das dietas na nutrição de beijupirá cultivado, sem trazer prejuízos à composição corporal da espécie, viabilizando sua produção na piscicultura marinha pela redução dos custos e ao mesmo tempo diminuindo o impacto ambiental de descarte do resíduo de camarão.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15.ed. Arlington. p.1117, 1990.

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.

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.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry**, v. 37, p. 911-17, 1959.

BORGHESI, R. **Avaliação Físico-Química, Nutricional e Biológica das Silagens Ácida, Biológica e Enzimática Elaboradas com Descarte e Resíduo do Beneficiamento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2004. 108p. Dissertação (Mestrado) . Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo

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

CAVALHEIRO, J. M. O.; SOUZA, E. O.; BORA, P. S. Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. **Bioresource technology**. v.98, n.1.3, p.602-606, 2007.

CHEN, Z.F. et al. **Flesh lipid composition and distribution and fatty acid composition of cultured cobia**. The Research Report of the Project n^o. 90A-3.1.4-F-A1 (02) to Concil of Agriculture. Taiwan: ROC. 2001. 15p .

CHOU, L.; SU, M.; CHEN, H. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**. v.193, p. 81-89, 2001.

COSTA, C.N. **Avaliação da silagem ácida do resíduo do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) como fonte protéica na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. Dissertação (Mestrado) . Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia.

CRAIG, S.R.; SCHWARZ, M.H.; McLEAN, E. Nutrition research with cobia. **Global Aquaculture Advocate**, v.8, p.76-78, 2005.

_____. 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.

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, n. 3, p. 459-471, Jul. 1999.

HAARD, N. F. et al. Stabilization of protein and oil in fish silage for use as a ruminante feed supplement. **Journal of Science Food and Agriculture**, v. 36, p. 229-241, 1985.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3. ed. São Paulo. 1985. v.1. (Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos).

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

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados**. Campo Grande. 1998. p.113.

- AIG, S.R. The effects of organic protein supplementation upon growth, feed conversion and texture quality parameters of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v. 264, p. 342-352, 2007.
- MARTINO, R.C.; TAKAHASHI, N.S. A importância da adição de lipídios em rações para aquicultura. **Revista Óleos & Grãos**, v.58, n.32-37, jan.-fev., 2001.
- NEW, M.; CSAVAS, I. Will there be enough fish meal for fish meals. **Aquaculture Europe**, v.19, n.3, p.6-13, 1995.
- NUNES, A.J.P. Panorama de cultivo de camarões marinhos no Brasil. **Revista Brasileira de Aquicultura**, n. 1, p. 40-41, 2001.
- OZORIO, R.O.A. et al. A. Growth performance and body composition of white sea bream (*Diplodus sargus*) juveniles fed diets with different protein and lipid levels. **Aquaculture Research**, v.37, p.255-263, 2006.
- 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. 2000. p. 431-446.
- 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.
- SCHWARZ, M. et al. Status of cobia research and production. In: **Proceedings of the 5th International Conference on Recirculating Aquaculture**, USA. Roanoke, (VA). July 22-25, 2004. p. 115-116
- SIGNOR, A. A. et al. Silagem ácida de resíduos de Tilápias em rações artesanais na alimentação da Tilápia do Nilo na fase inicial. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, **Anais...**Goiânia: SBZ, 2005.
- SUN, L.; CHEN, H.; HUANG, L. Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v.261, p.872-878, 2006.
- WANG, J.T. et al. Effect of dietary lipid level on growth performance, lipid deposition, hepatic lipogenesis in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v.249, p. 439-447, 2005.
- WU, Y.V. et al. Utilization of corn gluten feed by Nile tilapia. **Progressive Fish Culturist**. V. 57, p. 305-309, 1995.
- ZHOU, Q.C. et al. Dietary lysine requirement of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v. 273, p. 634-640, 2007.

CAPÍTULO III

UTILIZAÇÃO DA SILAGEM ÁCIDA DO RESÍDUO DE CAMARÃO BRANCO (*Litopenaeus vannamei*) NA ALIMENTAÇÃO DO BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*) E SUA IMPLICAÇÃO NO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS CORPORAL

RESUMO É Um estudo de seis semanas foi realizado para avaliar o efeito do uso de silagem de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) em dietas de beijupirá (*Rachycentron canadum*) sob o perfil de ácidos graxos do tecido muscular. Foram testadas cinco dietas isoprotéicas (48%) e isoenergéticas (4200 kcal/kg), utilizando-se a silagem como parte da fonte protéica, em cinco níveis de inclusão (0, 4, 8, 12 e 16%). Sessenta juvenis ($99 \pm 8,24$ g) foram distribuídos, casualmente, em 15 tanques de 250 L sendo cada tratamento realizado em triplicata. O percentual médio de lipídios totais variou de 0,59 (0% de inclusão de silagem) a 1,83% (12% de inclusão de silagem). Foram identificados aproximadamente 21 ácidos graxos no tecido muscular dos peixes, sendo os majoritários os ácidos linoléico (C18:2 6c; 27,32-38,89%), oléico (C18:1 9c; 21,76-22,82%) e palmítico (C16:0; 15,22-16,29%). Os beijupirás alimentados com dieta contendo 12% de inclusão de silagem apresentaram tecido muscular com maiores concentrações de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) (521,50mg/100g), ácidos graxos polinsaturados (AGPI) (858,61mg/100g), maior somatório de EPA e DHA (73,19mg/100g), AGPI -3 (130,45mg/100g), ácidos graxos saturados (AGS) (423,99mg/100g) e relação AGPI/AGS (2,03). Os juvenis tratados com a dieta controle apresentaram as menores concentrações de AGPI -6 (173,14mg/100g), AGS (164,10mg/100g) e menor relação entre AGPI -6: -3 (3,14) que os demais. Foi possível melhorar a qualidade nutricional da gordura muscular do beijupirá, aumentando os teores de AGPI, EPA, DHA e AGPI -3, aprovando-se portanto o uso da silagem ácida do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) como parte da fonte protéica de dieta da espécie estudada.

Palavras-chave: *Rachycentron canadum*; nutrição; silagem; *Litopenaeus vannamei*; ácidos graxos; cromatografia gasosa.

ABSTRACT

USE OF ACID SILAGE OF WHITE SHRIMP WASTE (*Litopenaeus vannamei*) ON THE FEEDING OF COBIA (*Rachycentron canadum*) AND BODY FATTY ACIDS PROFILE.

On trial with six weeks experiment was conducted to evaluate the effect of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) waste silage in diets for cobia (*Rachycentron canadum*). Were tested five isonitrogenous (48%) and isoenergetic (4,200 kcal/kg) diets, using shrimp waste silage as protein source on five inclusion levels (0, 4, 8, 12 and 16%). Sixty juvenile ($99 \pm 8.24\text{g}$) were randomly distributed to fifteen tanks of 250 liters, in triplicate ($n=3$). Total lipids ranged from 0.59% (0% silage) to 1.83% (12% silage). There were approximately 21 FA in the muscle tissue of fish, and linoleic (C18:2 6c; 27.32-38.89%), oleic (C18:1 9c; 21.76-22.82%) and palmitic (C16:0; 15.22-16.29%) acids were majority. Cobia fed diets containing 12% silage showed higher concentrations of monounsaturated fatty acids (521.50 mg/100g), polyunsaturated fatty acids (PUFA) (858.61 mg/100g), EPA and DHA pool (73.19mg/100g), ω -3 PUFA (130.45 mg/100g), saturated fatty acids (SFA) (423.99 mg/100g) and ratio PUFA/SFA (2.03). Juveniles fed conventional diet had the lowest concentrations of ω -6 PUFA (173.14 mg/100g), SFA (164.10 mg/100g) and lower ratio PUFA ω -6: ω -3 (3.14) than others. It was possible to improve the nutritional quality of cobia muscle tissue increasing the levels of PUFA, EPA, DHA and PUFA ω -3, using of white shrimp waste silage as protein source in diet for marine species.

Keywords: *Rachycentron canadum*; nutrition; silage; *Litopenaeus vannamei*; fatty acids; gas chromatography.

INTRODUÇÃO

Cobia ou beijupirá (*Rachycentron canadum*), como é conhecido no Brasil, é uma espécie carnívora pertencente à família *Rachycentridae*, que possui ampla distribuição em regiões tropicais, subtropicais e temperadas, com exceção da região leste do Oceano Pacífico (BRIGGS, 1960). Hoje se sabe que a espécie se reproduz prontamente em cativeiro (ARNOLD *et al.*, 2002), apresenta alta taxa de crescimento (CHOU *et al.*, 2001) e alta sobrevivência após adaptação ao alimento seco (KAISER; HOLT, 2004), se adapta muito bem ao confinamento, aceita facilmente rações comerciais extrusadas (SCHWARZ *et al.*, 2004; CRAIG; SCHWARZ; McLEAN, 2005) e possui carne com excelente qualidade sensorial (FRANKS; WARREN; BUCHANAN, 1999). Esses fatores contribuíram para o desenvolvimento de tecnologia de cultura do beijupirá na última década, entretanto o custo de produção das rações para carnívoros é especialmente elevado (PORTZ; CYRINO, 2000).

Na piscicultura, a alimentação corresponde a 50-70% do custo de produção (KUBITZA, 1998) sendo a proteína o componente mais oneroso da dieta, desempenhando importante função na síntese do tecido muscular e metabolismo energético dos peixes (RODRIGUEZ-SERNA; OLVERA-NOVOA; CARMONA-OSALDE, 1996; WU *et al.*, 1995; OZORIO *et al.*, 2006). Muitos estudos nutricionais têm sido realizados com o intuito de identificar novas fontes protéicas que, quando utilizadas, possibilitem a redução dos custos da alimentação e possíveis substitutos para a farinha de peixe (BALOGUN; FAGBENRO, 1995; NEW; CSAVAS, 1995; CHOU; SU; CHEN, 2001). Resultados recentes demonstraram a possibilidade da utilização da silagem (ácida, biológica e enzimática) como ingrediente protéico em rações balanceadas para peixes, como substituto parcial da farinha de peixe (BORGHESI, 2004), destacando-se a silagem de resíduo de pescado por possuir alto valor nutricional, fonte de proteína de alta qualidade, minerais e boa palatabilidade (HAARD *et al.*, 1985; SIGNOR *et al.*, 2005).

A cabeça do camarão marinho representa aproximadamente 33% do seu peso corporal, sendo descartado como material residual, representando hoje um poluente ambiental (NUNES, 2001). A cabeça do camarão é um resíduo abundante e com importante valor econômico como fonte de proteína (CAVALHEIRO *et al.*, 2007). No Brasil, somente no ano de 2000, cabeças de camarão da espécie

íram aproximadamente 8.250 %⁺, da produção nacional total de 25.000 %⁺ de camarão (NUNES, 2001). Uma alternativa sustentável e viável seria transformar o resíduo desse camarão em silagem para utilização em dietas para organismos aquáticos.

Entretanto é de suma importância pesquisar o efeito da utilização de silagem de camarão na deposição de gordura e no perfil de ácidos graxos do beijupirá, pois atualmente se sabe que o teor de gordura no tecido muscular dos peixes está associado à sua qualidade sensorial e que os ácidos graxos encontrados nestes possuem elevado valor nutricional. Peixes marinhos constituem importante fonte de ácidos graxos polinsaturados, principalmente os da série ω -3, destacando-se o docosahexaenóico (DHA, C22:6 ω -3) e eicosapentanóico (EPA, C20:5 ω -3). Diversas pesquisas têm demonstrado que a ingestão regular desses peixes tem efeito favorável sobre os níveis de triglicérides, LDL-c e HDL-c, pressão sanguínea, no mecanismo de coagulação, no ritmo cardíaco, na prevenção do câncer (mama, próstata e cólon), na redução da incidência de aterosclerose (MACHADO; SANTIAGO, 2001) e possuem efeito antiinflamatório principalmente no caso de asma, artrite reumatóide e auto-imunidade (BADOLATO *et al.*, 1994).

Este estudo teve como objetivo avaliar a implicação da utilização de silagem ácida do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) na dieta do beijupirá (*Rachycentron canadum*), no acúmulo de lipídios e perfil de ácidos graxos no tecido muscular.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 PEIXES EXPERIMENTAIS E DIETAS

60 juvenis de beijupirá com aproximadamente $99 \pm 8,24$ g foram produzidos a partir de desova espontânea em tanques da Estação Experimental de Maricultura da empresa BAHIA PESCA S.A. (Santo Amaro, Bahia).

Cinco dietas experimentais isoprotéicas (48%) e isoenergéticas (4200 Kcal/Kg), com diferentes níveis de inclusão de silagem do resíduo do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) (0, 4, 8, 12 e 16%), foram formuladas com base em estudos prévios, para atender às necessidades nutricionais da espécie (ZHOU *et al.*, 2007). O resíduo foi utilizado "*in natura*", sendo adicionados a este 3% v/p de uma

(100% v/v) e fórmico (80% v/v). BHT (butil-hidroxi-tolueno) na concentração de 0,02g/100g de silagem foi utilizada como antioxidante. A mistura foi homogeneizada e mantida em temperatura ambiente até pH 4,0. Nas formulações, a silagem ácida foi misturada na forma úmida aos ingredientes previamente triturados (0,5 mm). As rações foram peletizadas em grânulos de diâmetro de 1,5 mm e posteriormente, secas em estufa com circulação de ar a 60°C por 24 h. A composição aproximada das dietas está apresentada na **Tabela 1** e a composição de ácidos graxos está exibida na **Tabela 2**.

Tabela 1 Ingredientes e composição química-bromatológica das dietas com silagem de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) em vários níveis de inclusão.

Ingredientes	Níveis de Inclusão (%)				
	T1 (0%)	T2 (4%)	T3 (8%)	T4 (12%)	T5 (16%)
Silagem de Camarão	0	4,00	8,00	12,00	16,00
Farinha de Peixe	45,74	41,85	38,10	34,10	30,20
Farelo de Soja	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Farelo de Milho	8,80	8,60	8,00	8,00	8,00
Farelo de Trigo	8,00	8,00	7,60	8,00	8,00
Óleo de Soja	7,14	7,23	7,98	7,58	7,48
Mistura Vitamínica/ minerais ¹	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
BHT(antioxidante)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
* Composição em nutrientes analisados (na matéria seca)					
Energia Bruta (Kcal/g)	4047,23	4044,69	4078,64	4048,78	4036,13
Proteína Bruta (%)	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Fibra Bruta (%)	2,83	3,08	3,29	3,59	3,85
Lipídio Bruto (%)	12,68	12,82	13,61	13,29	13,25
Cinzas (%)	0,82	0,89	0,94	0,99	1,03

¹ Composição da mistura vitamínica /Kg: Vitamina A . 6000 UI, Colina. 54,2 mg, Vitamina D3. 2250 UI, Niacina . 30 mg, Biotina . 2 mg, Vitamina B12 . 20 mcg, Vitamina C- 192,5 mg, Vitamina E . 75mg, vitamina K3- 3mg, Ácido pantotênico . 30 mg, Ácido fólico . 3 mg, Piridoxina . 8 mg, Riboflavina . 10 mg, Tiamina . 5 mg, Antioxidante- 1,98 mg.

² Composição da mistura mineral/Kg: Selenio . 0,4 mg, Cobre . 15 mg, Zinco . 150 mg, Manganês . 60 mg, Iodo . 4,5 mg, Cobalto . 2 mg, Ferro . 100 mg.

de silagem de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) em diferentes níveis de inclusão.

Nível de inclusão	T1 (6%)		T2 (4%)		T3 (8%)		T4 (12%)		T5 (16%)	
	AG ¹	%	mg/100g	%	mg/100g	%	mg/100g	%	mg/100g	
13:0	-	-	-	-	0,13 ± 0,00	19,86 ± 0,20	0,16 ± 0,00	25,03 ± 0,88	0,21 ± 0,00	32,48 ± 0,17
C 14:0	1,06 ± 0,05	163,92 ± 4,78	1,02 ± 0,00	151,77 ± 2,20	0,88 ± 0,01	139,03 ± 1,76	0,95 ± 0,01	150,98 ± 3,38	0,75 ± 0,01	114,81 ± 1,48
C 15:0	0,21 ± 0,01	32,70 ± 1,61	-	-	0,14 ± 0,01	22,35 ± 0,99	0,12 ± 0,00	18,32 ± 0,36	0,15 ± 0,00	23,03 ± 0,32
C 16:0	16,80 ± 0,24	2601,91 ± 72,85	15,85 ± 0,15	2365,27 ± 43,70	14,93 ± 0,11	2361,82 ± 9,04	15,27 ± 0,05	2420,29 ± 56,65	14,99 ± 0,16	2287,19 ± 13,28
C 16:1 7	2,41 ± 0,03	373,84 ± 4,06	2,06 ± 0,05	306,80 ± 6,65	1,78 ± 0,05	281,39 ± 8,30	1,60 ± 0,01	253,21 ± 5,36	1,43 ± 0,05	218,92 ± 8,34
C 17:0	0,30 ± 0,00	46,37 ± 1,32	-	-	0,27 ± 0,01	41,93 ± 1,09	0,23 ± 0,01	37,23 ± 1,09	0,24 ± 0,01	36,29 ± 0,78
C 17:1 5	-	-	-	-	0,13 ± 0,00	20,73 ± 0,52	0,14 ± 0,00	22,70 ± 0,43	0,12 ± 0,00	18,31 ± 0,24
C 18:0	4,38 ± 0,14	677,75 ± 8,70	4,32 ± 0,15	645,00 ± 18,46	4,52 ± 0,13	716,08 ± 25,80	4,27 ± 0,05	677,38 ± 24,40	4,60 ± 0,09	701,87 ± 14,22
C 18:1 9c	23,42 ± 0,28	3627,97 ± 95,00	23,39 ± 0,11	3488,97 ± 51,25	21,77 ± 0,16	3445,04 ± 9,93	21,42 ± 0,06	3396,07 ± 89,49	21,13 ± 0,09	3224,57 ± 26,96
C 18:1 9t	1,86 ± 0,01	287,48 ± 4,63	1,45 ± 0,05	215,96 ± 7,70	1,75 ± 0,03	277,04 ± 6,00	1,45 ± 0,02	229,57 ± 9,26	1,66 ± 0,04	253,37 ± 5,39
18:2 6c	43,50 ± 0,47	6737,89 ± 163,83	44,34 ± 0,08	6613,95 ± 62,65	44,75 ± 0,03	7080,76 ± 54,99	45,76 ± 0,03	7254,06 ± 187,49	46,48 ± 0,06	7092,72 ± 42,29
C 18:3 3	4,49 ± 0,03	695,49 ± 9,47	4,61 ± 0,15	687,69 ± 18,75	5,02 ± 0,09	795,19 ± 19,86	4,81 ± 0,05	761,66 ± 12,26	5,08 ± 0,04	775,67 ± 9,98
C 20:0	0,40 ± 0,03	61,67 ± 5,38	0,35 ± 0,02	52,62 ± 2,90	0,40 ± 0,00	63,52 ± 0,21	0,36 ± 0,01	56,87 ± 2,94	0,39 ± 0,01	59,48 ± 0,89
C 20:1 9	0,30 ± 0,02	46,13 ± 3,67	0,48 ± 0,00	71,73 ± 0,65	0,47 ± 0,01	74,53 ± 1,51	0,36 ± 0,00	56,56 ± 1,32	0,35 ± 0,01	53,54 ± 1,24
C 20:2 6	-	-	-	-	0,17 ± 0,00	27,54 ± 0,49	0,19 ± 0,01	30,11 ± 0,69	0,18 ± 0,01	27,55 ± 1,30
C 20:4 6	-	-	0,19 ± 0,01	28,58 ± 0,90	0,18 ± 0,00	27,96 ± 0,46	0,21 ± 0,00	33,92 ± 1,07	0,26 ± 0,00	39,32 ± 0,54
C 20:5 3 (EPA)	0,28 ± 0,02	42,78 ± 3,50	0,87 ± 0,02	129,53 ± 3,59	0,78 ± 0,02	123,58 ± 3,29	0,98 ± 0,02	154,59 ± 6,70	0,73 ± 0,00	110,97 ± 0,61
C 22:0	0,40 ± 0,02	62,09 ± 1,51	0,32 ± 0,02	47,13 ± 3,65	0,41 ± 0,04	64,19 ± 6,04	0,29 ± 0,01	46,30 ± 1,55	0,35 ± 0,00	54,12 ± 0,94
C 24:0	-	-	0,18 ± 0,01	27,44 ± 0,96	0,25 ± 0,00	40,29 ± 0,34	0,17 ± 0,00	26,67 ± 0,69	0,17 ± 0,00	25,46 ± 0,11
C 22:6 3 (DHA)	-	-	0,38 ± 0,01	57,32 ± 0,91	0,99 ± 0,02	156,36 ± 3,02	1,10 ± 0,03	173,95 ± 6,43	0,56 ± 0,01	85,54 ± 1,77
NI	0,21 ± 0,02	32,50 ± 1,85	0,19 ± 0,01	28,07 ± 1,41	0,29 ± 0,05	45,15 ± 7,40	0,17 ± 0,07	26,75 ± 12,10	0,16 ± 0,01	24,84 ± 1,55
AGS	23,54 ± 0,21	3646,43 ± 61,93	22,05 ± 0,09	3289,24 ± 41,38	21,92 ± 0,14	3469,08 ± 38,23	21,82 ± 0,03	3459,07 ± 89,32	21,85 ± 0,19	3334,72 ± 15,97
AGMI	27,99 ± 0,30	4335,43 ± 106,73	27,37 ± 0,07	4083,46 ± 51,23	25,90 ± 0,19	4098,74 ± 24,30	24,97 ± 0,07	3958,10 ± 105,57	24,70 ± 0,09	3768,71 ± 29,22
AGPI	48,26 ± 0,47	7476,16 ± 175,23	50,39 ± 0,14	7517,08 ± 56,41	51,89 ± 0,13	8211,40 ± 80,04	53,04 ± 0,05	8408,30 ± 210,53	53,29 ± 0,10	8131,77 ± 53,47
EPA + DHA	0,28 ± 0,02	42,78 ± 3,50	1,25 ± 0,03	186,86 ± 4,46	1,77 ± 0,02	279,94 ± 5,68	2,07 ± 0,02	328,54 ± 10,20	1,29 ± 0,01	196,51 ± 2,30
3	4,77 ± 0,01	738,27 ± 12,74	5,86 ± 0,17	874,55 ± 21,97	6,79 ± 0,11	1075,14 ± 24,55	6,88 ± 0,04	1090,20 ± 22,17	6,37 ± 0,05	972,18 ± 12,04
6	43,50 ± 0,47	6737,89 ± 16,83	44,53 ± 0,08	6642,53 ± 63,00	45,10 ± 0,03	7136,26 ± 55,63	46,17 ± 0,03	7318,10 ± 188,35	46,92 ± 0,06	7159,59 ± 43,01
AGPI/AGS	2,05 ± 0,04	2,05 ± 0,04	2,29 ± 0,02	2,29 ± 0,02	2,37 ± 0,01	2,37 ± 0,01	2,43 ± 0,00	2,43 ± 0,00	2,44 ± 0,03	2,44 ± 0,03
6/ 3	9,13 ± 0,11	9,13 ± 0,11	7,60 ± 0,23	7,60 ± 0,23	6,64 ± 0,10	6,64 ± 0,10	6,71 ± 0,04	6,71 ± 0,04	7,36 ± 0,06	7,36 ± 0,06

1-Média dos resultados expressos em % em massa do total de ácidos graxos e em mg/100g de ração ± desvio padrão; (-) Não detectado; (NI) não identificado.

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Maricultura da empresa BAHIA PESCA S.A., Santo Amaro, Bahia.

60 juvenis de beijupirá foram distribuídos, aleatoriamente, em 15 tanques experimentais de 250L, quatro por tanque, em sistema fechado de recirculação de água, com troca total a cada 3 horas, filtro biológico e aeração forçada por difusores. Diariamente foram aferidos os parâmetros temperatura e pH. A aeração foi constante, a temperatura média da água foi de 29°C e o pH médio 7,59.

Os juvenis foram alimentados duas vezes ao dia, 10 e 16h, *ad libitum*, sendo testados os cinco tratamentos em três repetições cada. Após 45 dias, ao final do experimento, o peso médio dos peixes foi de 123,38g e, um peixe de cada tanque, ou seja, três peixes de cada tratamento foram coletados para determinação do teor de lipídios totais e do perfil de ácidos graxos. Os juvenis foram sacrificados com overdose de benzocaína, após jejum de 24h, e uma amostra do tecido muscular retirada da região dorsal foi triturada em processador e congelada (-18°C). As amostras foram transportadas, acondicionadas termicamente, para o Laboratório de Pescado e Cromatografia Aplicada (LAPESCA), situado na Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, onde foram analisadas.

2.3 ANÁLISE QUÍMICA

2.3.1 Determinação de lipídios totais

Os filés dos peixes triturados, a temperatura ambiente, foram submetidos ao processo de extração de lipídios, a frio, pelo método Bligh e Dyer (1959). O extrato lipídico foi evaporado e o teor de lipídios totais foi determinado em triplicata, para cada amostra, por método gravimétrico.

2.3.2.1 Derivação da fração lipídica

Para a determinação da composição de ácidos graxos, todas as amostras dos peixes que receberam a mesma dieta foram homogeneizadas em processador, com a finalidade de se obter um *pool* das amostras. Do *pool* correspondente ao peixe de cada tratamento foram extraídos os lipídios a frio, pelo método de Bligh e Dyer (1959). O extrato lipídico foi evaporado em atmosfera de gás nitrogênio (N₂) e os lipídios extraídos foram armazenados a temperatura de -18°C, em atmosfera de nitrogênio, para posterior análise do perfil de ácidos graxos. A extração foi realizada em triplicata para cada *pool*.

Uma alíquota de aproximadamente 25 mg de cada fração lipídica extraída foi esterificada por saponificação com NaOH 0,5mol/L em metanol, seguida de metilação com catalisador BF₃ (trifluoreto de boro) 12% em metanol, segundo Joseph; Ackman (1992). Foi incorporado metil-tricosanoato, como padrão interno, às soluções dos ésteres metílicos de ácidos graxos (EMAG), na concentração de 1mg/ml. Todas as etapas do processo foram realizadas sob atmosfera de N₂ gasoso.

2.3.2.2 Análise da composição de ácidos graxos

A separação dos EMAG foi realizada em cromatógrafo a gás (Varian 3800) equipado com detector de ionização em chama (CG-DIC) e coluna capilar de sílica fundida ELITE-WAX (30mx0,32mmx0,25 m). Os parâmetros de análises foram: temperatura do injetor 250°C; temperatura do detector 280°C; temperatura da coluna programada a 150°C por 16 minutos, aumentando 2°C por minuto até 180°C, permanecendo nesta temperatura por 25 minutos, e 5°C até 210°C por 25 minutos. Gás hélio foi utilizado como gás de arraste a 1,3mL/minuto com velocidade linear 38cm/segundo e filtro de oxigênio acoplado a linha de gás. Nitrogênio foi utilizado como gás *make up* a 30mL/minuto; fluxo do gás hidrogênio a 30mL/minuto; ar sintético a 300mL/minuto sendo a técnica de injeção *split* na razão 1:50. As injeções foram realizadas em triplicata para cada *pool* de peixes e o volume de injeção foi de 1 L. A identificação dos ácidos graxos foi realizada por comparação dos tempos de retenção (Tr) dos picos das amostras com o Tr dos EMAG de padrão mix (189-19,

dos ácidos graxos foi realizada pelo método de normalização através das áreas dos picos e por padronização interna sendo as concentrações expressas em porcentagem relativa de área (%) e em mg/100g de filé. Os resultados foram convertidos para miligrama do ácido graxo por 100g da amostra, para melhor avaliação dos valores obtidos, conforme equação escrita:

$$\text{Ácido graxo, mg/g de óleo} = [(A_x \times W_{is} \times CF_x) / (A_{is} \times W_s \times 1,04)] \times 1000$$

A_x : área do ácido graxo
 W_{is} : peso do padrão interno (mg)
 CF_x : fator de correção teórico
 A_{is} : área do padrão interno
 W_s : peso do óleo (mg)

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos foram submetidos, inicialmente, aos testes de Kolmogorov - Smirnov e Levene para verificar se havia distribuição normal e homogeneidade das variâncias dos tratamentos, respectivamente. Uma vez que esses pressupostos foram atendidos, para a comparação entre as médias, foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) com nível de significância (α) fixado em 5%. Para as variáveis onde as médias dos tratamentos apresentaram diferença significativa, foi realizado Teste de Turkey, para comparação entre pares de médias. As análises foram processadas utilizando o software estatístico R (software de domínio público disponível em www.r-project.org).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de lipídios totais e a composição de AG dos filés do beijupirá (*Rachycentron canadum*) estão dispostos na **Tabela 3**. Ao final do experimento observou-se que os conteúdos lipídicos apresentaram variação significativa entre peixes submetidos a dietas com diferentes inclusões da silagem de camarão ($P < 0,05$), conforme apresentado na **Figura 1**. Os valores obtidos pela análise de variância (ANOVA) aplicada aos ácidos graxos EPA, DHA, grupos e famílias de ácidos graxos dos beijupirás estão demonstrados na **Tabela 4**.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

lipídios totais variou de 0,59 (0% de inclusão de silagem) a 1,83% (12% de inclusão de silagem). Os teores de lipídios foram semelhantes entre os peixes que receberam dieta contendo 4% e 8% de inclusão de silagem (1,48% e 1,49% respectivamente). Os juvenis que receberam a dieta controle ou contendo 16% de inclusão de silagem apresentaram baixos níveis de LT no tecido muscular (0,59% e 0,69% respectivamente), quando comparados aos demais.

muscular de beijupirás (*Rachycentron canadum*) alimentados com diferentes níveis de inclusão de silagem de camarão

	T2 (4%)		T3 (8%)		T4 (12%)		T5 (16%)			
Lipídios totais (%)	0,59 ± 0,03		1,49 ± 0,03		1,48 ± 0,02		1,83 ± 0,03		0,69 ± 0,01	
AG ¹	%	mg/100g	%	mg/100g	%	mg/100g	%	mg/100g	%	mg/100g
C 14:0	1,98 ± 0,05	11,59 ± 0,23	1,55 ± 0,04	22,90 ± 0,50	1,43 ± 0,01	21,02 ± 0,15	1,27 ± 0,01	23,15 ± 0,21	1,51 ± 0,01	10,29 ± 0,10
C 15:0	0,37 ± 0,01	2,16 ± 0,05	0,28 ± 0,00	4,16 ± 0,06	0,27 ± 0,01	4,02 ± 0,17	0,22 ± 0,01	4,07 ± 0,16	0,28 ± 0,00	1,95 ± 0,04
C 16:0	16,29 ± 0,55	95,27 ± 2,93	15,76 ± 0,21	232,61 ± 1,86	15,43 ± 0,12	227,42 ± 1,99	15,24 ± 0,03	277,26 ± 0,53	15,22 ± 0,12	104,04 ± 0,93
C 16:1 7	3,76 ± 0,09	22,01 ± 0,47	3,16 ± 0,02	46,64 ± 0,41	2,84 ± 0,06	41,82 ± 0,93	2,66 ± 0,04	48,45 ± 0,59	2,74 ± 0,04	18,73 ± 0,32
C 17:0	0,36 ± 0,00	2,12 ± 0,02	0,32 ± 0,00	4,76 ± 0,07	0,27 ± 0,01	4,01 ± 0,13	0,29 ± 0,01	5,30 ± 0,10	0,29 ± 0,00	2,00 ± 0,02
C 17:1 5	0,27 ± 0,00	1,58 ± 0,02	0,23 ± 0,00	3,37 ± 0,06	0,16 ± 0,00	2,41 ± 0,02	0,23 ± 0,00	4,25 ± 0,01	-	-
C 18:0	7,56 ± 0,15	44,20 ± 0,76	5,84 ± 0,02	86,15 ± 0,47	5,33 ± 0,01	78,48 ± 0,16	5,22 ± 0,13	95,01 ± 2,38	7,47 ± 0,08	51,09 ± 0,39
C 18:1 9c	22,73 ± 0,07	132,95 ± 0,29	22,82 ± 0,13	336,94 ± 1,96	22,05 ± 0,03	324,94 ± 0,56	22,61 ± 0,03	411,35 ± 1,14	21,76 ± 0,12	148,80 ± 1,21
C 18:1 9t	2,63 ± 0,03	15,40 ± 0,20	2,42 ± 0,09	35,70 ± 1,42	2,28 ± 0,08	33,60 ± 1,08	2,34 ± 0,10	42,49 ± 1,70	2,39 ± 0,02	16,32 ± 0,16
C 18:2 6c	27,32 ± 0,04	159,77 ± 0,57	34,72 ± 0,10	512,54 ± 4,47	38,40 ± 0,05	565,88 ± 0,32	38,89 ± 0,01	707,41 ± 1,05	32,85 ± 0,16	224,61 ± 1,61
C 18:3 3	2,04 ± 0,01	11,91 ± 0,11	3,20 ± 0,04	47,24 ± 0,82	3,43 ± 0,10	50,49 ± 1,48	3,15 ± 0,11	57,26 ± 2,08	2,59 ± 0,04	17,70 ± 0,32
C 20:0	0,31 ± 0,00	1,79 ± 0,03	0,33 ± 0,01	4,90 ± 0,18	0,25 ± 0,01	3,73 ± 0,09	0,30 ± 0,00	5,37 ± 0,07	0,34 ± 0,00	2,32 ± 0,01
C 20:1 9	0,67 ± 0,01	3,92 ± 0,09	0,63 ± 0,01	9,37 ± 0,22	0,49 ± 0,00	7,15 ± 0,01	0,59 ± 0,00	10,66 ± 0,05	0,66 ± 0,01	4,52 ± 0,03
C 20:2 6	0,67 ± 0,02	3,89 ± 0,12	0,47 ± 0,01	6,99 ± 0,12	0,46 ± 0,01	6,74 ± 0,13	0,52 ± 0,01	9,41 ± 0,14	0,65 ± 0,00	4,43 ± 0,04
C 20:3 6	0,14 ± 0,00	0,79 ± 0,02	0,11 ± 0,00	1,59 ± 0,08	-	-	-	-	-	-
C 20:4 6	1,49 ± 0,02	8,69 ± 0,15	0,82 ± 0,00	12,05 ± 0,11	0,72 ± 0,00	10,59 ± 0,05	0,62 ± 0,01	11,35 ± 0,21	1,34 ± 0,01	9,19 ± 0,06
C 20:5 3 (EPA)	1,44 a ± 0,04	8,42 e ± 0,24	1,26 c ± 0,01	18,54 b ± 0,32	1,01 e ± 0,00	14,86 c ± 0,08	1,13 d ± 0,00	20,53 a ± 0,12	1,33 b ± 0,02	9,12 d ± 0,11
C 22:0	0,13 ± 0,00	0,77 ± 0,03	0,21 ± 0,01	3,09 ± 0,13	0,16 ± 0,00	2,30 ± 0,02	0,17 ± 0,00	3,16 ± 0,04	-	-
C 24:0	1,06 ± 0,03	6,20 ± 0,17	0,90 ± 0,00	13,23 ± 0,12	0,58 ± 0,01	8,51 ± 0,08	0,59 ± 0,00	10,67 ± 0,06	0,87 ± 0,01	5,93 ± 0,06
C 22:6 3 (DHA)	5,95 a ± 0,06	34,78 d ± 0,47	3,28 c ± 0,04	48,47 b ± 0,65	2,87 d ± 0,02	42,24 c ± 0,33	2,89 d ± 0,04	52,66 a ± 0,81	5,08 b ± 0,03	34,74 d ± 0,11
C 24:1 9	0,44 ± 0,01	2,56 ± 0,05	0,23 ± 0,00	3,33 ± 0,07	0,15 ± 0,00	2,15 ± 0,05	0,24 ± 0,00	4,29 ± 0,03	0,36 ± 0,01	2,48 ± 0,04
NI	2,40 ± 0,66	14,07 ± 3,91	1,48 ± 0,15	21,80 ± 2,31	1,45 ± 0,07	21,35 ± 1,03	0,82 ± 0,12	14,94 ± 2,34	2,26 ± 0,15	15,44 ± 0,97
AGS	28,06 a ± 0,71	164,10 e ± 3,65	25,18 b ± 0,25	371,80 b ± 1,75	23,72 c ± 0,10	349,49 c ± 1,67	23,30 c ± 0,14	423,99 a ± 2,39	25,98 d ± 0,12	177,62 d ± 0,67
AGMI	30,51 a ± 0,11	178,42 e ± 0,21	29,49 b ± 0,05	435,36 b ± 1,79	27,96 d ± 0,06	412,06 c ± 0,35	28,67 c ± 0,11	521,50 a ± 1,60	27,91 d ± 0,17	190,85 d ± 1,60
AGPI	39,03 c ± 0,16	228,26 e ± 1,59	43,85 b ± 0,15	647,42 c ± 6,05	46,88 a ± 0,14	690,81 b ± 2,24	47,20 a ± 0,13	858,61 a ± 3,28	43,85 b ± 0,12	299,80 d ± 1,56
EPA + DHA	7,39 a ± 0,10	43,20 d ± 0,71	4,54 c ± 0,04	67,01 b ± 0,76	3,87 d ± 0,02	57,10 c ± 0,30	4,02 d ± 0,04	73,19 a ± 0,85	6,41 b ± 0,04	43,86 d ± 0,17
3	9,42 a ± 0,11	55,12 e ± 0,81	7,74 c ± 0,05	114,24 b ± 1,34	7,30 d ± 0,12	107,59 c ± 1,78	7,17 d ± 0,15	130,45 a ± 2,82	9,00 b ± 0,04	61,56 d ± 0,19
6	29,60 e ± 0,06	173,14 e ± 0,84	36,11 c ± 0,11	533,18 c ± 4,73	39,57 b ± 0,05	583,22 b ± 0,46	40,03 a ± 0,02	728,16 a ± 0,76	34,84 d ± 0,16	238,24 d ± 1,66
AGPI/AGS	1,39 c ± 0,04	1,39 c ± 0,04	1,74 b ± 0,02	1,74 b ± 0,02	1,98 a ± 0,01	1,98 a ± 0,01	2,03 a ± 0,02	2,03 a ± 0,02	1,69 b ± 0,01	1,69 b ± 0,01
6/ 3	3,14 d ± 0,03	3,14 d ± 0,03	4,67 b ± 0,02	4,67 b ± 0,02	5,42 a ± 0,09	5,42 a ± 0,09	5,58 a ± 0,12	5,58 a ± 0,12	3,87 c ± 0,04	3,87 c ± 0,04

1-Média dos resultados expressos em % em massa do total de ácidos graxos e em mg/100g de filé ± desvio padrão; (-) Não detectado; (NI) não identificado.

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

de variância (ANOVA) de EPA, DHA, grupos ácidos graxos de beijupirá (*Rachycentron canadum*) alimentados com diferentes níveis de inclusão de silagem de camarão.

Parâmetros	P valor	
	Porcentagem	100mg/g de filé
LT	0,0000	-
EPA	0,0000	0,0000
DHA	0,0000	0,0000
n Saturados	0,0000	0,0000
n Monossaturados	0,0000	0,0000
n Polissaturados	0,0000	0,0000
EPA + DHA	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000
6	0,0000	0,0000
AGPI/AGS	0,0000	0,0000
3/ 6	0,0000	0,0000

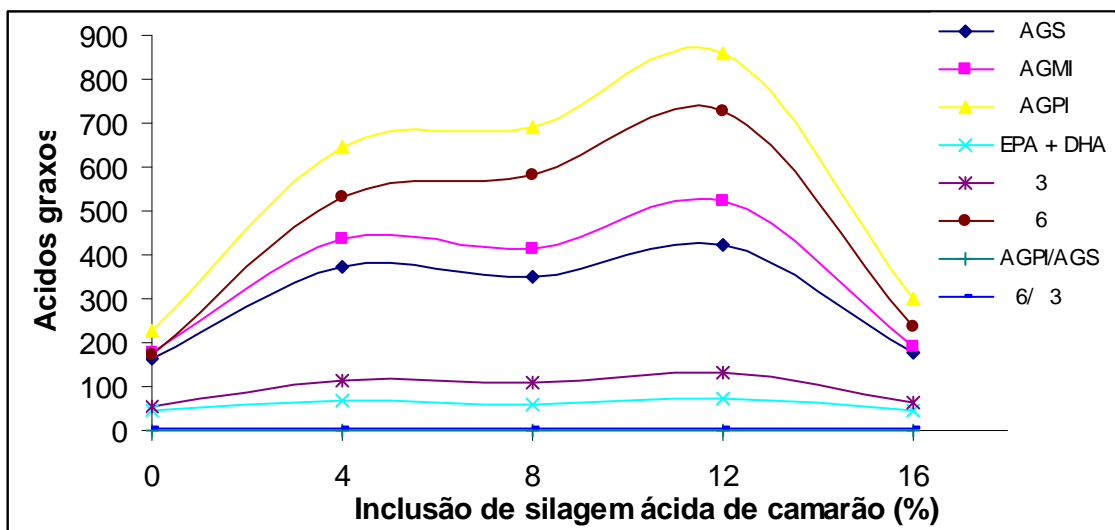
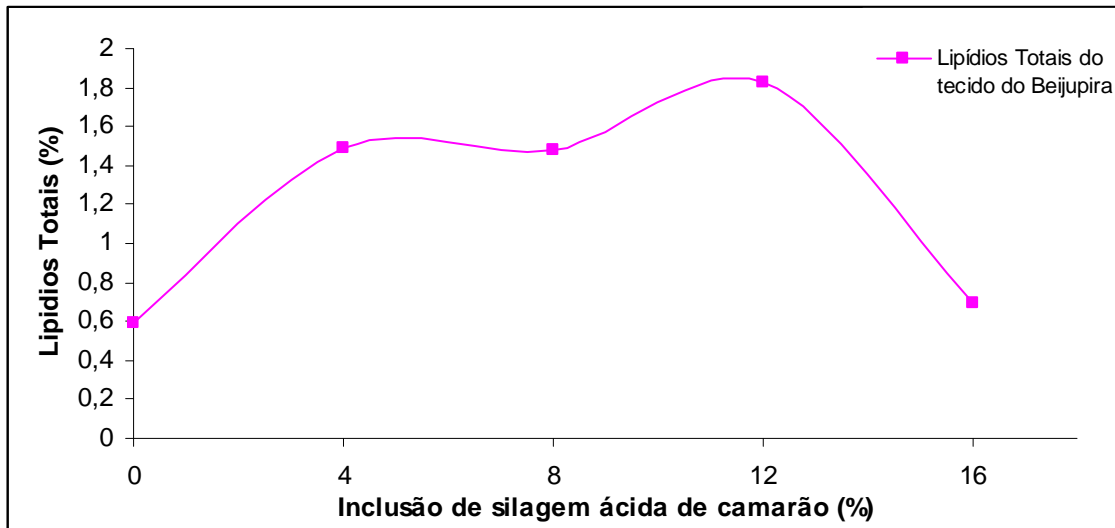


Figura 1- Variação do teor de lipídios totais e das séries e famílias de ácidos graxos do tecido muscular de beijupirás (*Rachycentron canadum*) alimentados com dietas à base de silagem de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) em vários níveis de inclusão.

O teor de lipídios totais e os somatórios de AGS, AGMI, AGPI, EPA e DHA, AGPI- 3 e AGPI- 6, e as razões de AGPI/AGS e 6/ 3 dos tecidos musculares

ração contendo de 4 a 12% de inclusão de silagem ácida de camarão aumentaram quando comparados ao controle. Quando o nível de inclusão de silagem ácida de camarão foi de 12%, o aumento dos teores de lipídios totais nos músculos foi três vezes superior ao do controle (Figura 1).

Em estudo semelhante, realizado com tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), os peixes que receberam a dieta controle apresentaram maior teor de lipídios (1,37%) sendo seguido daqueles que receberam dietas contendo 4% de inclusão de silagem (1,24%).

Os juvenis de tilápia que consumiram a dieta com 8% de inclusão de silagem apresentaram valores de lipídios totais médio de 0,99%, sendo que o percentual de gordura não variou nos juvenis alimentados com 12 e 16% do ensilado (0,79%). Foi constatado o decréscimo do teor de gordura à medida que o teor de silagem das dietas aumentava (COSTA, 2007). No beijupirá, ao contrário das tilápias, o teor de lipídios no tecido muscular foi crescente até o nível de inclusão de 8%. Isso indica a resposta peculiar de cada espécie frente ao esquema nutricional utilizado.

Craig e outros autores, (2006), em estudo nutricional com juvenis de beijupirá, encontraram teor de lipídios totais médio de 1,93% no músculo dos peixes que receberam dietas com proporções de proteínas e lipídios semelhantes (50:12). (CRAIG; SCHWARZ; McLEAN, 2006).

Segundo estes autores, o teor de lipídios do tecido muscular do beijupirá (*Rachycentron canadum*) influenciou diretamente nas suas características sensoriais. Há registros de que beijupirá de vida livre quando capturados e consumidos não apresentam sabor e textura tão bons quanto os cultivados, sendo menos aceitos pelos consumidores. Beijupirás cultivados tem alto valor comercial, principalmente no mercado de peixe cru (sashimi), devido ao seu alto teor de lipídios corporal e melhoramento da textura (CHEN ; LIAO, 2007).

Além disso, o incremento de gordura ao tecido muscular é considerado positivo no aspecto nutricional, pois além de possuírem alto valor energético, lipídios de peixes apresentam em sua composição AGPI, que são nutrientes essenciais. Apesar das controvérsias, o consumo adicional de AGPI da série $n-3$ (DHA e EPA) na dieta está sendo discutido e recomendado. Estudos epidemiológicos têm demonstrado que a ingestão de peixes regularmente na dieta tem efeito favorável sobre os níveis de triglicerídeos, LDL-c e HDL-c, pressão sanguínea, mecanismo de

n da prevenção do câncer (mama, próstata e cólon) e da redução da incidência de arteriosclerose (MACHADO; SANTIAGO, 2001).

No presente estudo, foram identificados aproximadamente 21 ácidos graxos (**Tabela 3**), sendo os majoritários os ácidos linoléico (C18:2 6c; 27,32-38,89%), oléico (C18:1 9c; 21,76-22,82%) e palmítico (C16:0; 15,22-16,29%).

O percentual de EPA encontrado nos lipídios extraídos dos músculos dos peixes variou de 1,01% a 1,44% (tratados com 8 de inclusão de silagem e com a dieta controle, respectivamente), todavia, considerando-se o teor do ácido graxo em 100g de filé, os juvenis que apresentaram maior quantidade desse ácido graxo foram aqueles que receberam dieta com 12% do ensilado (20,53 mg/100g de filé). Os beijupirás tratados com a dieta padrão apresentaram apenas 8,42 mg/100g de EPA no tecido muscular.

Altos teores de DHA (52,66 mg/100g) também foram encontrados nos beijupirás alimentados com 12% de inclusão de silagem na dieta, e nos que receberam 16% e dieta controle foram encontrados os menores teores (34,74mg/100g e 34,78mg/100g respectivamente). Observou-se a relação direta entre os níveis de EPA das dietas e do tecido muscular dos peixes, pois a mais rica em EPA (154,59 mg/100g) foi o tratamento que possuía níveis de inclusão de silagem a 12%. Os maiores teores de DHA (173,95mg/100g) também estavam presentes na nesta dieta. Não foi detectado DHA na dieta controle.

Devido a sua dieta natural, peixe marinho possui exigências nutricionais relacionadas aos altos níveis de AGPI, como EPA e DHA, para dar suporte ao seu metabolismo e crescimento. O National Research Council (1993) sugere que a soma de EPA e DHA esteja entre 0,8 a 2% para que haja metabolismo e crescimento ótimo de peixes marinhos. Excetuando-se a dieta controle, todas as demais se encontram dentro dessa especificação.

Os filés de beijupirá mais enriquecidos em ácidos graxos saturados (AGS) foram dos peixes alimentados com 12% (423,99 mg/100g) e 8% (371,80 mg/100g) de inclusão do ensilado. Os menos enriquecidos foram dos peixes alimentados com dieta controle (164,10 mg/100g) e com 16% de inclusão do ensilado (177,62 mg/100g). O percentual destes ácidos graxos na fração lipídica variou de 23,30% a 28,06% (tecido muscular dos peixes que consumiram dietas com 12% e 0% de inclusão de silagem respectivamente).

dade de AGPI foram dos peixes alimentados com 12% (858,61 mg/100g), 8% (690,81mg/100g) e 4% (647,42mg/100g) de inclusão de silagem. O percentual de AGPI no lipídio extraído do tecido muscular variou de 39,03% (dieta controle) a 47,20% (12% de inclusão de silagem).

A maior proporção de AGPI/AGS foi encontrada no tecido muscular dos beijupirás que ingeriram 12% (2,03) e 8% (1,98) de inclusão da silagem. Nos demais foram encontrados 1,74 (4% de inclusão), 1,69 (16% de inclusão) e 1,39 (0% de inclusão de silagem). Essa relação é de extrema importância no ponto de vista nutricional, pois a substituição isocalórica dos ácidos graxos saturados por ácidos graxos polinsaturados reduz o colesterol total e o LDL-c plasmáticos. Entretanto os ácidos graxos polinsaturados possuem o inconveniente de induzir maior oxidação lipídica e diminuir o HDL-c quando utilizados em grande quantidade (SPOSITO *et al.*, 2007). O valor mínimo recomendado para a razão AGPI/AGS é de 0,45 (HMSO,1994).

Os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) nos filés variaram de 178,42mg/100g (beijupirás que não ingeriram silagem) a 521,50mg/100g (que ingeriram 12% de inclusão de silagem). Os percentuais de AGMI nos lipídios extraídos variaram de 27,91% (16% de inclusão de silagem) a 30,51% (0% de inclusão de silagem). Os AGMI exercem o mesmo efeito que os AGPI sobre a colesterolemia, sem, no entanto, diminuir o HDL-c e provocar oxidação lipídica, pois são mais resistentes ao estresse oxidativo e uma dieta rica nestes ácidos graxos faz com que as lipoproteínas LDL-c fiquem enriquecidas com eles, tornando-as menos suscetíveis à oxidação. Em suma, na substituição de gorduras saturadas por monoinsaturadas, as concentrações de colesterol total são reduzidas e as de HDL-c são, possivelmente, aumentadas. Além disso, há indícios de que AGPI promovem redução dos triglicérides plasmáticos pela diminuição da síntese hepática de VLDL (SPOSITO *et al.*, 2007).

As maiores concentrações de AGPI -3 encontradas no músculo dos peixes foram 130,45 mg/100g (12% de inclusão) e 114,24 mg/100g (4% de inclusão) e as menores foram 61,56 mg/100g (16% de inclusão) e 55,12mg/100g (dieta controle). Essa série de AGPI correspondeu a 7,17-9,42% dos lipídios totais. O filé mais rico em AGPI -6 correspondeu aos beijupirás alimentados com 12% de inclusão de silagem (728, 16 mg/100g), seguidos daqueles arraçoados com 8% (583,22mg/100g) e 4% (533,18mg/100g) de inclusão de silagem. Nos lipídios totais,

m a 29,60-40,03%. A somatória de AGPI -6 foi superior à de AGPI -3 em todos os peixes.

A razão -6/ -3 é um bom índice para comparar o aparente valor nutricional de óleos de peixe, sendo que valores menores na razão indicam um valor nutricional superior (SARGENT et al, 1995). Os menores valores de -6/ -3 pertence aos beijupirás que receberam rações sem o ensilado ou com 16% de inclusão deste (3,14 e 3,87 respectivamente). Quanto à questão nutricional, não há um consenso científico dos valores ideais da proporção -6: -3 indicados à dieta humana. O *Department of Health* (1994) da Inglaterra recomenda valor de no máximo 4:1, enquanto Simopoulos *et al.*, (1999) recomenda um intervalo de 1 a 10:1. O valor ideal seria de 1 a 2:1, de acordo com Schmidt (2000) e Simopoulos *et al.*, (1999). Alguns pesquisadores relatam que a proporção -6: -3 das dietas ocidentais se deslocou de uma proporção de 20:1 para 30:1, nos últimos anos, indicando uma proporção extremamente alta.

A necessidade de diminuir a proporção de -6 e aumentar o de -3 nas dietas humanas modernas tem sido orientada em função dos resultados de alguns estudos clínicos realizados na última década. Como o da diminuição de 70% na taxa de mortalidade de pacientes com doença cardiovascular, quando a proporção -6: -3 da dieta foi de 4:1, a redução na proliferação celular em câncer de mama e também as inflamações decorrentes da artrite reumatóide quando a dieta continha de 2:3-1, diminuição dos sintomas decorrentes da asma para proporção de 5:1, e intensificação quando a proporção foi de 10:1. (SIMOPOULOS, 2002). Estes resultados demonstram a importância de se conhecer os teores dessas séries de ácidos graxos nos alimentos.

Foi constatado pelos resultados obtidos que o teor de lipídios totais e perfil de ácidos graxos do beijupirá (*Rachycentron canadum*) sofrem variação significativa quando os peixes são alimentados com dietas com diferentes níveis de inclusão de silagem ácida de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) (**Tabela 4**).

4 CONCLUSÕES

Os beijupirás alimentados com dieta com nível de inclusão de silagem de camarão de 12% apresentaram tecido muscular com os maiores percentuais de lipídios totais, e as maiores concentrações de AGMI, AGPI, maior somatório de EPA

peixes, a quantidade de AGS encontrada foi superior aos demais, entretanto a relação AGPI/AGS também foi a mais elevada.

Os juvenis tratados com dieta controle e com 16% de inclusão de silagem ácida de camarão apresentaram as menores concentrações de AGPI -6 e menor relação -6: -3 que os demais.

Através desse estudo, foi possível confirmar a relação entre constituintes da dieta e o teor lipídico e perfil de ácidos graxos em juvenis de beijupirá cultivados. Foi possível aumentar o teor de gordura e melhorar a qualidade nutricional desta fração do tecido muscular dos peixes, aprovando-se o uso da silagem ácida do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) como parte da fonte protéica de dieta da espécie estudada, em relação às variáveis analisadas.

É importante destacar a importância desse estudo no ponto de vista econômico, pois o uso do resíduo de camarão branco na elaboração de rações pode reduzir bastante os custos da produção e o impacto ambiental que este resíduo causa para o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ARNOLD, M.D.; 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.

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

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.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry**, v. 37, p. 911-17, 1959.

BORGHESI, R. **Avaliação Físico-Química, Nutricional e Biológica das Silagens Ácida, Biológica e Enzimática Elaboradas com Descarte e Resíduo do Beneficiamento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2004. 108f. Dissertação (Mestrado) . Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo

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

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

_____, E. O.; BORA, P. S. Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilápia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. **Bioresource technology**, v.98, n.1.3, p.602-606, 2007.

CHEN, H., LIAO I.C. Nutritional research and feed development in Cobia: status and prospects. In: LIAO, I. C.; LEAÑO, E. M. **Cobia Aquaculture: Research, Development and Commercial Production**. Asian Fisheries Society. 2007. 178 p.,

CHOU, R.L.; SU, M.S.; CHEN, H.Y. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v.193, p.81-89, 2001.

COSTA, C.N. **Avaliação da silagem ácida do resíduo do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) como fonte protéica na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. Dissertação (Mestrado) . Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia.

CRAIG, S.R.; SCHWARZ, M.H.; McLEAN, E. Nutrition research with cobia. **Global Aquaculture Advocate**, v.8, p.76-78, 2005.

_____. 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.

DEPARTMENT OF HEALTH. Report on Health and Social Subjects n^o 46. **Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease**. London: HMSO.1994.178p.

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, n. 3, p. 459-471. Jul 1999.

HAARD, N. F.et al. Stabilization of protein and oil in fish silage for use as a ruminante feed supplement. **Journal of Science Food and Agriculture**, v. 36, p. 229-241, 1985.

JOSEPH, J. D.; ACKMAN, R. G. Capillary column gas chromatographic method for analysis of encapsulated fish oils and fish oil ethyl esters: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 75, p.4 88-506, 1992.

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

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados**. Campo Grande. 1998. p.113.

MACHADO, F.M.S.; SANTIAGO, V.R. Os benefícios do consumo de alimentos funcionais. In: Torres, E.A.F.; Machado, F.M.S. **Alimentos em questão: uma abordagem técnica para as dúvidas mais comuns**. São Paulo: Ponto Crítico. 2001. p. 35-43.

CIL. **Nutrient requirements of fish.** Washington, (DC). National Academy Press. 1993. 114p.

NEW, M.; CSAVAS, I. Will there be enough fish meal for fish meals. **Aquaculture Europe**, v.19, n.3, p.6-13, 1995.

NUNES, A.J.P. Panorama de cultivo de camarões marinhos no Brasil. **Revista Brasileira de Agropecuária**, n. 1, p. 40-41, 2001.

OZORIO, R.O.A. et al. Growth performance and body composition of white sea bream (*Diplodus sargus*) juveniles fed diets with different protein and lipid levels. **Aquaculture Research**, v.37, p.255- 263, 2006.

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, 2000. p. 431-446.

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.

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

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

SIGNOR, A. A. et al. Silagem ácida de resíduos de Tilápias em rações artesanais na alimentação da Tilápia do Nilo na fase inicial. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, **Anais...**Goiânia: SBZ, 2005.

SIMOPOULOS, A. P.; LEAF, A.; SALEM, N. Essentiality and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 43, p. 127- 30, 1999.

SIMOPOULOS, A. P. Omega 3 fatty acids in wild plants, nuts and seeds. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v.11, n. 6, p.S163-73, 2002.

SCHMIDT, M. A. **Gorduras inteligentes**. Tradução de Dirceu Henrique Pereira. São Paulo: Editora Roca LTDA. 2000. p. 231.

SPOSITO, A. C. et al. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose: **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 88, suppl. 1, p. 2-19, 2007.

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

ZHOU, Q.C. et al. Dietary lysine requirement of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v. 273, p. 634. 640, 2007.

Os teores de proteínas, umidade e cinzas do tecido muscular dos beijupirás (*Rachycentron canadum*), alimentados com dieta a base de silagem ácida de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) nos cinco níveis de inclusão testados (0, 4, 8, 12 e 16% do total de proteínas), apresentaram parâmetros de composição nutricional similares aos encontrados na literatura.

O teor de lipídios totais nos peixes apresentou a maior variação (0,59-1,83%) dentre os componentes testados, aumentando progressivamente até quando a inclusão de silagem na dieta ocorreu na proporção de 12%, decrescendo em seguida.

A substituição parcial de farinha de peixe, fonte protéica convencional usada em dietas para beijupirá, por silagem ácida de camarão branco não diminui a qualidade do filé quanto à sua característica nutricional, aumentando o teor de lipídeos totais e a qualidade da fração de gordura. Foram detectados aproximadamente 21 ácidos graxos nos peixes, sendo os majoritários os ácidos linoléico (C18:2 6c; 27,32-38,89%), oléico (C18:1 9c; 21,76-22,82%) e palmítico (C16:0; 15,22-16,29%). Os beijupirás alimentados com dieta com nível de inclusão de silagem de 12% apresentaram tecido muscular com maiores concentrações de lipídios totais, AGMI, AGPI, maior somatório de EPA e DHA e de AGPI -3. Nesses peixes, a quantidade de AGS encontrada foi superior aos demais, entretanto a relação AGPI/AGS também foi a mais elevada.

Os juvenis alimentados com dieta controle e os alimentados com inclusão de 16% de silagem ácida de camarão apresentaram as menores concentrações de AGPI -6 e menor relação -6: -3 que os demais.

Pôde-se confirmar a relação entre constituintes da dieta e o teor lipídico e perfil de ácidos graxos em juvenis de beijupirá cultivados sendo possível melhorar a parte comestível dos peixes, elevando assim seu valor nutricional para consumo humano.

O uso da silagem ácida do camarão branco como parte da fonte protéica de dieta de beijupirá, em relação às variáveis analisadas, além de trazer melhoria no ponto de vista nutricional é viável no ponto de vista econômico, pois pode reduzir bastante os custos da produção e o impacto ambiental que este resíduo causa para o meio ambiente.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

...udo, foi possível gerar conhecimentos sobre a nutrição da espécie alvo, contribuindo para o desenvolvimento de rações comerciais nutricionalmente completas para peixes marinhos.