

DETERMINAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS EM SUBPRODUTOS RESIDUAIS DE PEIXES DA FAMÍLIA LUTJANIDAE

**Márcia C. C. VELOSO (1); Rafael R. S. GUIA (2); Ana L. PEREIRA (3); Jailson B. de
ANDRADE (4); Gislane V. SANTOS (5); Vilma M. SILVA (6)**

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia- CEFET-BA – Rua Emídio dos Santos s/n -Salvador - Bahia,
(71) 2102-9516, e-mail: veloso@cefetba.br

(2) Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, e-mail: fael_rodrigues@hotmail.com

(3) CEFET-BA, e-mail: alpereira2006@yahoo.com.br

(4) Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, e-mail: jailsong@ufba.br

(5) Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, e-mail: gislaine@ufba.br

(6) Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, e-mail: vilmams@ufba.br

RESUMO

O Estado da Bahia possui uma grande extensão marítima, e dentre os peixes encontrados nesta faixa litorânea destacam-se os representantes da família Lutjanidae. No entanto, apesar alta valorização desta família e preferência por parte do consumidor baiano, não existem estudos sobre o aproveitamento dos subprodutos residuais provenientes da sua comercialização. Neste trabalho, desenvolvido no CEFET-BA em parceria técnico-científica com a UFBA, foi desenvolvida metodologia analítica para determinação de ácidos graxos contidos nos resíduos provenientes da comercialização destes peixes. Amostras de peixes *Ocyurus chrysurus* (“vermelho-rabo aberto”) foram obtidas diretamente dos pescadores, logo após a captura. Ao chegarem ao laboratório tiveram suas vísceras retiradas e trituradas. Os lipídeos foram extraídos pelo método de Bligh-Dyer. O conteúdo de lipídeos totais obtido nas amostras foi de $18,0 \pm 0,02\%$. Os ácidos graxos foram determinados, a partir do conteúdo de lipídeos totais, na forma de seus respectivos ésteres metílicos (EMAG). A análise dos EMAG foi feita por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas, onde foram determinados vários ácidos graxos essenciais de grande importância nutricional. Os resultados deste estudo poderão subsidiar um trabalho futuro para a elaboração de uma farinha, utilizando como fonte de matéria-prima as vísceras do *Ocyurus chrysurus* que apresentaram um relevante potencial nutritivo.

Palavras-chave: peixes, *Ocyurus chrysurus*, vísceras, lipídeos, ácidos graxos

1. INTRODUÇÃO

Com o mundo passando por um processo de explosão populacional dois aspectos têm sido motivo de preocupação: a necessidade de um aumento constante na produção de alimentos, e os problemas ambientais decorrentes da produção destes. Neste sentido, a aquíicultura apresenta-se como uma solução viável tanto para a crescente demanda por alimentos aquáticos, quanto para reduzir o problema da contaminação ambiental causada pelo descarte de subprodutos residuais dos processos de comercialização e industrialização de pescados¹, visto que estes que podem vir a ser incorporados a rações para a mesma.

No entanto, o êxito da aquíicultura está na percepção da qualidade e consequentemente na aceitação dos pescados por parte dos consumidores (FILHO, 2005). Assim, para que estes possam ser consumidos torna-se necessário assegurar as suas boas condições higiênico-sanitárias e características nutricionais.

Atualmente já é bem estabelecida a importância da incorporação de ácidos graxos poliinsaturados, encontrados nas frações lipídicas de alimentos marinho e de algumas oleaginosas, em rações para aquíicultura, a fim de conferir um alto valor nutricional aos pescados cultivados (FILHO, 2005).

O Estado da Bahia possui uma grande extensão marítima, e dentre os peixes encontrados nesta faixa litorânea destacam-se os representantes da família Lutjanidae.

A família Lutjanidae representa uma das mais importantes famílias de peixes dos mares tropicais, principalmente quanto à alimentação humana. A maioria das espécies desta família, que apresenta uma coloração avermelhada compondo uma categoria comercial de peixes denominados de “vermelhos”, vive em águas costeiras, em profundidade de até 650 metros (DRUZHININ, 1970, RANDALL, 1968, SZPILMAN, 1991). No entanto, apesar de sua alta valorização, boa aceitação no mercado nacional e preferência por parte do consumidor baiano, não existem estudos sobre o aproveitamento dos subprodutos residuais (cabeça, vísceras, espinhas e etc.) provenientes da sua comercialização (VELOSO, 2005).

A análise para avaliar a composição de ácidos graxos em resíduos de peixes é de fundamental importância, uma vez que estes últimos são subprodutos das indústrias e são descartados, contribuindo-se assim para a degradação ambiental. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi desenvolver metodologia analítica para identificar e quantificar os ácidos graxos a partir dos conteúdos de lipídeos totais dos resíduos provenientes da comercialização de peixes da família Lutjanidae, visando à criação de uma nova oportunidade de aproveitamento tecnológico de um resíduo ativo, que normalmente é descartado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A tendência nutricional atual preconiza hábitos alimentares mais saudáveis, com a ingestão de muitas fibras e baixa ingestão de gorduras saturadas. Deste modo, um grande impulso mundial foi dado ao consumo de peixes em vista da crescente conscientização do efeito benéfico deste importante alimento, de excelente valor nutricional, para a saúde humana.

Os peixes são considerados um alimento completo, ricos em proteínas, vitaminas e excelente fonte de minerais fisiologicamente importantes como Na, K, Mg, Ca, I, P, Se, Fe, entre outros, com teores que oscilam de 0,8 a 2%, além de conter cerca de 0,3 a 1% de carboidratos (OGAWA, 1999). Entretanto, os principais responsáveis pela sua atual classificação como um “alimento funcional” são os seus lipídeos, que apresentam baixo teor de colesterol e são conhecidos pela complexidade em sua composição em ácidos graxos poliinsaturados (AGPI). De acordo com a portaria N° 338, de abril de 1999, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, os alimentos funcionais são definidos como aqueles que, além das funções nutricionais básicas, apresentam alguma atividade biológica adicional por conterem substâncias denominadas de nutrientes ativos ou nutracêuticas que podem promover algum efeito benéfico à saúde,

¹ A denominação genérica de pescados compreende os peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, quelônios e mamíferos de água doce ou salgada, usados na alimentação humana.

devendo ser seguro para o consumo independente de supervisão médica. Dentre as substâncias nutracêuticas encontram-se os ácidos graxos essenciais (LINKO et al, 1996, LOSSO, 2003).

Os mamíferos, incluindo o ser humano, apresentam a capacidade de sintetizar uma série de ácidos graxos saturados e monoinsaturados, tais como o ácido esteárico (C18:0) e o oléico (C18:1), a partir de lipídeos ou da glicose. Entretanto, são incapazes de biossintetizar certos ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), como o ácido α -linolênico (LNA, ácido octadeca-9(Z),12(Z),15(Z)-trienóico, C_{18:3} ω -3) e o ácido linoléico (LA, ácido octadeca-9(Z),12(Z)-dienóico, C_{18:2} ω -6), sem os quais seus organismos não funcionariam adequadamente. Por esta razão, estes ácidos são chamados de “essenciais” (RIBEIRO et al, 2004).

Assim, diferentemente dos lipídeos da carne vermelha, os quais contêm uma alta proporção de gordura saturada, altamente nociva à saúde humana, os lipídeos de peixes são ricos em AGPI essenciais da família ômega, principalmente, da família ω -3 (BURR, 1989, SHAHIDI et al, 1998). Estes ácidos de cadeias longas que estão presentes nos peixes de água doce e, em maior quantidade nos peixes de água salgada e fria, são produzidos pelas algas marinhas e transferidos para a fração lipídica estrutural dos tecidos dos peixes por meio da cadeia alimentar (OGAWA, 1999; RIBEIRO et al, 2004).

O ácido α -linolênico (ω -3) ao ser metabolizado dá origem, entre outros, aos ácidos graxos de cadeias longas eicosapentaenóico (EPA, ácido eicosa-5(Z), 8(Z),11(Z),14(Z),17(Z)-pentenóico, C_{20:5} ω -3) e docosaexaenóico (DHA, ácido docosa-4(Z),7(Z),10(Z),13(Z),16(Z),19(Z)-hexenóico, C_{22:6} ω -3), que são formas biologicamente mais ativas e importantes que os seus precursores (LINKO et al, 1996) (Figura 1). Estes ácidos tiveram a sua importância reconhecida a partir de estudos epidemiológicos, realizados na década de 1970, que constatarem a baixa incidência de doenças cardiovasculares na população de esquimós da Groenlândia, que utilizam uma dieta baseada em peixes marinhos.

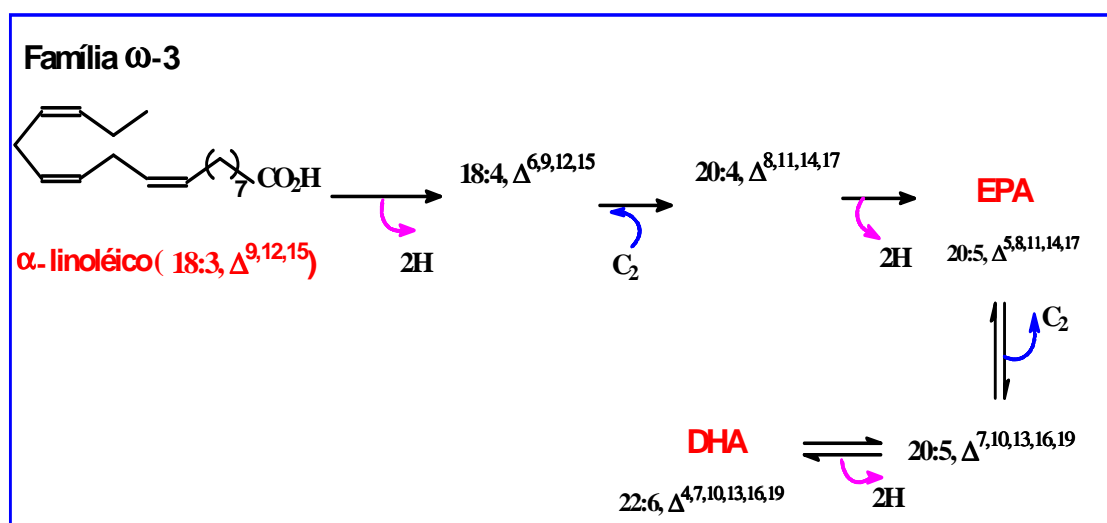


Figura 1- Rota metabólica de formação dos EPA e DHA via o bioprecursor ácido α -linolênico
(Δ : localização das ligações duplas)

A literatura médica (SIMOPOULOUS et al, 1999) descreve que o equilíbrio entre a ingestão balanceada da razão ω -6 / ω -3 de 1 a 2:1 é essencial (esta razão ainda não é um consenso mundial, mas está muito distante do atual padrão ocidental de 20-30:1), e pode representar um importante papel na prevenção e tratamento de doenças coronarianas, pois os ω -3 apresentam efeitos redutores sobre os teores totais de triglicerídeos e colesterol plasmáticos (CURB et al, 1985). Além disto, atualmente estes ácidos têm sido considerados como essenciais para o perfeito desenvolvimento e crescimento infantil (SHAHIDI et al, 1998). Portanto, os peixes representam a mais importante fonte nutricional de EPA e DHA para os seres humanos. Uma dieta rica destes ou de seus derivados é capaz de suprir as necessidades diárias destes ácidos graxos essenciais (0,8 a 0,9 g/dia, em uma dieta de 2000 kcal).

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (Food and Agriculture Organization (FAO)) recomenda um consumo mínimo de pescado de 12 kg *per capita*/ano. Entretanto, uma recente avaliação do consumo brasileiro, reportada pela Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência

da República (SEAP/PR) em 2008, mostra um consumo anual de apenas 7,0 kg *per capita*, enquanto que o consumo no Japão é de 86, na Irlanda 80 e na Inglaterra 52 kg *per capita*/ano (SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA E PESCA, 2008). Portanto, apesar do alto valor nutricional dos pescados, a contribuição destes na dieta brasileira, ainda é muito pequena.

Existem vários fatores, culturais e sócio-econômicos, que fazem com que esses alimentos sejam preteridos frente a outros gêneros alimentícios. Dentre estes fatores temos: (i) A oferta irregular ao consumidor; (ii) a sua alta perecibilidade, que é acelerada, geralmente, pela falta de condições higiênicas de sua comercialização em locais inadequados, o que torna o seu odor considerado desagradável pela maioria dos consumidores; e (iii) o seu custo elevado, devido a uma longa cadeia de intermediação na qual passa antes de chegar ao consumidor final (VELOSO, 2005).

No que se refere à oferta irregular de peixes, a aquicultura apresenta-se como uma solução viável para a crescente demanda por alimentos aquáticos. No entanto, o êxito da aquicultura está na percepção da qualidade e consequentemente na aceitação dos pescados por parte dos consumidores. Assim, para que estes possam ser consumidos torna-se necessário assegurar as suas características nutricionais e principalmente a boa qualidade sensorial (OGAWA, 1999, VELOSO et al, 2001, SILVA et al, 2005).

Como os peixes adquirem os ácidos graxos poliinsaturados essenciais a partir de suas dietas naturais, atualmente várias pesquisas têm sido feitas no sentido de estabelecer fontes e proporções ideais destes, que devem ser incorporadas a rações para aquicultura, a fim de conferir um alto valor nutricional aos pescados cultivados.

Com o aumento crescente da população mundial, há a necessidade de se potencializar os recursos científicos, tecnológicos e financeiros, juntando-se os esforços nas áreas ligadas à utilização de subprodutos de peixes e à pesquisa básica, para que as propriedades nutricionais destes organismos possam ser plenamente divulgadas e aproveitadas, incrementando-se assim a oferta de alimentos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Obtenção e Preparo das Amostras

As amostras de peixes *Ocyurus chrysurus* (vermelho rabo aberto) da família Lutjanidae, obtidas diretamente dos pescadores logo após a captura (recém-pescados), com peso médio de 1 kg, foram adquiridas na Colônia de Pesca Z-1, situada no bairro do Rio Vermelho na cidade de Salvador, Bahia (13°01'S e 38°31'W).

Os peixes no local da coleta foram pesados, medidos, descamados e acondicionados em sacos plásticos, sendo então transportados, para o Laboratório de Fisiologia Animal do Instituto de Biologia da UFBA.

Ao chegarem ao laboratório foram lavados com água destilada, para retirada do muco superficial e outras impurezas aderentes, e após isto tiveram suas partes separadas: peles, espinhas, músculos, vísceras e cabeça. As vísceras foram trituradas em multiprocessador doméstico de alimentos (Triton-Arno), e acondicionadas em potes de polietileno, devidamente identificados e em seguida estocados em freezer a -15°C, para posterior análise.

3.2. Extração de lipídeos Totais: Método de Bligh-Dyer

Os lipídeos foram extraídos a frio pelo método Bligh-Dyer (BLIGH et al, 1959). Neste, 5g das amostras de vísceras foram colocadas em um balão de 100 mL, com 20 mL de metanol, 10 mL de clorofórmio e 7 mL de água. O balão foi vedado com uma rolha de vidro, e o seu conteúdo foi homogeneizado por 30 min sob agitação magnética. Após este tempo, foi adicionado mais 10 mL de clorofórmio e 10mL da solução de sulfato de sódio a 1,5% (m/v). A suspensão formada foi tampada e agitada por mais 2 minutos.

A suspensão foi submetida à filtração a vácuo, em papel Whatman 41. O filtrado foi transferido para um funil de separação, onde foi deixado separar, naturalmente, as fases clorofórmica e aquosa. A fase inferior clorofórmica, contendo os lipídeos, foi recolhida em um *erlenmeyer* e agitada com uma pequena quantidade sulfato de sódio anidro, até ficar límpida, e depois filtrada. O extrato clorofórmio-lipídeos totais foi armazenado, em frasco âmbar sob atmosfera de N₂, a temperatura de -15°C.

3.3. Determinação de Lipídeos totais: método gravimétrico

Foram separados 5mL do extrato clorofórmio-lipídeos totais, e colocados em um frasco previamente pesado. O clorofórmio foi evaporado com um fluxo de nitrogênio, até peso constante.

3.4. Extração/ esterificação dos ácidos graxos

a) Método 1: Saponificação e esterificação (Maia et al, 1993):

Saponificação: Em um frasco de vidro âmbar de 20mL foram colocados aproximadamente 100mg do conteúdo de lipídeos totais, que foram saponificados pela adição de 4mL de NaOH 0,5M. A solução formada foi deixada, sob agitação magnética, em banho-maria a 100°C por 4 min, e depois esfriada rapidamente, sob água corrente.

Esterificação: Preparação do reagente esterificante NH_4Cl - H_2SO_4 -Metanol: 10g de NH_4Cl foram adicionados a 300mL de metanol, seguido por 15mL de H_2SO_4 concentrado, adicionado em pequenas porções com agitação.

No frasco de vidro contendo a solução saponificada fria, foi adicionado 5 mL do reagente esterificante. O frasco foi fechado e a solução resultante foi deixada, sob agitação magnética, em banho-maria a 100°C por 5 min, e depois esfriada. Após isto foram adicionados 4mL de uma solução saturada de NaCl e os ésteres metílicos foram extraídos com hexano. Os ésteres metílicos, em hexano, foram armazenados, sob atmosfera de nitrogênio, a -15°C.

3.5. Análise dos Ésteres Metílicos de Ácidos Graxos (EMAG)

As análises dos EMAG foram feitas por Cromatografia Gasosa de Alta Resolução acoplada a Detector de Massa (CGAR-EM) em um Cromatógrafo Shimadzu (GC 2010), equipado com injetor do tipo split/splitless, injetor automático (*auto-sampler* AOC-20i) e acoplado a um detector de massas quadrupolo, Shimadzu (GCMS-QP 2010), calibrado com PTFBA. O detector de massas foi calibrado pela injeção automática do composto perfluortributilamina (PFTBA), monitorando-se os fragmentos 69, 219 e 502.

As amostras foram separadas utilizando-se uma coluna capilar de sílica fundida HP-5-MS (30m x 0,25mm D.I. e 1µm de 5% fenil-polidimetilsiloxano). O gás de arraste (He) foi controlado eletronicamente, em uma velocidade linear de 40 cm.s⁻¹. As injeções foram feitas em duplicatas, por meio de um injetor automático, controlado pelo *software* do aparelho, em uma razão de divisão da amostra de 1:100 (modo *split*), e o volume de injeção foi de 1µL. As condições cromatográficas foram: temperatura inicial de 120°C, subindo até 170°C, numa razão de 8°C/min e depois até 240°C, a razão de 2°C/min, mantendo-se por 10 min a 240°C (tempo total: 51 min). Temperatura do injetor em 250°C.

A detecção foi feita em um detector de massas, utilizando a técnica de ionização por impacto de elétrons, com energia de 70eV, nas seguintes condições: corte do solvente em 2 minutos (fonte desligada); temperatura da linha de transferência, 250°C; temperatura da fonte de íons a 250°C; modo de aquisição scan, velocidade de 0,5 varreduras/segundo; faixa de varredura de massa 40-450 u.

A identificação dos ácidos graxos foi feita pelo uso em conjunto dos seguintes parâmetros: comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos da amostra com os de padrões autênticos; comparação entre os fragmentogramas destes com os de padrões autênticos e os das substâncias contidas na biblioteca *US National Institute of Standards and Technology* 147 (Nist 147). A quantificação foi feita pelo método de normalização.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Não existe um método padrão para a extração de lipídeos, que é feita de diversos modos, dependendo do tipo de matriz. No entanto, esta extração normalmente é feita com solventes orgânicos. O método utilizado neste trabalho foi o desenvolvido por Bligh&Dyer em 1959. Este método é rápido, simples e aplicável a qualquer tipo de alimento, envolvendo duas etapas e utilizando a mistura de três solventes: clorofórmio, metanol e água. O método extrai tanto os lipídeos polares quanto os apolares, e a extração é realizada em

condições brandas, sem aquecimento e a pressão ambiente, o que evita alterações devido a decomposições químicas.

A quantificação dos lipídeos totais foi realizada em triplicata, pelo método de pesagem, após a completa evaporação do solvente extrator. A composição percentual de lipídeos nas vísceras do *Ocyurus chrysurus* foi de $18,0 \pm 0,02\%$. Embora não se tenha levado em consideração as possíveis variáveis que influenciam o conteúdo lipídico de um peixe (por ex.: período reprodutivo, estação do ano (período de captura) e localização geográfica do seu habitat), o valor obtido de lipídeos totais nas vísceras pode ser considerado alto se comparado à composição lipídica da fração muscular (parte normalmente usada para o consumo humano) deste peixe, que fica em torno de 2% (VELOSO, 2005).

Os ácidos graxos, na forma de seus respectivos EMAG, foram determinados pelo método de saponificação/esterificação, que devido a sua simplicidade, apresenta uma grande aplicabilidade analítica quando comparado a outros métodos de esterificação descritos na literatura (GARCES et al, 1993, METCALFE et al, 1966), que envolvem um grande período tempo e maior gasto de energia, estando em desconforto com os Princípios da Química Verde ou Sustentável.

A análise dos EMAG foi feita por CGAR/EM. A quantificação foi feita por normalização, considerando-se a porcentagem de área do respectivo pico em relação à área total dos picos detectados e identificados. A Tabela 1 apresenta a composição dos ácidos graxos presentes nas vísceras do peixe *Ocyurus chrysurus* (vermelho rabo aberto).

Tabela 1- Composição dos principais ácidos graxos(% por área) determinados nas vísceras do peixe *Ocyurus chrysurus* (“vermelho rabo aberto”).

ÁCIDOS GRAXOS	NOME TRIVIAL	VERMELHO RABO ABERTO
C12:0	Láurico	0,23
C 14:0	mirístico	5,39
C16:0	palmitico	25,75
C16:1	palmitoléico	5,79
C17:0	heptadecanoico	1,09
C18:0	esteárico	8,84
C18:1 ω 9	oléico	16,09
C18:2 ω -6	linoléico	0,25
C18:3 ω -3	alfa-linolênico, LNA	0,42
C20:4 ω -6	araquidônico	3,93
C 20:5 ω -3	Ácido Eicosapentaenóico (EPA)	6,79
C 22: 6 ω -3	Ácido Docosaexaenóico (DHA)	15,15
Saturado (S)		41,3
Poliinsaturado (P)		48,42
P/S		1,17
Total ω -3		22,36
Total ω -6		4,18
ω -6/ ω -3		0,18

Entre os ácidos saturados, o palmítico (C16:0) e o esteárico (C18:0) foram os majoritários. O ácido DHA foi o AGPI predominante, seguido do ácido oléico e do EPA. Os ácidos DHA e EPA são descritos como essenciais para a saúde humana, e os teores destes encontrados nas vísceras do “vermelho rabo aberto” demonstram que estas constituem uma boa fonte alimentar destes ácidos.

A razão entre ω -6/ ω -3 é atualmente considerada um índice do valor nutritivo. Não existe ainda um consenso sobre o exato valor deste índice, entretanto, a maioria dos pesquisadores recomenda que este valor deva ficar abaixo de 5,0. No peixe “vermelho rabo aberto” esta razão foi de 0,18, ficando dentro da faixa recomendada.

A relação P/S (ácidos graxos poliinsaturados/saturados), que segundo a literatura deve ser maior que 0,45, foi de 1,17.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As vísceras do peixe vermelho rabo aberto possuem uma considerável composição lipídica (18%), sendo que o perfil de ácidos graxos apresenta uma grande composição em AGPI, com destaque para os ácidos graxos essenciais eicosapentaenóico (EPA, C20:4, ω 6) e docosaexaenóico (DHA, C22:6, ω 3), os quais são biologicamente importantes, não produzidos pelo homem e adquiridos pela dieta.

Os resultados obtidos poderão subsidiar um trabalho futuro para a elaboração de uma farinha, utilizando como fonte de matéria-prima as vísceras, que apresentaram um relevante potencial nutritivo. Esta farinha poderá ser incorporada a rações comerciais e, desta forma, além de agregar valor a estes resíduos e baratear os custos na alimentação de pescados de cativeiro, poderá ainda contribuir para diminuir o efeito desses resíduos ambientais, os quais muitas vezes são descartados inadequadamente.

REFERÊNCIAS

- BLIGH, E. G; DYER, W. J. **A rapid method of total lipid extraction and purification.** *Can. J. Biochem. Physiol.* 1959, 37, 911-917.
- BONDUKI, N. **Origens da habitação social no Brasil.** 4. ed. São Paulo: Estação Liberdade, 2004.
- BURR, M. L. **Fish and the cardiovascular system.** *Prog. Food Nutr. Sci.*, 1989, 13, 291-316.
- CURB, J. D.; REED, D. M. **Fish consumption and mortality from coronary heart disease.** *J. Medicine*, 1985, 313-21.
- DRUZHININ, A. D. **The range and biology of snappers (family Lutjanidae).** *Journal Ichthyology* 1970, 10(4-6), 717-736.
- FILHO, J. C. **Panorama da Aqüicultura.** Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/85/editorial85.asp>>, acesso em: 12 jan. 2005.
- GARCES, R., MANCHA, M. **One-Step Lipid Extraction and Fatty Acid Methyl Esters Preparation from Fresh Plant Tissues.** *-Phytochemistry* 1993, 19, 817-820.
- LINKO, Y-Y.; HAYAKAWA, K. **Docosahexaenoic acid: A valuable nutraceutical?** *Trends in Food Sci. & Technology* 1996, 7, 59-63.
- LOSSO, J. N. **Targeting excessive angiogenesis with functional foods and nutraceuticals.** *Trends in Food Sci. & Technology* 2003, 14, 455-468.

MAIA, E. L.; RODRIGUES AMAYA, D. B. **Avaliação de um Método Simples e Econômico para a Metilação de Ácidos Graxos com Lipídios de diversas espécies de peixes.** Rev. Inst. Adolfo Luiz 1993 53, 27-35.

METCALFE, L. D.; SCHMITZ, A. A.; PELKA, J. R. **Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatography analysis.** *Anal. Chem.* 1966, 38, 514-515.

RANDALL, J. **Caribbean Reef Fishes.** USA: T. F. H. Publications, Inc., 1968, 138p.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. Química dos alimentos. Instituto Mauá de Tecnologia. Ed. Edgard Blücher Ltda 2004, 183p

SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURAE PESCA. **Dados sobre o consumo de pescados no Brasil.** Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap> acesso em 20 maio 2008.

SHAHIDI, F.; WANASUNDARA, U. N. **Omega-3 fatty acid concentrates: nutritional aspects and production technologies.** *Trends in Food Sci. & Technology* 1998, 9, 230-240.

SILVA, V. M.; VELOSO, M. C. C.; OLIVEIRA, A.S.; SANTOS, G. V.; PEREIRA, P. A. P.; DE ANDRADE, J. B. **Determination of simple bromophenols in marine fishes by reverse-phase high performance liquid chromatography (RP-HPLC).** *Talanta* 2005, 68, 323-328.

SIMOPOULOUS, A. P.; LEAF, A.; SALEM, N. **Essentiality and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids.** *Ann. Nutr. Metabol.*, 1999, 43, 127-30.

SZPILMAN, M. **Guia Aqualung de Peixes - guia prático de identificação dos peixes do litoral brasileiro.** Aqualung Confecção Ltda. 1991, 284p.

VELOSO, M. C. C.; SILVA, V.M.; SANTOS, G. V.; DE ANDRADE, J. B. **Determination of aldehydes in fish by high-performance liquid chromatography.** *J. Chromatogr. Sci.* 2001, 39: 173-176.

VELOSO, M. C. C. **Compostos orgânicos voláteis e ácidos graxos em peixes marinhos.** 2005. 181p Tese (Doutorado em Química Analítica) - Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq e a Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), respectivamente, pelas bolsas PIBIC dos alunos Rafael R. S. Guia e Ana L. Pereira.