

Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce tambaqui, *Colossoma macropomum*

Ronaldo de Oliveira Sales^{1*}, Everardo Lima Maia²

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo obter dados quantitativos sobre as classes de lipídios presentes nos files de tambaqui, *Colossoma macropomum*. Os lipídios totais (LT) foram fracionados em classes de lipídios neutros (LN), gliceroglicolipídios (GL) e glicerofosfolipídios (PL) através de cromatografia em coluna aberta de sílica gel 60 (70-230 mesh). As análises foram realizadas em cinco lotes de amostras contendo cada uma quatro exemplares, adquiridos no Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho von Ihering em Pentecoste, Ceará, nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro de 2011. Os LT representaram em média 3,8% em relação ao peso fresco da amostra. A classe lipídica dominante foi de LN com média de 75,1% dos LT ou 2,9g/100g de filé. Os GL e PL contribuíram em média com 1,6% (61mg/100g de filé) e 23,3% (885mg/100g de filé), respectivamente. A composição química centesimal apresentou média de 68,0% de umidade, 22,6% de proteína total e 2,7% de cinza.

Palavras-chave: peixe fresco, lipídios neutros, glicolipídios, fosfolipídios, composição.

Chemical composition and lipids classes of the freshwater fish tambaqui, *Colossoma macropomum*

ABSTRACT: The purpose of this work is to quantify lipid classes founded in fillets of tambaqui, *Colossoma macropomum*. Four lots of samples, each one containing two specimens, were obtained from retail stores in Fortaleza (Ceará State – Brazil) on setembro, outubro, novembro e dezembro de 2011. The total lipids (TL) were fractionated by open column chromatography in neutral lipids (NL), glyceroglycolipids (GL) and glycerophospholipid (PL). The TL was averaged in 3.8% of muscle, on wet mass basis. The dominant lipid class was NL averaging at 75.1% in relation to the TL or 2.9g/100g of fillet.

The GL and PL contribution in average with 1.6% (61mg/100g of fillet) and 23.3% (885mg/100g of fillet) of the TL, respectively. The approximate composition had average of 68.0% moisture, 22.6% protein, and 2.7% ash.

Keywords: freshwater fish, neutral lipids, glycolipids, phospholipids, composition.

¹Federal University of Ceará - DZ / CCA / UFC. E-mail: ronaldo.sales@ufc.br

²Federal University of Ceará - DE / CCA / UF. E-mail: maiadep@uol.com.br

* To whom correspondence should be sent

Introdução

Entre os peixes de água doce potenciais para aqüicultura no Brasil destacam-se os peixes da família Characidae (GODOY, 1975). Os membros desta família apresentam larga distribuição geográfica em toda a América do Sul, sendo encontrados nas bacias Amazônica (JUNK, 1985), do Orenoco, das Guianas, do Nordeste brasileiro (por exemplo, no Rio São Francisco), do Paraná, Uruguai e Paraguai, do Leste brasileiro (por exemplo, no Rio Paraíba do Sul) e da Patagônia (Argentina).

As espécies do gênero *Colossoma* são de importância comercial em todas as regiões do Brasil, em especial do Nordeste brasileiro, devido a sua possibilidade de adaptação em diferentes ambientes aquáticos, grande facilidade de fecundação artificial, alta precocidade e prolificidade, regime alimentar e, principalmente pela sua grande aceitação pelos habitantes (CHAGAS et al., 2005).

Exemplares medindo 110 cm de comprimento total e pesando 5kg são comuns entre os *Colossoma macropomum* (VILLACORTA-CORREA, 1997).

Antigamente eram capturados exemplares com mais de 5kg quilos. Hoje, por causa da sobrepesca, praticamente não existem indivíduos desse porte.

Por tratar-se de uma espécie muito consumida pela população brasileira, os peixes *Colossoma* têm sido investigados quanto a sua composição química aproximada (OLIVEIRA, 1999). Em geral, a composição química do pescado é extremamente variável, contendo entre 70 a 80% de umidade, 15 a 24% de proteína, 0,1 a 22% de gordura e 1 a 3% de minerais (URBINATI et al., 2004). Estes percentuais variam de uma espécie para outra e também dentro de uma mesma espécie, dependendo da época do ano, do tipo e quantidade de alimento disponível, da qualidade da dieta consumida, do estágio de maturação sexual, da idade, das condições de cultivo e da parte do corpo analisada (LUZIA et al., 2003; SILVA et al., 2002).

O conhecimento da composição corporal dos peixes é necessário para que sua utilização como alimento humano possa ser otimizada, possibilitando a competição com

outras fontes protéicas largamente utilizadas como a de carne bovina, suína e de aves (CAULA et al., 2008). Este conhecimento também permitirá avaliar a eficiência da transferência de nutrientes do alimento para o peixe, bem como a escolha da tecnologia a ser utilizada no seu beneficiamento, processamento e conservação (CYRINO, 1995).

Sabe-se que os constituintes químicos no pescado variam entre diferentes espécies, e mesmo, entre indivíduos de mesma espécie, em função da época e local de captura, habitat, sexo, idade, entre outros fatores (LOVELL, 1998), por isso, objetivou-se neste estudo obter informações acerca da composição química e dos teores das classes de lipídios neutros, glicolipídios e fosfolipídios no tambaqui, *Colossoma macropomum* no Estado do Ceará.

Material e Metodos

Amostras

As amostras constaram de exemplares de tambaqui, *Colossoma macropomum* sem distinção de sexo e tamanho. Quatro amostras, cada uma composta por dois exemplares, procedentes de tanques de engorda do *Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho von Ihering* em Pentecoste, Ceará, foram capturados com rede de arrasto e sacrificados em água resfriada, colocados em gelo imediatamente após a morte, em uma proporção de 2:1 gelo/peixe, nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro de

2010. Os pesos médios das respectivas amostras foram de 2,5 kg (2.3 – 2.4 kg), 2,4 kg (2.4 - 2.5 kg), 2,3 kg (2.3 – 2.4 kg) e 2,5 kg (2.5 - 2.6 kg) e comprimento médio de 47,9cm. No Laboratório de Recursos Aquáticos (LARAq) do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, de cada lote, obteve-se seis filés sem pele, que após cortados em pequenos pedaços, foram reunidos e homogeneizados com auxílio de multiprocessador MASTER WALITA. Esta massa homogênea, também denominada de porção comestível, contendo pequenos pedaços de espinhas intramusculares, foi usada para a determinação da composição química centesimal e análise das classes de lipídios.

Composição Química Centesimal

Os conteúdos de água e cinza foram determinados em triplicata, de acordo com o procedimento descrito por NAGAKURA (1972), enquanto o teor de proteína foi determinado, em triplicata, pelo método semi-micro Kjeldahl (2000), utilizando-se o fator 6,25 para conversão do nitrogênio total em proteína bruta.

Usou-se 50g da massa homogênea para extração a frio dos lipídios totais (LT) pelo método de BLIGH, DYER (1959), levando-se em conta as proporções entre a água tissular e os solventes de extração: clorofórmio (CHCl₃) e metanol. O extrato clorofórmico purificado foi filtrado em papel de filtro contendo um pouco de Na₂SO₄ anidro para absorver

resíduos de umidade, lavado com CHCl_3 , completando-se o volume conhecido com CHCl_3 . Em seguida foram transferidas 3 alíquotas de 10mL deste extrato para cápsula de alumínio pré-tarada, e então colocadas em estufa a 105°C por cerca de 30 minutos para evaporação do solvente. Após resfriamento em dessecador contendo sílica gel e evacuado de ar atmosférico com trompa de água, a cápsula foi pesada em balança analítica, obtendo-se o conteúdo de LT expresso em relação ao peso da amostra úmida. O restante do extrato clorofórmico foi concentrado em roto-evaporador a vácuo na temperatura de 40°C , até redução considerável do solvente, sendo então transferido para frasco âmbar e estocados em "freezer" a -30°C para uso posterior na separação das classes de lipídios.

Separação das Classes de Lipídios

Foi adotado o procedimento descrito por JOHNSTON et al. (1983) para a separação dos LT em classes lipídicas, que utiliza sílica gel 60 (70-230 mesh) como adsorvente e os solventes clorofórmio, acetona e metanol para eluição, respectivamente, de lipídios neutros (LN), gliceroglicolipídios ou glicolipídios (GL) e glicerofosfolipídios ou fosfolipídios (PL). Após evaporação dos solventes através de roto-evaporador a vácuo a 40°C , as frações foram transferidas para frascos âmbar pré-tarados, com o menor volume de CHCl_3 possível, sendo este evaporado à vácuo com o uso de banho-maria e nitrogênio, sendo então

colocados em dessecador e pesados até obter peso constante (precisão de $\pm 10\text{mg}$) em balança analítica. As percentagens das classes de lipídios foram calculadas em relação ao peso dos LT. Para comparação com os resultados de literatura, os conteúdos das classes lipídicas também são expressos como percentagem em relação ao peso da amostra (porção comestível).

Resultados e Discussão

Composição química centesimal

Os resultados sobre a composição química centesimal da porção comestível do tambaqui, estão descritos na Tabela 1. Os valores médios de lipídios e proteínas na maioria das amostras permitem classificar esta espécie na categoria A onde os peixes têm baixo teor de gordura ($< 5\%$) e alto teor de proteína ($15 - 20\%$) (STANSBY, M. E., 1962).

Exceção ocorreu com a amostra de dezembro que teve 6,8% de lipídios, conteúdo este no limiar da categoria B (5 a 15% de LT). O teor médio de 22.6 ± 0.8 de proteína, que teve pequeno coeficiente de variação ($\text{CV} = 4,3\%$), acha-se muito próximo daqueles relatados para outras espécies do gênero *Prochilodus*, variáveis entre 18,0 e 20,5% (EL-SAYED, 2002; IZQUIERDO, 2000). Segundo alguns autores (URBINATI et al., 2004; CHAGAS et al., 2005), o conteúdo de proteína no tambaqui, *P. nigricans* do rio Amazonas permanece razoavelmente estável em torno de 20% durante quase todo o ano, mas por ocasião do

início da época de aumento do volume das águas do rio (fevereiro a abril), o teor de proteína progressivamente diminuiu, tendo atingido o valor mínimo de 17% em março,

para daí em diante, voltar a crescer, onde em abril atingiu novamente a média de 22%.

Tabela 1. Dados sobre a composição percentual do tambaqui, *Colossoma macropomum*

Amostra	Composição centesimal (%)			
	Umidade	Proteína	Lipídios	Cinzas
Setembro	68.1	22.5	6.6	2.7
Outubro	68.6	22.4	6.5	2.5
Novembro	67.9	22.8	6.6	2.7
Dezembro	67.5	22.7	6.8	3.0
Média	68.0 ± 1.8	22.6 ± 0.8	6.6 ± 1.5	2.7 ± 0.5

setembro, outubro e novembro de 2011

Coincidentemente, o valor mais baixo de proteína (17,8%) no tambaqui, de açude cearense também foi encontrado em março, período de chuva no Nordeste brasileiro. Já a média de proteína relatada por MAIA et al., (1983a) foi obtida com amostras coletadas nos meses de janeiro, maio e julho em rios do Estado de São Paulo. Dessa forma, parece que o habitat tem pouca influência sobre o teor de proteína dos peixes do gênero *Prochilodus*, enquanto que a pequena variação observada na proteína, talvez se deva a variação sazonal de alimentos. Sabe-se que tais espécies são iliófagas ou limnófagas, e portanto se alimentam de lodo ou lama do fundo dos lagos contendo algas (especialmente diatomáceas), detritos vegetais e partículas de areia VILA NOVA et al., 2005, provavelmente presente

em maior quantidade e diversidade na época da chuva.

Com relação ao teor de lipídios totais (LT), a média de 6,6 ± 1,5% encontra-se entre os valores de 0,5 e 4,0% descritos para *P. scrofa*, *P. cearensis* e *P. nigricans* (JUNK, 1985, MAIA et al., 1983a, OLIVEIRA, 1999). Valores mais elevados foram observados para *P. scrofa* que teve média de 6,0% (MAIA et al., 1994) e de 6,7% (LESSI, 1968^a), enquanto o *P. cearensis*, sem distinção de sexo e tamanho, teve média de 8,2% no ano de 1971 (GURGEL & FREITAS, 1972). Esta mesma espécie analisada nos anos de 1972 e 1973 apresentou, respectivamente, média de 6,6% e 7,2% para os indivíduos machos e de 13,3% e 7,5% para as fêmeas (GURGEL & FREITAS, 1977). Talvez o tamanho dos exemplares pode estar contribuindo para a grande variação

verificada entre as espécies do gênero *Prochilodus*, pois segundo GURGEL e FREITAS, 1977), foi observada uma correlação positiva significativa entre o comprimento e o teor de gordura, tanto em machos como em fêmeas de *P. cearensis*.

A relação inversa entre os conteúdos de umidade e lipídios observada em diversos peixes (KINSELLA et al., 1977, MAIA & RODRIGUEZ-AMAYA, 1992, STANSBY, 1962; BANERJEE, 1997) também pode ser notada entre as amostras de tambaqui (Tabela 1). Todavia, a amostra de maio, em relação às amostras de março e junho, mas não em relação à amostra de julho, desviou-se deste

Conteúdo das Classes de Lipídios

Na Tabela 2 são apresentados os conteúdos das classes de lipídios neutros (LN), glicolipídios (GL) e fosfolipídios (PL) separados dos lipídios totais (LT) de filés de tambaqui, *Colossoma macropomum*. Os LN foram sempre a classe majoritária, contribuindo em média com 75, 1% dos LT. Os GL e PL tiveram médias de 1, 4% e 23, 5%,

comportamento. A soma entre os teores de umidade e lipídios, foi em média de 80%, valor igual ao de STANSBY (1962), e muito próximo de 80,7% (OLIVEIRA, 1999) e de 81% (THURSTON et al., 1959).

O teor médio de $2,7 \pm 0,5\%$ para cinzas encontra-se dentro dos valores normais descritos para os peixes de água doce (LAZOS et al., 1989) e marinhos (RIOS, 1954, ZAMBONI, 1961); porém conteúdos médios mais elevados entre 3,0 e 4,2% tenham sido relatados para peixes de água doce (LESSI, 1968b) e de 2,5 a 3,2% para peixes marinhos (WATANABE, 1963).

respectivamente. Perdas ocorreram durante o processo de separação cromatográfica, pois a recuperação média das 4 amostras foi 83, 1%. Sabe-se que os PL são os constituintes mais susceptíveis a hidrólise enzimática e autoxidação durante o manuseio (ACKMAN, 1967, LOVERN, 1962) ou estocagem do peixe em gelo (LOVERN et al., 1959) ou congelada (GIBSON & WORTHINGTON, 1977).

Table 2. Conteúdo das frações lipídicas no tambaqui, *Colossoma macropomum*.

Amostras	Conteúdo das classes de lipídios					
	% (g/100g TL)			g/100g amostra		
	NL	GL	PL	NL	GL	PL
Setembro	72.7	3.3	21.9	3.79	0.17	1.17
Outubro	80.6	0.9	17.4	2.85	0.05	0.62
Novembro	76.4	1.4	23.5	3.04	0.07	0.91
Dezembro	68.4	0.6	29.8	1.75	0.02	0.74
Média	74.5±5.2	1.5±1.4	23.1±5.4	2.85±0.9	0.07±0.07	0.86±0.24

Abreviaturas: NL = lipídios neutros; GL = glicoglicolipídios; PL = glicerophospholipios.

Além disso, de acordo com LAMBERTSEN (1972), a redução na recuperação por estar associada com a retenção na coluna de produtos mais ácidos, de ácidos graxos livres e/ou de alguns produtos derivados da oxidação dos lipídios. Para a comparação mais real dos resultados obtidos neste trabalho com aqueles da literatura, que conseguiram recuperações no mínimo de 98% (BENITEZ & GORRICETA, 1983, JOHNSTON, 1983), sendo que os dados apresentado na Tabela 2 foram corrigidos para 100% de recuperação.

Em trabalho realizado com o curimatá, *P. scrofa* capturado no Estado de São Paulo, MAIA, RODRIGUEZ-AMAYA, FRANCO (1994) encontraram médias de 88, 1% de LN e 11,8% de PL, mas não detectaram glicolipídios. Da mesma maneira, foi verificado a ausência de GL em tambaqui, *Colossoma macropomum* (MAIA & RODRIGUEZ-AMAYA, 1992) e em pacu, *Piaractus mesopotamicus* (MAIA et al., 1995), que apresentaram, respectivamente, 90, 7% de LN + 8, 7% de PL e 94, 0% de LN + 5, 0% de PL.

Existem controvérsias sobre a presença de glicolipídios nos tecidos musculares comestíveis de peixes. Em 17 diferentes espécies de peixes de lagos de Nova York, EUA, KINSELLA et al., (1977) não registraram a ocorrência de glicolipídios. Esta

classe lipídica também não foi detectada em "ayu", *Plecoglossus altivelis* cultivados ou naturais (OHSHIMA et al., 1982), nem em carne branca e escura de "white sucker", *Catostomus commersoni* (MAI & KINSELLA, 1979), nem tampouco em 5 espécies de peixes marinhos e de água doce e 3 espécies de "shellfish". Por outro lado, JOHNSTON et al., (1983) relataram a presença de glicolipídios em quantidade de 1,9% (equivalente a 22, 8mg/100 g de amostra) em extrato lipídico muscular de camarão, *Penaeus aztecus*, enquanto BENITEZ & GORRICETA (1983) encontraram em "milkfish", *Chanos chanos* uma média de 2, 4% de GL e BANERJEE et al., (1997) relataram teores bastante elevados da ordem de 26, 4% de GL na carne corporal do peixe de mangue *Boleophthalmus boddarti* da Índia.

Conclusões

Considerando os resultados da pesquisa, conclui-se que:

- O tambaqui, *Colossoma macropomum*, é um peixe que apresenta um teor de gordura razoável e alto teor de proteína;

- A comparação dos teores de proteína do tambaqui, *Collossoma macropomum*, com aqueles relatados pela literatura para outras espécies do gênero *Prochilodus* sugerem que o habitat não interfere nos resultados da proteína;
- Foi observado uma relação inversa entre os conteúdos de umidade e de lipídios totais, com a soma entre estes constituintes sendo em média de 80%;
- Entre os componentes lipídicos, a classe majoritária foi constituída pelos lipídios neutros que apresentaram concentração cerca de 3 vezes maior do que a de fosfolipídios.

Referências bibliográficas

- ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; GOULDING, M. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia.** Tefé:Sociedade Civil Mamirauá; Brasília:CNPq, 1998. 186p.
- BANERJEE, D.; PAL, D.; PATRA, T.K.; MISRA, S.; GHOSH, A. Lipids and Fatty Acids of Air Breathing Fish *Boleophthalmus boddarti*. **Food Chemistry**, v. 60, n. 3, p. 303-309, 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Horwitz, Washington. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. 17 ed. Arlington: AOAC Inc., 2000.
- BANERJEE, D.; PAL, D.; PATRA, T.K.; MISRA, S.; GHOSH, A. Lipids and Fatty Acids of Air Breathing Fish *Boleophthalmus boddarti*. **Food Chemistry**, v. 60, n. 3, p. 303-309, 1997.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; FURUYA, W.M.; NAGAE, M.Y. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento.

Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.30, n.5, p.1391-1396, 2001.

BRUSCHI, F.L.F. Rendimento, composição centesimal e perfil de ácidos graxos de pescados e seus resíduos monografia [Graduação em Oceanografia]. Itajaí, Santa Catarina. Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí. 2001. 134p.

CAMPOS-RAMOS, R.; HARVEY S.C; MCANDREW, B.J. An investigation of sex determination in the Mozambique tilapia, *Oreochromis mossambicus*, using synaptonemal complex analysis, fish, sex reversal and gynogenesis. **Aquaculture**; (221):125-40, 2003.

CAULA, F.C.B.; OLIVEIRA, M.P. de; MAIA, E.L. Teor de colesterol e composição centesimal de algumas espécies de peixes do estado do Ceará. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 960-964, 2008.

ÇELIK, M.; DILER, A., KÜÇÜKGÜLMEZ, A.A Comparison of the Proximate Compositions and Fatty Acid Profiles of Zander (*Sander lucioperca*) From Two Different Regions and Climatic Conditions. **Food Chemistry**, Champaign, v.92, n. 4, p. 637-641, 2005.

CHAGAS, E.C.; GOMES, L.C.; MARTINS JÚNIOR, H.; ROUBACH, R.; LOURENÇO, J.N.P. Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes

taxas de alimentação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 833-835, 2005.

COSTA, L.R.F. **Subsídios ao manejo do tambaqui (*Colossoma macropomum*) na várzea do médio Solimões: pesca, dinâmica de populações, estimativa de densidade e dispersão**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 1998. 76p. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Universidade Federal do Amazonas, 1998.

DESPREZ, D.; GÉRAZ, E.; HOAREAU, M.C. *et al.* Production of a high percentage of male offspring with a natural androgen, 11bhydroxyandrostenedione (11bOHA4), in Florida red tilapia. **Aquaculture**. v. 216, p. 55-65. 2003.

CHO, S. H.; JAE-YOON. J.O. Effects of dietary energy level and number of meals on growth and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. during summer and winter seasons. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v.33, p.48-56, 2002.

DAN, N.C.; LITTLE, D.C. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Vietnam. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 184, p. 221- 231, 2000.

EL-SAYED, A. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. **Aquaculture Research**. v. 33, 621-6. 2002.

- ERIC J.; MOHAMED A.; JOSEP M.B.; RENÉ J.J.V.; UDO, A.T.B. Characterization of lipids in complex samples using comprehensive two-dimensional gas chromatography with time-of-flight mass spectrometry. **Journal of chromatography**. 1086(1-2):2-11. 2005.
- FERREIRA, M.W.; BRESSAN, M.C.; SOUZA, X.R.; VIEIRA, J.O.; FARIA P.B.; ANDRADE, P.L. Efeito dos métodos de cocção sobre a composição química e perfil lipídico de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757). **Ciência e Agrotecnologia**. v. 31, n. 3, p. 798-803, 2007.
- FITZSIMMONS, K. Tilapia: the most important aquaculture species of the 21st century. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 50, 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: 2000. v.1, p.3-8.
- FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.) **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo: TecArt,. Cap.14, p.405-480, 2004.
- GODOY, M. P. **Peixes do Brasil**. Subordem Characoidei: Bacia do Rio Mogi Guassu. Franciscana, Piracicaba, v. IV, p. 631-846, 1975.
- GURGEL, J. J. S.; FREITAS, J. V. F. Sobre a Composição Química de Doze Espécies de Peixe de Valor Comercial de Açudes do Nordeste Brasileiro. **Boletim Técnico do DNOCS**, v. 30, n. 1, p. 45-57, 1972.
- GURGEL, J. J. S.; FREITAS, J. V. F. Variação Estacional do Teor de Gordura da Curimatã Comum, *Prochilodus cearensis* Steindachner, Pescada do Piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel) e Traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch) no açude Orós, em Orós, Ceará. **Boletim Técnico do DNOCS**, v. 35, n. 2, p. 149-163, 1977.
- KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: Aqua & Imagem, 2000. 289p.
- IHERING, R. VON.; AZEVEDO, P. A curimatã dos Açudes Nordestinos (*Prochilodus argenteus*). **Archivos do Instituto Biológico**, v. 5, p. 143-184, 1934.
- INHAMUNS, A.J.; FRANCO, M.R.B.; BATISTA, W.S. Seasonal variations in total fatty acid composition of muscles and eye sockets of tucunaré (*Cichla* sp.) from the Brazilian Amazon area. **Food Chemistry**, v. 117, p. 272 - 275, 2009.
- IZQUIERDO, P.C.; FERRARI, G.T.; MARTINEZ, Y.B., SALAS, E.B., CAGNASSO, M.A. Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia commercial en Venezuela. **Archivos Latino Americanos de Nutricion**, 50, 187-194, 2000.

- JACQUOT, R. Organic Constituents of Fish and Other Aquatic Foods. **In:** BORGSTROM, G. (Ed.), **Fish Food**. London: Academic Press, v.1, p. 145-210, 1961.
- JOHNSTON, J.J. et al. Characterization of Shrimp Lipids. **Journal of Food Science**, v. 48, n. 1, p. 33-35, 1983.
- JUNK, W. J. Temporary Fat Storage and Adaptation of Some Fish Species to the Waterlevel Fluctuation and Related Environmental Changes of the Amazon River. **Amazoniana**, v. IX, n. 3, p. 315-351, 1985.
- LAMBERTSEN, G. Lipids in Fish Fillet and Liver - A comparison of fatty acid compositions. **Fiskeridirektoratets Skrifter Serie Teknologiske Undersokelser**, v. 15, n. 6, p. 3-15, 1972.
- LIMA, M.B.S; PADUA, D.M.C.; SILVA, P.C. et al. Farelo de milho (*Pennisetum americanum*) em substituição ao milho moído (*Zea mays*) em dietas para tilápia *Oreochromis niloticus*. **In:** INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 55, 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro, 2000. v.1, p.120-124.
- LOVERN, J.A. The Lipids of fish and changes occurring in them during processing and storage. **In:** HEEN, E.; KREUZER, R. (Eds.), **Fish in Nutrition**. London: Fishing News, p. 86-111, 1962.
- LUZIA, L.A.; SAMPAIO, G.R.; CASTELLUCCI, C.M.N.; TORRES, E.A.F.S. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of **Brazilian fish**. **Food Chemistry**. v.83, p. 93-97, 2003.
- MACEDO-VIEGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R; BACCARIN, A.E. et al. Aspectos mercadológicos de pescados e derivados em algumas cidades das regiões sul e sudeste do Brasil. **Infopesca Internacional**, v.6, p.13-22, 2000.
- MAIA, E.L. Otimização da Metodologia para a Caracterização de Constituintes Lipídicos e Determinação da Composição em Ácidos Graxos e Aminoácidos de Peixes de Água Doce. Campinas: 242p. (Tese de Doutorado). FEA/UNICAMP, 1990.
- MAIA, E.L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Fatty Acid Composition of the Total, Neutral and Phospholipids of the Brazilian Freshwater Fish *Collossoma macropomum*. **In:** CHARALAMBOUS, G. (Ed.), **Food Science and Human Nutrition**. Amsterdam: Elsevier Science, p. 633-642, 1992.
- MAIA, E.L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; FRANCO, M.R.B. Fatty acids of the total, neutral and phospholipids of the Brazilian freshwater Fish *Prochilodus scrofa*. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 7, p. 240-251, 1994.

- MAIA, E.L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; HOTTA, L.K. Fatty Acid Composition of the Total, Neutral and Phospholipids of Pond-Raised Brazilian *Piaractus mesopotamicus*. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 30, p. 591-597, 1995.
- MAIA, E.L.; OLIVEIRA, C.C.S.; SANTIAGO, A.P.; CUNHA, F.E.A.; HOLANDA, F.C.A.; SOUSA, J.A. Composição química e classes de lipídeos em peixes de água doce curimatã comum (*Prochilodus cearensis*). **Ciência e Tecnol. Alimentos**. v.19, n.3, p.433-437, 1999.
- MELO, J.F.B.; BOIJINK, C.L.; RADÜNZ NETO, J. Efeito da alimentação na composição química da carcaça do jundiá *Rhamdia quelen*. **Revista Biodiversidade Pampeana**, v.1, n.1, p.12-23, 2003.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R *et al.* Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 31, n.2, p. 566-73, 2002.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Influência do processamento da ração no desempenho e sobrevivência da tilápia do Nilo durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32, n. 2, p. 262-7, 2003.
- MINOZZO, M.G. Elaboração de patê cremoso a partir de filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e sua caracterização físicoquímica microbiológica e sensorial. [Dissertação de Mestrado]. Curitiba, Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2005. 127pp.
- MOREIRA, A.B. et al. Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian. **Brycon freshwater fishes**. v. 14, n. 6, p.565-74, 2001.
- MENEZES, M.E.S. Valor nutricional de espécies de peixes (água salgada e estuário) do estado de Alagoas. (Dissertação de Mestrado). Maceió, Alagoas: Universidade Federal de Alagoas, 2006. 113.
- NAGAKURA, K. General Analysis. In: OKADA, M.; HIRAO, S.; NOGUCHI, E.; SUZUKI, T.; YOKOSEKI, M. (Eds.), **Utilization of Marine Products**. Japan: Overseas Technical Cooperation Agency, p. 159-169, 1972.
- NAKAGAWA, H.M.; FURUHASHI, T.; UMINO, A.; TAKAGO, S.S. Utilization of α -starch in ayu, *Plecoglossus altivelis*, relating to growth and body composition. **Journal of Applied Ichthyology**. v.20, n.5, p. 389–394, 2004.
- OETTERER, M.; SIQUEIRA, AA.Z.C.; GRYSCHKEK, S.B. Tecnologias emergentes para processamento do pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. Cap. 15, p. 481-500.
- OGAWA, M, MAIA, E.L. Manual de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado. 1999; São Paulo: Varela; (1), 430p.

- OLIVEIRA, S.L.C.L. Estudo dos Constituintes Lipídicos em Peixes do Ceará. Fortaleza: DEP/UFC, 1999. 118p. (Dissertação de Mestrado).
- PEARSON, D. **Laboratory Techniques in Food Analysis**. New York: John Wiley & Sons, p. 27-77, 1973.
- RAMOS FILHO, M.M.; RAMOS MILHANE, P.A.; SOUZA, E.M.T. Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul. **Ciência Tecnologia de Alimentos**. 2008; 28(2): 361-5.
- ROOS, N.M.; SIEBELINK, E.; BOTTS, M.L.; VAN TOL, A.; SCHOUTEN, E.G.; KATAN, M.B. Trans monounsaturated fatty acids and saturated fatty acids have similar effects on postprandial flow-mediated vasodilation. **Eur J Clin Nutr Basingstoke**. 56(7):674-9, 2002.
- SANTOS, A.B.; MELO, J.F.B.; LOPES, P.R.S. et. al. Composição química e rendimento do filé da traíra (*Hoplias malabaricus*) **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.7/8, n.1, p.33-39, 2001.
- SILVA, P.C.; KRONKA, S.N.; TAVARES, L.H.S.; SOUZA, V.L. Desempenho produtivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em diferentes densidades e trocas de água em "raceway". **Acta Scientiarum**. (24/4):935-41, 2002.
- STANSBY, M. E. Proximate Composition of Fish. **In**: HEEN, E.; KREUZER, R. (Eds.), **Fish in Nutrition**. London: Fishing News, p. 55-60, 1962.
- VILA NOVA, C.M.V.M.; GODOY, H.T.; ALDRIGUE, M.L. Composição química, teor de colesterol e caracterização dos lipídios totais de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e pargo (*Lutjanus purpureus*). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, (25/3): 430-6. 2005.
- VISENTAINER, J.V.; CARVALHO, P.O.; IKEGAKI, M.; PARK, Y.K.. Concentração de ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA) em peixes marinhos da costa brasileira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 90-93, 2000.
- VON SCHACKY, C. n-3 fatty acids and the prevention of coronary atherosclerosis. **Am. J. Nutr.**, v. 71 (suppl): p. 224S-7S, 2000.
- SILVA, J.A.M. **Nutrientes energia e digestibilidade aparente de frutos e sementes consumidos pelo tambaqui (*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818) nas florestas inundáveis da Amazônia central**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 1997. 149p. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Universidade Federal do Amazonas, 1997.
- VILLACORTA-CORREA, M.A. **Estudo de idade e crescimento do tambaqui *Colossoma macropomum* (Characiformes: Characidae)**

no Amazonas Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/UFAM, 1997. 217p.

Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Fundação Universidade do Amazonas e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1997.