

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**APROVEITAMENTO DE CABEÇAS DE TILÁPIAS DE
CATIVEIRO NA FORMA DE FARINHA COMO ALIMENTO
PARA MERENDA ESCOLAR.**

Dissertação apresentada por
Flávia Braidotti Stevanato ao
Programa de Pós-Graduação em
Química do Departamento de
Química do Centro de Ciências
Exatas da Universidade Estadual
de Maringá como parte dos
requisitos para a obtenção do título
de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. Jesui Vergílio Visentainer

Maringá, Junho de 2006.

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

AGRADECIMENTOS

- Á Deus que é a razão de tudo, pois sem Ele nada existiria...
- Aos meus pais, Luiz e Marilda, pela compreensão, paciência e dedicação para minha formação profissional, e pela minha irmã Fabiana que mesmo longe sempre esteve ao meu lado.
- Ao meu namorado Murilo, pelo apoio e incentivo em todos os momentos.
- Ao programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Estadual de Maringá pela oportunidade.
- Agradeço, especialmente, ao professor Dr. Jesuí Vergílio Visentainer pelo período de orientação. Pela sua paciência e pela maneira de ter me ensinado a crescer profissionalmente.
- Ao professor Dr. Nilson Evelázio de Souza, pela co-orientação e amizade durante todo trabalho.
- Ao professor Dr. Makoto Matsushita, pelo convívio e amizade durante todo o período de trabalho.
- Aos membros da Banca Examinadora, pelas sugestões e contribuições apresentadas.
- Ao professor Dr. Edivaldo Egea Garcia que colaborou com meu trabalho.
- Aos meus amigos e companheiros Walber, Ricardo, Adriana, Cristina, Roseli, Clayton, Maria Eugênia e Ivane.
- Aos técnicos de laboratório Dirceu e André Dias, pela valiosa ajuda e grande amizade.
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ).
- Ao apoio recebido pela Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca (SEAP/PR).

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABELAS	VII
RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
1- INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1.- Produção e aproveitamento de resíduos de pescado	4
2.2 - Composição e valor nutritivo do pescado	5
2.3 - Degradação do pescado	7
2.4 - Controle de qualidade de produtos alimentícios	8
2.4.1 - Índice do ácido tiobarbitúrico (TBA)	8
2.4.2 - Índice de Acidez (IA)	9
2.4.3 - Métodos microbiológicos	9
2.4.4 - Métodos Sensoriais	10
2.5 - Métodos de extração de lipídios	11
2.6 - Procedimentos analíticos para a transesterificação dos lipídios	11
2.7 – Métodos de identificação dos ácidos graxos	12
2.8 - Quantificação dos ácidos graxos	13
3 - Material e Métodos	15
3.1 - Animais experimentais e composição da ração	15
3.2 - Preparação da farinha de cabeça de tilápia	16
3.2.1 - Preparação do caldo, sopa e sopa sem farinha (SSF)	18

3.3 - Análise Sensorial	20
3.4 - Análises Físicoquímicas	21
3.4.1 - Umidade e Cinzas	21
3.4.2 - Conteúdo mineral	21
3.4.2.1 - Determinação de Cálcio Total	22
3.4.2.2 - Determinação de Ferro Total	22
3.4.2.3 - Determinação de Fósforo Total	22
3.4.3 - Proteína bruta	23
3.4.4 - Extração de lipídios totais	23
3.4.5 - Transesterificação dos lipídios totais	23
3.4.6 - Análise cromatográfica dos ésteres metílicos de ácidos graxos	24
3.4.7 - Quantificação dos ácidos graxos da cabeça de tilápia <i>in natura</i> e da farinha de cabeça de tilápia	24
3.5. Controle de qualidade da farinha de cabeça de tilápia durante o armazenamento	25
3.5.1 - Químico	25
3.5.2 - Microbiológico	26
3.6 - Análise Estatística	26
4 - Resultados e Discussão	27
4.1 - Composição centesimal	27
4.2 - Composição em ácidos graxos de cabeça de tilápia <i>in natura</i> e da farinha de cabeça de tilápia	29
4.3 - Quantificação dos ácidos graxos da cabeça de tilápia <i>in natura</i> e da farinha de cabeça de tilápia	33
4.4 - Controle Químico	35

4.5 - Análise sensorial da sopa e do caldo	38
4.6 - Composição centesimal da sopa e sopa sem farinha (SSF)	38
4.7 - Composição mineral da cabeça de tilápia <i>in natura</i>, farinha de cabeça de tilápia, sopa e sopa sem farinha (SSF)	39
4.8 - Composição em ácidos graxos da sopa e sopa sem farinha (SSF)	40
5 - Conclusão	44
6 - Referências Bibliográficas	45
Anexos	
Anexo 1 - Valores de comprimentos equivalentes de cadeia da amostra e da literatura	57
Anexo 2 - Cromatograma de análise de ésteres metílicos de ácidos graxos da amostra da cabeça de tilápia <i>in natura</i>	58
Anexo 3 - Cromatograma de análise de ésteres metílicos de ácidos graxos da amostra da farinha de cabeça de tilápia	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da produção de peixes de água doce em cativeiro por região do Brasil - 2003	1
Figura 2 - Distribuição da produção de peixes de água doce em cativeiro da região Sul por estado - 2003	2
Figura 3 - Distribuição da produção de peixes de água doce em cativeiro do Brasil por espécie - 2003	2
Figura 4 - Reação de condensação do TBA com malonaldeído	8
Figura 5 - Cabeças de tilápia utilizadas na preparação da farinha	15
Figura 6 - Processo de cocção das cabeças de tilápia e farinha de cabeça de tilápia	17
Figura 7 - Processo de obtenção da farinha de cabeça de tilápia	18
Figura 8 - Ficha da análise sensorial	21
Figura 9 - Cromatograma dos ésteres metílicos de ácidos graxos das amostras de lipídios totais	58
Figura 10 - Cromatograma dos ésteres metílicos de ácidos graxos das amostras de lipídios totais	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição em ácidos graxos da ração comercial	16
Tabela 2 – Composição centesimal da cabeça de tilápia <i>in natura</i> e da farinha de cabeça de tilápia (tempo zero)	27
Tabela 3 – Composição em ácidos graxos da cabeça de tilápia <i>in natura</i> e da farinha de cabeça de tilápia durante o armazenamento	29
Tabela 4 – Somatório e razões de ácidos graxos na cabeça <i>in natura</i> , farinha de cabeça de tilápia e nos diferentes tempos de armazenamento	32
Tabela 5 – Teor de ácidos graxos em mg/g de lipídios totais na cabeça de tilápia <i>in natura</i> e na farinha de cabeça de tilápia durante armazenamento	34
Tabela 6 – Valores de TBA e IA para farinha de cabeça de tilápia durante armazenamento	35
Tabela 7 – Análise microbiológica da farinha de cabeça de tilápia no início e fim do armazenamento	37
Tabela 8 – Notas atribuídas aos produtos elaborados sopa e caldo	38
Tabela 9 – Composição centesimal da sopa e sopa sem farinha de cabeça (SSF)	38
Tabela 10 – Composição mineral da cabeça de tilápia <i>in natura</i> , farinha de cabeça de tilápia, sopa e sopa sem farinha (SSF)	39
Tabela 11 – Composição em ácidos graxos da sopa e sopa sem farinha (SSF)	41
Tabela 12 – Somatório e razões de ácidos graxos da sopa e sopa sem farinha	42
Tabela 13 – Valores de comprimento equivalente de cadeia, calculados a partir do tempo de retenção corrigido (ECL) de ésteres metílicos de ácidos graxos de amostras de tilápias, padrões e literatura	56

RESUMO

Os objetivos desta pesquisa foram avaliar um processo de obtenção de farinha, obtida a partir de cabeças de tilápia *in natura*, um resíduo do processamento de peixes comumente descartado e analisar sua composição. As cabeças foram submetidas ao processamento e posteriormente foi determinada a composição físico-química e de ácidos graxos da cabeça de tilápia *in natura* e da farinha da cabeça. Foi realizado o monitoramento da farinha em relação à composição em ácidos graxos e através de métodos químicos (índice de TBA e índice de acidez) e microbiológicos por um período de 90 dias, sob refrigeração. A partir da farinha, foram preparados uma sopa (com adição de farinha e temperos) e um caldo (água, farinha e sal). Ambas foram submetidas à análise sensorial. A sopa apresentou excelente aceitação em relação ao caldo. Nos lipídios, foi analisada a composição de ácidos graxos por cromatografia gasosa, utilizando padrão interno (metil éster do ácido tricosanóico). Houve diferença significativa na composição centesimal ($P < 0,05$) da cabeça de tilápia *in natura* comparada com a farinha de cabeça, diferindo entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Foi encontrado um total de 36 componentes na fração lipídica das cabeças de tilápia *in natura* e na farinha, sendo 31 ácidos graxos identificados. Os ácidos graxos majoritários encontrados nas cabeças de tilápia *in natura* como na farinha de cabeça no tempo zero e durante o armazenamento foram os ácidos: palmítico (PA, 16:0), oléico (OA, 18:1n-9) e linoléico (LA, 18:2n-6). Os ácidos graxos LA, alfa-linolênico (ALA, 18:3n-3), araquidônico (AA, 20:4n-6), eicosapentaenóico (EPA, 20:5n-3) e docosahexaenóico (22:6n-3) da cabeça *in natura* e da farinha foram quantificados em mg/g de lipídios totais, utilizando o fator de correção teórico para os referidos ácidos graxos em relação ao padrão interno. Não houve diferença significativa entre os valores dos ácidos graxos quantificados com a secagem e durante o armazenamento. Os resultados encontrados permitiram concluir que a farinha processada apresentou elevado valor nutritivo (proteínas, lipídios, minerais e ácidos graxos ômega-3), houve excelente aceitação da sopa elaborada para o consumo humano e boa estabilidade da farinha durante o armazenamento.

Palavras-chave: tilápia, cabeça, farinha, composição química, ácidos graxos.

ABSTRACT

The objectives of this research was to evaluate a process of flour obtaining, obtained from heads of tilápia *in natura*, a residue of the processing of fish commonly discarded and to analyze its composition. The heads were submitted to the processing and later it was certain the composition physical-chemistry and of fatty acids of the head of tilápia *in natura* and of the head's flour. The monitoring of the flour was accomplished in relation to the composition in fatty acids and through chemical methods (index of TBA and index of acidity) and microbiologics for a period of 90 days under refrigeration. Starting from the flour, they were prepared a soup (with flour addition and seasonings) and a broth (water, flour and salt). Both were submitted to the sensorial analysis. The soup presented excellent acceptance in relation to the broth. In the lipids, the composition of fatty acids was analyzed by gas chromatograph, using internal pattern (methyl éster of the acid tricosanoic). There was significant difference in the centesimal composition ($P < 0.05$) of the head of tilápia *in natura* compared with head's flour, differing to each other for the Tukey tes at the level of 5% of probability. It was found a total of 36 components in the lipidic fraction of the heads of tilápia *in natura* and in the flour, being 31 fatty acids identified. The acids majority fatty found in the heads of tilápia *in natura* as in head's flour in the time zero and during the storage were the acids: palmitic (PA, 16:0), oleic (OA, 18:1n-9) and linoleic (LA, 18:2n-6). The fatty acids LA, acid alpha-linolenic (ALA, 18:3n-3), arachidonic (AA, 20:4n-6), eicosapentaenoic (EPA, 20:5n-3) and docosahexaenoic (22:6n-3) of the head *in natura* and of the flour that were quantified in mg/g of total lipids, using the theoretical correction factor for the referred fatty acids in relation to the internal pattern. There was not significant difference among the values of the fatty acids quantified with the drying and during the storage. The found results allowed to conclude that the processed flour presented high nutritional value (proteins, lipids, minerals and fatty acids omega-3), there was excellent acceptance of the soup elaborated, for human consumption and good stability of the flour during the storage.

Key words: tilápia, head, flour, chemical composition, fatty acids.

1 – INTRODUÇÃO

A produção mundial de peixes, crustáceos e moluscos vem crescendo a cada ano. Segundo a FAO – *Food and Agriculture Organization* (Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas), em 2001 a aquicultura mundial contribuiu com mais de 49 milhões de toneladas. Em 2002, a produção cresceu e alcançou 51,4 milhões de toneladas; deste total, o pescado representou cerca de 74% e a maior parte da produção aquícola é o cultivo de água doce, com 57,7% (FAO, 2003).

No Brasil, a aquicultura está em plena extensão, passando de 176.530 toneladas (em 2000) para 278.128 toneladas (em 2003), um aumento de 57,55%. Este aumento se deve a existência de lagos naturais, elevado número de rios, lagoas, represas, detentor das maiores bacias hidrográficas que representam 12% da água doce disponível no planeta, constituído por 8400km de costa marítima, clima extremamente favorável para o crescimento dos organismos cultivados, crescente demanda por pescado no mercado interno e que desta forma favoreceu o desenvolvimento da aquicultura brasileira (Lovishin, 1997).

A região sul do Brasil contribuiu com a maior parcela na produção nacional de peixes de cativeiro com 40%, conforme figura 1, sendo o estado do Rio Grande do Sul o maior produtor com 48% da produção da região (figura 2) (IBAMA, 2004).

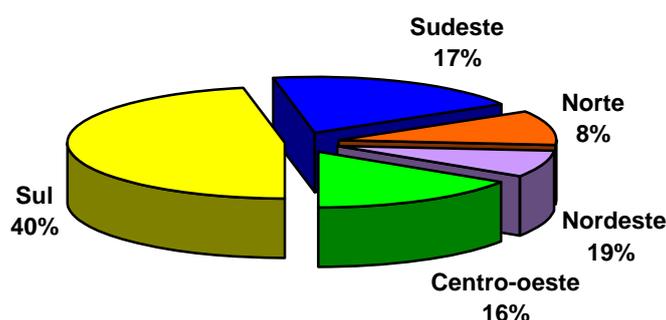


Figura 1 - Distribuição da produção de peixes de água doce em cativeiro por região do Brasil – 2003 (Dados: IBAMA, 2004).

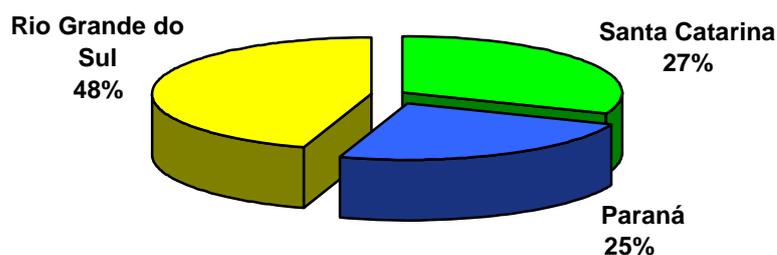


Figura 2 - Distribuição da produção de peixes de água doce em cativeiro da região Sul por estado - 2003 (Dados: IBAMA, 2004).

Dentre as mais de 70 espécies de tilápias, a tilápia-do-Nilo ou tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) é a mais cultivada no mundo. As tilápias são os peixes mais criados no Brasil como pode ser observado na figura 3, correspondendo a 38%. O estado do Paraná se destaca por ser o maior produtor nacional de tilápias (12.782 toneladas), seguido dos estados de São Paulo (9.738 toneladas) e Santa Catarina (6.732 toneladas), e do total de peixes produzidos no estado do Paraná, mais de 75% são tilápias (IBAMA, 2004).

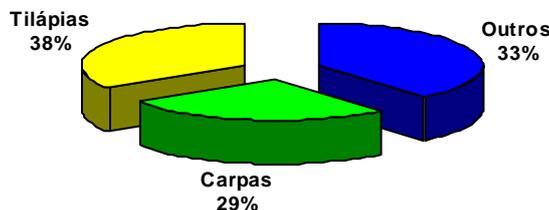


Figura 3 - Distribuição da produção de peixes de água doce em cativeiro do Brasil por espécie - 2003 (Dados: IBAMA, 2004).

A piscicultura no Paraná obteve grande incremento na produção. Isto se deve ao fato de que a produção pesqueira destinada aos “pesque-pagues”, que representava 68 % da produção em 1999, diminuiu para 50% no ano de 2003, ao passo que a produção destinada à indústria passou de 19% em 1999 para 36% em 2003, (Emater, 2003 apud Zara, 2005).

O cultivo de tilápias se encontra amplamente distribuído no mundo inteiro. Este crescimento ocorreu devido à espécie apresentar características relevantes como o crescimento rápido, adaptação a ambientes diversos, carne de ótima qualidade com características organolépticas vantajosas, boa aceitação no mercado

consumidor, baixo teor de gordura, ausência de espinhos na forma de “y” e excelente rendimento do filé (Jory *et al.*, 2000).

Do total da captura mundial de pescado, cerca de 72% são utilizados nos mercados de peixe fresco, congelados, empanado, fermentado, enlatado, defumado, *minced* (reestruturados como *nuggets*, *fishburguers*, lingüiça, almôndegas, etc.). Os 28% restantes, ou são utilizados no preparo de rações ou são desperdiçados como resíduos (FAO, 2000).

O aproveitamento de resíduos de peixes além de fornecer matéria prima relativamente barato, diminuem o risco de poluição ambiental já que os resíduos gerados pelas indústrias acabam se tornando fontes poluidoras. Além disto, o aproveitamento dos resíduos de pescado tende a contribuir para o aumento do consumo de proteína animal, já que diversas tecnologias têm surgido com possíveis utilizações dos resíduos como fontes alimentares e com boa aceitabilidade (Stori *et al.*, 2002).

O termo resíduo de pesca refere-se a todos os subprodutos e sobras do processamento de alimentos que são de valor relativamente baixo (Oetterer, 1993).

No caso do pescado, o material residual pode ser constituído de carne escura, peixes fora do tamanho ideal para consumo, resíduos obtidos nos processos de filetagem ou outros processos como fígado (Visentainer *et al.*, 2003a), cabeças, carcaças, pele, vísceras (Oetterer, 2002).

A bioconversão do material residual e aproveitamento deste trarão vantagens econômicas para as indústrias, sanando o problema de eliminação de resíduos e poluentes (Stori *et al.*, 2002). Além disto, o problema de baixo consumo de pescado pode ser solucionado com a inclusão de novos produtos obtidos de diferentes formas de processamento, dando ao resíduo uma aparência mais aceitável pelo consumidor.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição centesimal, minerais (ferro, fósforo e cálcio) e de ácidos graxos da cabeça de tilápia (*Oreochromis niloticus*) in natura e processada na forma de farinha. Verificar a aceitação da farinha na forma de caldo e sopa (avaliação sensorial), por adultos na Universidade Estadual de Maringá e pelas crianças do ensino fundamental respectivamente e avaliar a estabilidade da farinha (análises químicas e microbiológicas), por um período de 90 dias.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Produção e aproveitamento de resíduos de pescado

As indústrias de beneficiamento de pescado geram grandes quantidades de resíduos, devido principalmente à falta de reconhecimento deste recurso como matéria prima e fonte para outros produtos. No Brasil, o aproveitamento de resíduos de pescados é pequeno. Aproximadamente 50% da biomassa no Brasil são descartadas durante o processo de enlatamento ou em outras linhas de produção, como a filetagem (Pessatti, 2001).

De acordo com a análise dos atuais destinos dos resíduos declarados por empresas do Sul do Brasil, foram relatados que 68% destes são encaminhados às indústrias de farinha de pescado, 23% são encaminhados ao aterro sanitário municipal e 9% são despejados diretamente nos rios, constituindo assim um grave impacto ambiental (Stori *et al.*, 2002).

A estimativa é que nas regiões sul e sudeste de 30 a 40% das capturas de pesca sejam rejeitadas nos barcos, mesmo antes de chegar às indústrias de processamento (Pessatti, 2004). Os resíduos produzidos pelas indústrias pesqueiras acabam muitas vezes se tornando um sério problema ambiental, podendo gerar potenciais fontes poluidoras de recursos hídricos, do solo e do ar (Pessatti, 2001).

O aproveitamento dos resíduos das indústrias de pescados são mais utilizados devido à facilidade de serem transformados em diversos produtos, e ainda por apresentarem nutrientes de elevado valor biológico. Estes resíduos podem ser destinados para vários tipos de aproveitamento: fertilizantes, consumo humano e vestuários, no entanto, a maior parte se destina à produção de subprodutos como ingredientes para ração animal (Stori *et al.*, 2002).

Uma alternativa viável para o aproveitamento dos resíduos é a fabricação da silagem de pescado, um produto de fácil elaboração, estável e de grande utilidade para alimentação animal (Arruda *et al.*, 2006).

Destaca-se também a produção de farinha de pescado, amplamente empregada na aquicultura, como principal fonte protéica nas rações para a maioria das espécies cultivadas, e também uma excelente fonte de energia e minerais (Galdioli *et al.*, 2001).

Morais, *et al.*, 1983, relatam que métodos mecanizados de separação de carnes de peixes vêm sendo introduzidos em vários países ocidentais. Segundo Stori *et al.* (2002), utilizando-se deste tipo de matéria-prima pode ser produzido o surimi, um concentrado protéico de músculo de peixe. Um outro produto é descrito por Rivera (1994, apud Pessatti, 2001) que desenvolveu um patê a base dos resíduos de pesca do atum. Outros produtos podem ser produzidos a partir de resíduos de peixes como bolinhos, fishburgers, entre outros. Além destes produtos obtidos através dos resíduos de pescado, Stori *et al.* (2002) cita o uso de cartilagem de tubarão, usada para fins farmacêuticos.

A elaboração de couro, a partir das peles residuais do filetagem de pescados, representa hoje uma fonte alternativa de renda que pode servir de matéria-prima para a fabricação de carteiras, bolsas, confecções de vestuários, entre outros artefatos (Souza *et al.*, 2003).

É de grande importância o aproveitamento de resíduos para evitar os desperdícios, reduzir os custos de produção do pescado e a poluição ambiental. A criação de alternativas tecnológicas, com valor agregado que permitam o gerenciamento dos resíduos de pescado, podem trazer como resultado o combate à fome, a geração de empregos e o desenvolvimento sustentável (Espíndola Filho, 1997).

2.2 – Composição e valor nutritivo do pescado

O consumo de pescado ainda é baixo, quando comparado às carnes vermelhas e aves. As carnes de pescado apresentam alto teor de proteínas com um excelente nível de aminoácidos essenciais, são fonte de vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K) e hidrossolúveis do complexo B, minerais (cálcio, ferro e fósforo) e lipídios (Belda e Pourchet-Campos, 1991). Este último desempenha diversas funções no organismo, como armazenamento de energia, auxilia na absorção das vitaminas lipossolúveis e fornecimento de ácidos graxos essenciais (Leningher *et al.*, 1995).

O pescado se destaca principalmente pelo tipo de gordura predominante e pela composição em ácidos graxos (AG). Apresenta elevado teor de ácidos graxos poliinsaturados, os quais possuem número de duplas ligações maior ou igual a 2, principalmente das séries (ou famílias) ômega-3 (n-3) e ômega-6 (n-6), sendo o

ácido alfa linolênico (ALA - 18:3n-3) e o ácido linoléico (LA - 18:2n-6), precursores dos demais ácidos das séries n-3 e n-6, respectivamente. Ambos são essenciais, ou seja, não são sintetizados pelo organismo humano, sendo necessária sua ingestão na dieta (Badolato *et al.*, 1994).

O LA é precursor do ácido araquidônico (AA - 20:4n-6), um ácido graxo importante no crescimento fetal (Belda e Pourchet-Campos, 1991), controle da pressão sanguínea e controle da agregação plaquetária (Schmidt, 2000).

O ALA é o precursor dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia muito longa AGPI – CML (cadeia carbônica maior que 20 átomos de carbono) da série n-3, que são gerados por alongamento e dessaturação da cadeia carbônica. Dentre estes ácidos, se incluem os ácidos biologicamente ativos, como o ácido eicosapentaenóico (EPA - 20:5n-3) e o ácido docosahexaenóico (DHA - 22:6n-3). Os AGPI – CML n-3 se destacam por apresentarem diversos efeitos benéficos à saúde humana, como diminuição dos riscos de doenças cardiovasculares (Dyeberg e Bang, 1979; Firbank *et al.*, 2002; Penny *et al.*, 2002), ação antiinflamatória e antitrombótica (Simopoulos, 2002), diminuição nas taxas de colesterol no sangue e ação sobre a prevenção do câncer (Lee e Lip, 2003).

Pesquisas revelam a necessidade do DHA para as membranas biológicas e desenvolvimento do sistema nervoso (porção fosfolipídica das células receptoras) e retina (Schmidt, 2000).

O EPA é o precursor das prostaglandinas (série 3), que protegem o organismo de inflamação, evita a agregação plaquetária e possuem efeitos a nível vascular sobre as ações antitrombótica e antiinflamatória (Schmidt, 2000).

Ainda não foram precisamente estabelecidas as taxas mínimas do consumo de AG das séries n-3 e n-6, para atender às exigências humanas destes nutrientes, porém, há necessidade de um equilíbrio entre as disponibilidades destes ácidos graxos na alimentação. De acordo com Simopoulos, 1991, a relação ideal da razão entre n-6/n-3 é de 1 a 2:1, enquanto hoje, em dietas ocidentais a relação atinge 10 a 25:1, causando um desbalanceamento dos ácidos graxos no organismo humano.

Os ácidos graxos n-3 estão presente em maior quantidade nos peixes de águas salgadas e frias, devido principalmente à sua alimentação fito planctônica que concentra ácidos graxos como EPA e DHA. Os de água doce também apresentam estes ácidos graxos, mas em quantidade inferior (Belda e Pourchet-Campos, 1991).

2.3 – Degradação do pescado

A viabilidade de se produzir subprodutos elaborados do pescado, está diretamente relacionado à qualidade dos resíduos gerados nas linhas de produção, desde a captura até a comercialização (Pessatti, 2001). Entretanto, para prevenir alterações nesses alimentos, sugere-se a diminuição da atividade de água na matéria-prima, eliminação dos componentes ativos, como o oxigênio, uso de aditivos químicos, decréscimo de temperatura e forma de acondicionamento adequado (Oetterer, 2002).

Há dois pontos críticos que devem ser levados em consideração durante a produção e o armazenamento da farinha de peixe: a rancificação e a contaminação por microorganismos. Estes fatores, além de diminuir o tempo de prateleira do produto, podem causar efeitos indesejáveis ao alimento e, conseqüentemente à saúde.

A hidrólise dos triacilgliceróis e conseqüentemente o aumento do teor de ácidos graxos livres, também determinam a vida de prateleira e produzem características organolépticas indesejáveis ao alimento. Os ácidos graxos livres podem ser formados durante o processamento e armazenamento, devido à ação de enzimas hidrolíticas presentes no peixe, aquecimento, hidrólise espontânea, alterações de pH e desta forma ser liberados (Bragadóttir *et al.*, 2004). A hidrólise pode ser inibida pela inativação enzimática, eliminação de água, uso de baixas temperaturas, etc., (Bobbio e Bobbio, 1995).

Por seu elevado teor de água, composição química e de gorduras insaturadas (facilmente oxidadas), o pescado constitui um produto extremamente perecível. A degradação dos lipídios é um fator limitante da vida de prateleira e a rancidez constitui uma das mais importantes mudanças que ocorrem no alimento durante o armazenamento e processamento, esta rancidez é caracterizada pelo aparecimento do “off flavour” nos produtos (Gatta *et al.*, 2000).

A oxidação lipídica é a deterioração oxidativa de ácidos graxos, que pode ser iniciada por via enzimática (ação da lipoxigenase) ou não enzimática, por fatores como calor, luz, oxigênio, traços de metais, etc. A oxidação lipídica está associada com o desenvolvimento do ranço. Os principais efeitos da oxidação sobre o valor nutritivo dos alimentos são degradação lipídica a produtos primários como os

hidroperóxidos e reações subseqüentes, que alteram diversas propriedades biologicamente importantes, como qualidade sensorial (sabor, textura, aroma). Isto se deve ao fato da oxidação gerar uma grande variedade de compostos carbonílicos, ácidos graxos de cadeia curta, que são responsáveis pelo desenvolvimento do ranço, da produção de compostos responsáveis por “off flavors” e “off odors” (Papas, 1999). Além disto, a degradação também diminui o valor nutritivo do alimento, destruindo as vitaminas e diminuindo o valor biológico das proteínas. Tais mudanças podem ter origem durante a produção, processamento, armazenamento e preparo dos alimentos (Araújo, 2001).

Pelo fato dos alimentos com elevados teores de gorduras, especialmente as poliinsaturadas, serem sensíveis à oxidação, métodos para avaliar o grau de oxidação são necessários.

2.4 – Controle de qualidade de produtos alimentícios

2.4.1 - Índice do ácido tiobarbitúrico (TBA)

Um método muito utilizado para avaliar a oxidação dos lipídios é o índice do ácido tiobarbitúrico (TBA - *Thiobarbituric acid*), que se baseia na reação de condensação do ácido tiobarbitúrico com os produtos de decomposição dos hidroperóxidos. Um dos principais produtos formados no processo oxidativo é o malonaldeído (MA), um aldeído com 3 átomos de carbono (Araújo, 2001). Uma molécula de MA reage com duas moléculas de TBA para formar um complexo de cor vermelha, o qual absorve a 532-535nm, conforme mostra a figura 4. A reação ocorre em meio ácido e temperaturas elevadas para aumentar a sensibilidade e velocidade da reação (Gatta *et al.*, 2000).

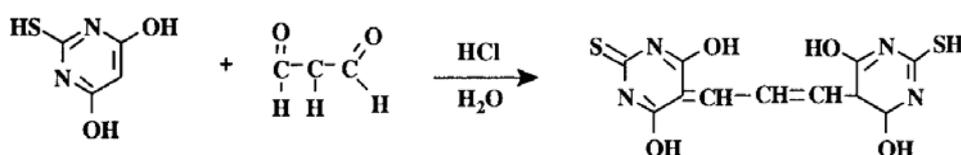


Figura 4 - Reação de condensação do TBA com malonaldeído (Araújo, 2001).

Principalmente em carnes, pescados e derivados a informação do número de TBA é relevante. Processos envolvidos na elaboração do produto como moagem, cozimento, mistura favorecem a formação do MA, sendo fundamental o emprego do teste de TBA para avaliar a qualidade do produto (Raharjo e Sofos, 1993).

Os métodos mais utilizados para determinação do TBA são: destilação (Tarladgis, 1960) e extração Vyncke (1970). O método da destilação tem sido largamente usado, entretanto o aquecimento durante a destilação promove a formação de adicionais malonaldeído e outras substâncias reativas ao TBA (TBARs). O método da extração tem sido considerado o melhor para estimar quantidade de malonaldeído em amostras de carnes, porque não é exposta a carne diretamente no aquecimento. Este é mais rápido e fácil que a destilação, e recomendado quando um grande número de amostras precisa ser analisado rapidamente (Ulu, 2004).

2.4.2 - Índice de acidez (IA)

É um método que avalia o estado de conservação de substâncias gordurosas, já que com o tempo e durante o armazenamento, podem ocorrer fenômenos de hidrólise com o aparecimento de ácidos graxos livres. O método baseia-se na titulação da amostra, com uma base forte. A acidez estimada é pelo processo de titulação (Araújo, 2001).

2.4.3 – Métodos microbiológicos

A decomposição do pescado também é causada por bactérias. Para que ocorra a multiplicação e desenvolvimento, é necessário que no meio se encontrem elementos nutritivos e condições favoráveis aos microorganismos como: oxigênio, umidade e temperatura (Cardoso *et al.*, 2003).

Entre as bactérias que concorrem para a putrefação e degradação do pescado incluem: *Pseudomas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, entre outras. Além destas, podem ser encontradas outras bactérias, como os coliformes, *Salmonella*, *Staphylococcus*. A presença destes microorganismos está relacionada com a matéria-prima, cuidados higiênicos das pessoas e locais onde são manipulados os

alimentos, estocagem incorreta durante o processamento e comercialização (Oetterer, 2002).

A análise de *Salmonella* spp., mesófilos e coliformes fecais e totais é usada no controle da qualidade dos produtos alimentícios. Estes microrganismos em alimentos processados evidenciam contaminação pós-sanitização ou práticas de higiene aquém dos padrões indicados. O gênero *Salmonella* indica a presença das mais importantes bactérias que causam intoxicações alimentares e são transmitidas através dos alimentos contaminados (Librelato e Lopes-Shikida, 2005).

A contagem padrão de bactérias mesófilas é usada como indicador da qualidade higiênica dos alimentos e são constituídas por espécies de *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium* e *Streptococcus*. Sua presença em grande número indica matéria-prima contaminada, limpeza e desinfecção de superfícies inadequadas, higiene insuficiente na produção e condições inapropriadas de tempo e temperatura durante a produção ou conservação dos alimentos (Lira *et al.*, 2001).

A legislação estabelece padrões microbiológicos, preconizando-se contagem máxima para pescado de 10^2 NMP/g para contagem de coliformes fecais e ausência de *salmonella* (APPCC, 1998). O índice de coliformes totais está relacionado com as condições higiênico-sanitárias e o índice de coliformes fecais é empregado como indicador de contaminação pós-sanitização ou pós-processo, indicando padrões de higiene e sanitários aquém dos estabelecidos pela legislação (Librelato e Lopes-Shikida 2005).

2.4.4 - Métodos Sensoriais

O exame organoléptico do pescado é uma importante fase na avaliação da qualidade e na vida de prateleira dos mesmos. A análise sensorial é um conjunto de métodos usados para medir, analisar e interpretar reações e características dos alimentos, os quais são percebidos pelos órgãos dos sentidos. É uma avaliação rápida e simples e freqüente em indústrias de pescado e derivados (Beirão *et al.*, 2000).

Alterações nos peixes e subprodutos devem ser controladas, já que as propriedades sensoriais destes alimentos determinam a aceitabilidade do produto no

mercado e, portanto sua viabilidade econômica. O grau de aceitabilidade é afetado por diversos fatores próprios do indivíduo.

Crianças são mais sensíveis que os adultos, pois manifestam preferências particulares. A avaliação sensorial é satisfatória, na avaliação da qualidade de peixes, relacionado aos critérios da aceitação adotada pelos consumidores (Lozano, 1999).

2.5 – Métodos de extração de lipídios

Várias técnicas de extração com solventes têm sido utilizadas para extração de lipídios em carnes. A maioria dos métodos para determinação de lipídios totais é baseada no método de Folch *et al.* (1957), que utiliza uma mistura de clorofórmio e metanol, dentre estes o método descrito por Bligh e Dyer, (1959). Entretanto, devido ao fato do clorofórmio ser apontado como cancerígeno e o metanol causador de danos visuais, pesquisadores têm desenvolvido métodos que utilizam substâncias menos tóxicas, porém eficientes.

Apesar da toxicidade dos solventes utilizados, o método de Bligh e Dyer, (1959) foi aplicado na extração de lipídios deste e apresenta algumas vantagens, dentre elas o uso de pequenas quantidades de solventes em relação ao método de Folch, extração a frio, rapidez, e é um dos métodos de extração de lipídios com o maior número de citações pela *WEB of Science*. Além disso, pesquisadores compararam nove métodos de extração em carnes bovinas (*ground beef*) de baixo e alto teor de gorduras. O método de Bligh e Dyer foi o que forneceu os melhores resultados para amostras de carnes com baixo teor de lipídios (Tanamati *et al.*, 2005).

2.6 – Procedimentos analíticos para a transesterificação dos lipídios

A transesterificação consiste em converter os lipídios em ésteres metílicos de ácidos graxos através da reação com metanol na presença de um catalisador ácido ou básico.

Entre os métodos que utilizam catálise básica, o proposto pela ISO 5509 (1978) é o mais utilizado por ser rápido, simples, barato e á frio, não produzindo artefatos. Este método utiliza n-heptano para dissolução dos lipídios e KOH em metanol. A desvantagem é a não esterificação dos ácidos graxos livres (AGL).

Para a esterificação dos lipídios juntamente com os AGL devem-se utilizar métodos com catálise ácida. Entre estes métodos encontra-se o proposto por Hartman e Lago, (1973), que utiliza H_2SO_4 em metanol; Metcalfe e Schmitz, (1961) e Joseph e Ackman, (1992) que utilizam BF_3 em metanol. A metodologia de Joseph e Ackman, (1992) tem sido recomendada nos últimos anos. Esta metodologia foi avaliada por vinte e um laboratórios internacionais.

2.7 – Métodos de identificação dos ácidos graxos

A cromatografia é um método de separação e não de identificação. Portanto necessita-se de algumas técnicas para a identificação dos compostos. Entre eles o mais comumente empregado é a comparação do tempo de retenção, onde uma coincidência dos tempos de retenção entre o analito e o padrão significa que o analito talvez seja o mesmo composto que o padrão.

Um outro método utilizado é a co-eluição ou spiking, onde se adiciona uma quantidade de padrão na amostra e depois se verifica o pico. Se o pico aumentar o presuntivo é positivo, mas se surgir outro pico, o composto não é o que se supunha. Entretanto estes métodos não são conclusivos, e necessitam de outras ferramentas de técnicas de identificação ferramentas mais precisas (Christie, 1994). Dentre estas se destaca o método do ECL (equivalente chain length), apesar de não conclusivo é uma metodologia auxiliar importante na identificação.

O ECL é um método que informa o tempo de retenção relativo dos metil ésteres de ácidos graxos. Baseia-se nos princípios do índice de retenção de Kovats (I), que é aplicado o tempo de retenção relativo de compostos orgânicos (Bannon *et al.*, 1988). Este método é baseado numa relação linear entre o log do tempo de retenção corrigido ($\log tr'$) de derivados de metil ésteres de uma série homóloga de ácidos graxos saturados e o número de átomos de carbono de uma série homóloga destes metil ésteres (Christie, 1994). Nos cálculos de ECL recomenda-se utilizar o tempo de retenção corrigido (tr') no lugar do tempo de retenção sem correção (tr),

pois os resultados são mais reprodutíveis (Bannon *et al.*, 1988). Uma identificação mais precisa é realizada através de características químicas como o espectro de massas, que fornece abundância relativa dos íons individuais com diferentes massa/carga geradas por um composto em condições específicas. No entanto este equipamento, devido ao elevado preço nem sempre é disponível nos laboratórios.

2.8 – Quantificação dos ácidos graxos

Dentre as metodologias que podem ser utilizadas na análise quantitativa de ácidos graxos a mais empregada e o método da normalização. Este método baseia-se na porcentagem de área relativa de um determinado ácido graxo em relação à área total (somatório) de todos os ácidos graxos que eluem da coluna (Collins *et al.*, 1997). Usando o método da normalização as comparações entre as concentrações dos ácidos graxos se limitam à obtenção da porcentagem de área relativa e não é levada em consideração a quantidade do material que contém o ácido graxo.

O método da padronização interna, muitas vezes denominado nas análises de ácidos graxos, como método de quantificação absoluta ou quantificação de ácidos graxos, tem como princípio incorporar na análise um padrão interno que não se encontra presente na amostra a ser analisada. Nesta metodologia é corrigida a resposta diferencial do detector para uma determinada cadeia carbônica de um ácido graxo, já que os metil ésteres de ácidos graxos respondem diferencialmente no detector de ionização de chama, e assim os constituintes (colesterol, esteróis, etc.) não são ignorados (Joseph e Ackman, 1992).

A quantificação dos ácidos graxos, embora pouco utilizado no Brasil é um método que permite realizar uma interpretação mais precisa em termos do valor nutritivo de um alimento, já que os resultados informam a quantidade (em massa) de um ácido graxo em relação à quantidade de lipídios totais da amostra. Neste método os resultados são expressos em massa de ácido graxo por massa de lipídios totais e/ou massa da parte comestível.

O uso do fator de correção teórico (F_{ct}) nas determinações de ácidos graxos poliinsaturados, como os ácidos EPA e DHA, é recomendado por vários pesquisadores (Joseph e Ackman, 1992), desde que os parâmetros químicos e instrumentais também estejam otimizados para assegurar que erros oriundos destes

parâmetros foram eliminados. A recomendação do fator teórico é baseada na instabilidade oxidativa dos insaturados, pois é impossível a obtenção e manutenção de padrões desta natureza com alto grau de pureza livre da autoxidação (Bannon *et al.*, 1986).

3- MATERIAL E MÉTODOS

As análises físicoquímicas foram realizadas no Departamento de Química (Laboratórios de Pesquisa em Alimentos) e as análises microbiológicas realizadas pelo Departamento de Análises Clínicas (Laboratórios de Microbiologia e Microscopia de Alimentos) ambos da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

3.1 - Animais experimentais e composição da ração

Foram utilizadas 40 cabeças de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), conforme figura 5, capturadas de tanques instalados no pesqueiro São José situado em Maringá-PR.



Figura 5: Cabeças de tilápia utilizadas na preparação da farinha

A tabela 1 apresenta a constituição em ácidos graxos da ração comercial utilizada na alimentação dos peixes.

Tabela 1 – Composição em ácidos graxos da ração comercial

Ácidos Graxos	Ração comercial
14:0	1,11 ± 0,02
14:1n-9	0,13 ± 0,01
15:0	0,23 ± 0,02
16:0	18,80 ± 0,11
16:1n-7	1,07 ± 0,01
17:0	0,36 ± 0,01
18:0	6,74 ± 0,30
18:1n-9	30,75 ± 0,20
18:2n-6	34,88 ± 0,16
18:3n-6	0,32 ± 0,021
18:3n-3	0,47 ± 0,01
20:1n-9	2,93 ± 0,21
20:2n-6	0,02 ± 0,01
22:0	0,10 ± 0,04
22:1n-9	0,12 ± 0,02
20:4n-6	1,15 ± 0,01
24:0	0,20 ± 0,03
AGPI	36,84 ± 0,13
AGMI	35,00 ± 0,16
AGS	27,54 ± 0,11
n-6	36,37 ± 0,15
n-3	0,47 ± 0,00
AGPI/AGS	1,34 ± 0,03
n-6/n-3	77,38 ± 0,20

Valores de ácidos graxos expressos em porcentagens relativas com os respectivos desvios padrões. As análises foram realizadas em triplicata. AGPI (somatório dos ácidos graxos poliinsaturados); AGMI (somatório dos ácidos graxos monoinsaturados); AGS (somatório dos ácidos graxos saturados); n-3 (somatório dos ácidos graxos da série n-3); n-6 (somatório dos ácidos graxos da série n-6); AGPI/AGS (razão entre somatório dos ácidos poliinsaturados e saturados) e n-6/n-3 (razão entre somatório dos ácidos da série n-6 e n-3).

3.2 - Preparação da farinha de cabeça de tilápia

Inicialmente as cabeças foram lavadas para a remoção de muco da superfície da pele e impurezas, em seguida, foram acondicionadas em congelador. Cinco cabeças que não foram submetidas à cocção foram trituradas e embaladas em sacos de polietileno e utilizados como controle. As 35 cabeças restantes foram submetidas ao cozimento a vapor, por 25min (conforme figura 6). As cabeças cozidas foram trituradas em moinho equipado com rosca sem fim de aço inox e pesadas. Em seguida foram dispostas em assadeiras e levadas ao forno, permanecendo por 4h a 180°C, após resfriadas a farinha foi peneirada em peneiras

de aço inox de 14 *mesh*, obtendo-se assim a farinha de cabeça de tilápia seca, conforme fluxograma (figura 7).



Figura 6 - Processo de cocção das cabeças de tilápia e farinha de cabeça de tilápia.

As farinhas foram embaladas em sacos de polietileno, o ar removido e posteriormente enroladas em papel alumínio. As farinhas foram armazenadas em geladeira (4°C), por um período de 90 dias e o monitoramento das análises realizado a cada 30 dias.

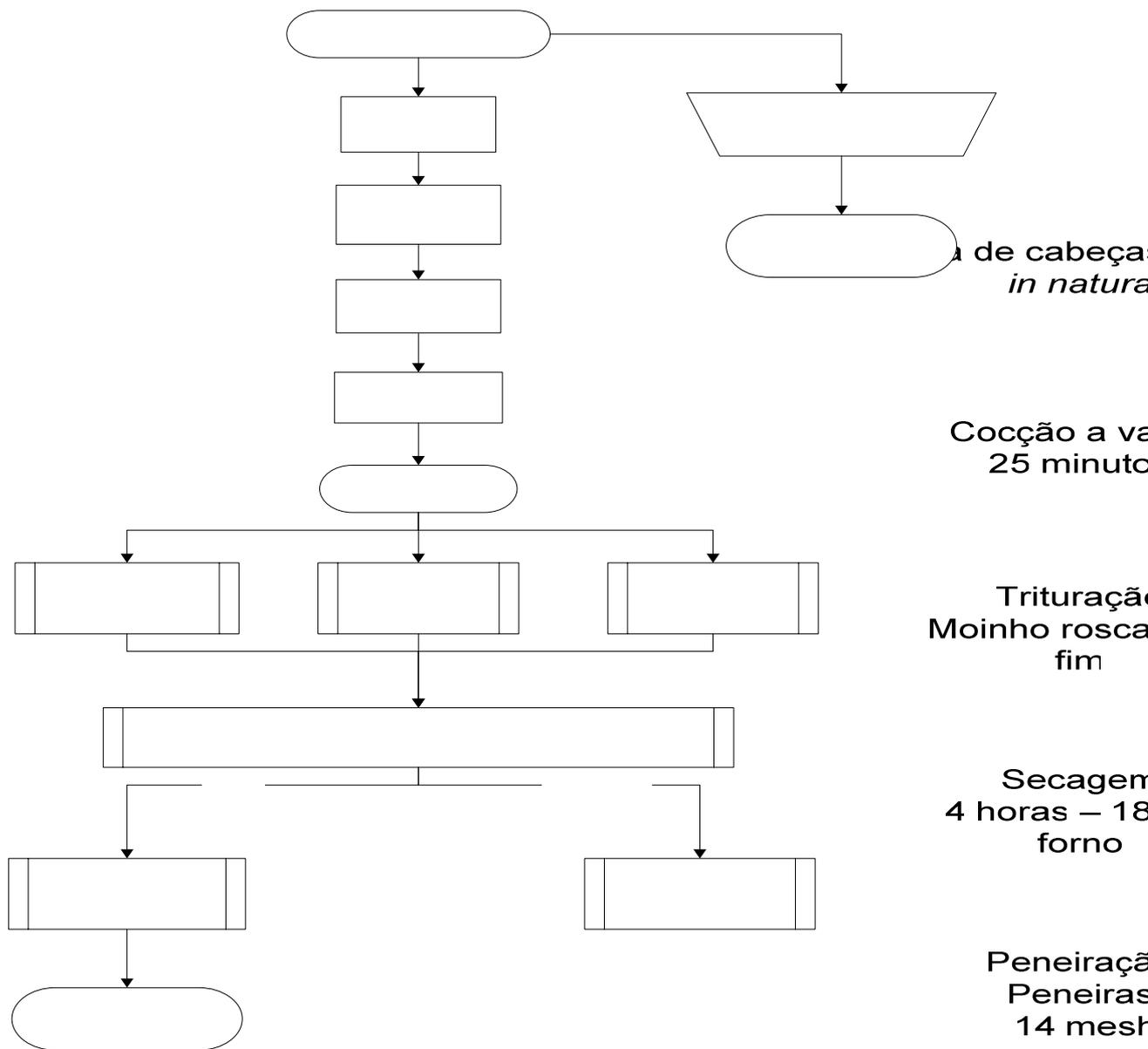


Figura 7 - Processo de obtenção da farinha de cabeça de tilápia.

Farinha de cabeça de tilápia seca

3.2.1 - Preparação do caldo, sopa e sopa sem farinha (SSF)

A partir da farinha de cabeça foram preparados dois produtos: Caldo, contendo a farinha, água e sal, e a sopa, contendo vários ingredientes. Foi ainda preparado um produto denominado sopa sem farinha (SSF) usada como controle. Este produto apresentava todos os ingredientes da sopa, exceto a farinha de cabeça de tilápia.

O caldo foi preparado para um volume final de 1,5 litros. Os ingredientes utilizados foram:

- 20 colheres (sopa) óleo de soja;
- 15 colheres (sopa) de farinha de cabeça de tilápia;
- 2 colheres (sopa) sal;
- Água até completar o volume de 2 litros.

O preparo do caldo seguiu-se da seguinte forma:

Em uma panela de alumínio, contendo óleo de soja, acrescentou-se a farinha de cabeça de tilápia. Em seguida, colocou-se o sal e água. O tempo de cozimento foi de 30 min.

A sopa foi preparada através de erro/tentativa nas quantidades dos ingredientes. Buscou-se obter um produto que atendesse ao gosto dos provadores, isto é, procurou-se mascarar o aroma e o sabor de peixe através da utilização de ervas e temperos.

Os ingredientes usados para um volume final de 1,5 litros foram:

- 20 colheres (sopa) arroz cozido;
- 15 colheres (sopa) polpa de tomate;
- 20 colheres (sopa) de óleo de soja;
- 5 dentes de alho triturados;
- 7 colheres (sopa) cebola triturada;
- 5 tomates picados;
- 2 colheres (sopa) coentro;
- 2 colheres (sopa) de cebolinha e salsinha;
- 15 colheres (sopa) de farinha de cabeça de tilápia;
- 2 colheres (sopa) sal;
- 2 colheres (sopa) orégano;
- 1 colher (chá) pimenta do reino;
- Água até completar o volume de 2 litros.

O preparo da sopa seguiu-se da seguinte forma:

Em uma panela de alumínio, refogou-se o alho e cebola, em óleo de soja. Acrescentou-se a farinha de cabeça de tilápia e o tomate, picado e sem pele. Após o parcial derretimento do tomate, acrescentou-se água. Em seguida, colocou-se o arroz, a polpa de tomate e mais um pouco de água. Por fim, adicionou-se, orégano, sal, pimenta do reino, coentro, cebolinha e salsinha. O tempo de cozimento foi de 40 min.

O preparo da SSF foi elaborado nas mesmas condições da sopa, entretanto não foi adicionada a farinha de cabeça de tilápia. O volume final da sopa foi de aproximadamente 1,5L.

3.3 - Análise sensorial

O caldo e a sopa foram avaliados sensorialmente por um painel de 50 provadores. A análise sensorial da sopa foi realizada com 50 alunos do ensino fundamental da Escola Estadual Ipiranga, localizada a Rua Campos Sales, 953, na cidade de Maringá-PR.

A análise sensorial do caldo foi realizada com 50 adultos e as análises realizadas no Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá-PR.

A análise sensorial foi baseada no método de estímulo simples com escala Hedônica de 9 pontos com os extremos 1 (gostei muito) e 9 (não gostei muito), conforme técnica descrita por Chaves, (1980). Porém, realizaram-se algumas modificações na ficha do teste, como pode ser visto na figura 8, pois a análise foi realizada com alunos de 5ª a 8ª série, então se fez necessário à utilização de estímulo visual para que houvesse compreensão da escala Hedônica por parte dos provadores.

Os resultados da aceitabilidade do caldo e da sopa foram transformados de acordo com a fórmula: $Y = (x + 0,5)^{1/2}$, cujos valores de x variam de 1 a 9, e desta forma os valores de Y variam de 1,22 a 3,08.

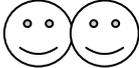
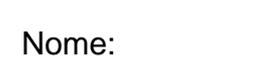
	Gostei muito	<input type="checkbox"/>
	Gostei	<input type="checkbox"/>
	Gostei mais ou menos	<input type="checkbox"/>
	Gostei um pouco	<input type="checkbox"/>
	Indiferente	<input type="checkbox"/>
	Não gostei um pouco	<input type="checkbox"/>
	Não gostei mais ou menos	<input type="checkbox"/>
	Não gostei	<input type="checkbox"/>
	Não gostei muito	<input type="checkbox"/>
Nome:		
Idade:		Série:

Figura 8 - Ficha da análise sensorial.

3.4 - Análises Físicoquímicas

3.4.1 - Umidade e cinzas

As análises dos teores de umidade e cinzas foram realizadas conforme técnicas da AOAC (Cunniff, 1998).

3.4.2 - Conteúdo mineral

As determinações de cálcio (Ca), ferro (Fe) e fósforo (P) nas amostras de cabeça de tilápia *in natura*, farinha de cabeça de tilápia (tempo zero), sopa e sopa sem farinha (SSF) foram realizadas em triplicata por espectrometria de absorção atômica (EAA) com chama, Varian, AA 300 e espectrofotometria UV-VIS, Hitachi, V-2000 após solubilização das cinzas em meio de ácido clorídrico 5% (v/v). Todas as

vidrarias utilizadas nas análises foram descontaminadas com ácido clorídrico 5% por meia hora.

3.4.2.1 - Determinação de Cálcio Total

Foram realizadas por EAA com chama, conforme procedimento descrito por Zhou *et al.*, (1998), em 422,7nm, utilizando largura da fenda espectral igual a 0,2nm e chama óxido nitroso-acetileno. As soluções padrão utilizadas para a preparação da curva de calibração empregada para a determinação das concentrações de cálcio foram preparadas em meio de ácido clorídrico 5% (v/v) e K^+ 5000mg/L como supressor de ionização, a partir de diluições da solução estoque de cálcio 1000 mg/L. As soluções amostra foram preparadas em meio idêntico.

3.4.2.2 - Determinação de Ferro Total

Foram realizadas por EAA com chama, conforme procedimento descrito por Zhou *et al.*, (1998), em 248,3nm, utilizando largura da fenda espectral igual a 0,2nm e chama ar-acetileno. As soluções padrão utilizadas para a preparação da curva de calibração empregada para a determinação das concentrações de ferro foram preparadas em meio de ácido clorídrico 5% (v/v), a partir de diluições da solução estoque de ferro 1000mg/L. As soluções amostra foram preparadas em meio idêntico.

3.4.2.3 - Determinação de Fósforo Total

Foram realizadas por espectrofotometria UV-VIS, conforme procedimento descrito por Silva, (1981), em 715nm utilizando o método do fosfomolibdato de amônio. As soluções padrão utilizadas para a preparação da curva de calibração empregada para a determinação das concentrações de fósforo foram preparadas em meio de ácido clorídrico 5% (v/v) a partir de diluições da solução estoque de fósforo 1000mg/L. As soluções amostra foram preparadas em meio idêntico.

3.4.3 - Proteína bruta

A análise do teor de proteína bruta foi realizada pelo processo semi-micro Kjeldahl, conforme técnicas da AOAC (Cunniff, 1998). Este método consiste de três etapas: digestão, destilação e titulação das amostras e utilizou-se o fator 6,25 para a conversão do total de nitrogênio para proteína.

3.4.4 - Extração de lipídios totais

Os lipídios totais foram extraídos segundo Bligh e Dyer, (1959), na proporção de metanol, clorofórmio e água respectivamente (2:2: 1,8 v/v/v).

3.4.5 - Transesterificação dos lipídios totais

A transesterificação dos ácidos graxos dos lipídios totais foi realizada segundo o procedimento de Joseph e Ackman, (1992). Em tubo de vidro com tampa rosqueável foi adicionado 300µL de uma solução padrão de concentração 1mg/mL de metil-tricosonoato (padrão interno) em isooctano. Em seguida o solvente foi completamente removido com fluxo de N₂ gasoso. Posteriormente cerca de 25mg de lipídios totais foram pesados no tubo contendo o padrão interno e a este se adicionou 1,5mL de solução metanólica de NaOH 0,5mol/L. Em seguida, a solução foi aquecida em banho-maria a 100°C por 5min e resfriados à temperatura ambiente. Dois mL de uma solução de BF₃ (trifluoreto de boro) a 12% em metanol foram adicionados ao tubo que foi novamente aquecido em banho-maria a 100°C, por 30 min e resfriados a temperatura ambiente. Após esta etapa foi adicionado 1mL de isooctano, agitando vigorosamente por 30 segundos e adicionou-se 5mL de solução aquosa saturada de NaCl. A amostra esterificada foi mantida em repouso na geladeira até a separação das fases. O sobrenadante foi recolhido e transferido para frasco âmbar para posterior análise cromatográfica.

3.4.6 - Análise cromatográfica dos ésteres metílicos de ácidos graxos

Os ésteres de ácidos graxos foram separados em cromatógrafo gasoso Varian, modelo 3380, equipado com um detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida CP - 7420 (Select FAME) (100m de comprimento, 0,25mm de diâmetro interno e 0,25µm de cianopropil). O fluxo de H₂ (gás de arraste) foi de 1,0 mL/min, com 30mL/min de N₂ (*make up*); e 30 e 300mL/min, para o H₂ e ar sintético, para a chama do detector. O volume injetado foi de 1,0µL, utilizando *split* 1:80, sendo as temperaturas do injetor e detector de 220 e 240°C, respectivamente, enquanto a coluna de 165°C durante 18min e elevada a 235°C com taxa de 4 °C/min, mantida por 24,5min. A identificação dos ácidos graxos foi efetuada através da comparação dos tempos de retenção com padrões Sigma (EUA) e por co-eluição “spiking” de padrões junto com a amostra e também calculados os valores do ECL a partir dos tempos de retenção corrigidos das amostras, os quais foram comparados com valores da literatura (anexo 1). As concentrações foram determinadas através da integração das áreas dos picos pelo Software Varian Workstation Star, versão 5.0, e os resultados expressos em porcentagens de área relativa e/ou em mg de ácidos graxos/g de lipídios totais.

3.4.7 – Quantificação dos ácidos graxos da cabeça de tilápia *in natura* e da farinha de cabeça de tilápia

Os ácidos graxos da cabeça de tilápia *in natura* e da farinha de cabeça de tilápia foram quantificados em mg/g de lipídios totais, através da padronização interna e utilizando padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos da marca Sigma com 99% de pureza. O metil ésteres dos ácidos tricosoanóico (23:0 metil tricosonoato) foi utilizado como padrão interno por não estar presente nas amostras. Os cálculos foram realizados segundo método de (Joseph e Ackman, 1992), conforme equação:

$$M_x = A_x \times M_p \times F_{ct} / A_p \times M_a \times F_{cea}$$

Onde:

M_x : massa do ácido graxo x em mg/g de lipídios totais;

M_p : massa do padrão interno em mg;

M_a : massa da amostra de lipídios totais em g;

A_p : área do padrão interno;

A_x : área do ácido graxo x;

F_{cea} : fator de conversão de metil éster para ácido graxo;

F_{ct} : fator de correção (do detector de ionização chama) teórico do ácido graxo x.

3.5 - Controle de qualidade da farinha de cabeça de tilápia durante o armazenamento

A farinha de cabeça de tilápia armazenada na geladeira foi monitorada utilizando métodos para acompanhar a degradação lipídica e contagem microbiana. A degradação lipídica foi monitorada por métodos químicos (determinação do ácido tiobarbitúrico - TBA e pelo índice de acidez - IA) e a microbiológica determinada pelas análises de bactérias (mesófilas, coliformes totais, coliformes fecais, *salmonella* e *bacillus cereus*).

3.5.1 - Químico

Devido as gordura de peixes serem susceptíveis á oxidação foi realizado o monitoramento da farinha de cabeça de tilápia, utilizando o índice de TBA (*Tiobarbituric acid* - ácido tiobarbitúrico) pelo método de Vyncke, (1970) e o índice e acidez (IA) conforme Moretto *et al.*, (2002).

Na determinação do índice de TBA foram pesadas aproximadamente 10g de amostra e sob agitação adicionou-se 25mL da solução extratora (20% ácido tricloroacético em ácido fosfórico 2mol/L). O extrato foi então transferido para um frasco volumétrico de 50mL e completou-se o volume com água destilada. Após a homogeneização filtrou-se o extrato em papel filtro whatman n°1. Recolheram-se triplicatas de 5mL do filtrado e transferiu-se para um tubo de ensaio com rosca, acrescido de 5mL de TBA 0,02mol/L. Adicionou-se 100µL do padrão

tetrametóxiopropano (TMP) em diferentes concentrações e um tubo sem a adição do padrão. Os tubos foram fechados e misturados por inversão. Levou-se em banho-maria a 100°C por 30min. Após resfriados fez-se a leitura em espectrofotômetro em 530nm.

Na determinação do índice de acidez, que representa o número de mg NaOH para neutralizar os ácidos contidos em 1 grama de lipídios, foram pesados 2g de amostra em Erlenmeyer e adicionados 5,0mL da solução de éter-álcool (2:1) e 2,0mL do indicador fenolftaleína. Titulou-se as amostras com hidróxido de sódio, NaOH, 0,1mol/L até o aparecimento da coloração rósea.

3.5.2 - Microbiológico

A decomposição do pescado também é causada por microorganismos. Além de diminuir o tempo de prateleira do produto, podem causar efeitos indesejáveis ao alimento e conseqüentemente à saúde.

Foi realizada a análise microbiológica recomendado pelo *Food and Drug Administration* (FDA, 1995). As análises realizadas foram: contagem total de bactérias mesófilas, número mais provável de coliformes totais, número mais provável de coliformes de origem fecal, pesquisa se *Salmonella spp.*, em 25g de amostra e contagem de *Bacillus cereus*.

3.6 - Análise Estatística

Os resultados foram submetidos á análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, através do programa Statistica, versão 5,0 (Statistica, 1995).

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Composição Centesimal

A massa média das cabeças moídas de tilápia *in natura* (total de 35 cabeças) utilizadas neste experimento foi de 5,54kg. Após a cocção, trituração, secagem e peneiramento o peso obtido foi de 1,99kg, correspondendo a 35,92% em relação à massa inicial.

Na ração conforme tabela 1, foi encontrado um total de 17 ácidos graxos. Os majoritários foram os ácidos: palmítico (16:0) com 18,80%, o oléico (18-1n-9) com 30,75% e linoléico (18:2n-6) com valor de 34,88%. Estes ácidos graxos também foram majoritários em rações comerciais encontrados por Visentainer *et al.* (2003b).

Na tabela 2 estão apresentados os valores da composição centesimal (umidade, proteína bruta, lipídios totais e cinzas) para a cabeça de tilápia *in natura* e para a farinha de cabeça de tilápia (tempo zero).

Tabela 2 - Composição centesimal da cabeça de tilápia *in natura* e da farinha de cabeça de tilápia (tempo zero)

Constituintes (%)	Cabeça (In natura)	Farinha (tempo zero)
Umidade	67,24a ± 0,20	6,01b ± 0,09
Cinzas	5,72a ± 0,04	19,38b ± 0,14
Proteína Bruta	16,48a ± 0,15	38,41b ± 0,12
Lipídios Totais	9,56a ± 0,39	35,46b ± 0,16

Valores das médias expressos com seus desvios padrão. As análises foram realizadas em triplicata. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (P < 0,05).

De acordo com Ogawa e Koike, (1987) em geral peixes apresentam de 70% a 85% de umidade. O valor de 67,24% encontrado para umidade neste estudo foi inferior ao encontrado por Visentainer *et al.* (2000) com teor de 73,15% para cabeça de tilápia jovens *in natura*.

Houve diferença significativa na composição (P < 0,05) de umidade da cabeça *in natura* comparados com a farinha da cabeça. O processo de secagem alterou as porcentagens dos componentes da matéria-prima *in natura*, pois ao reduzir a

quantidade de água e de outros componentes voláteis ocorreu um aumento das concentrações de lipídios totais, proteína bruta e cinzas.

A secagem para preparação da farinha alterou a umidade, diminuindo de 67,24% para 6,01%. Este valor está de acordo com o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA, 1997), que descreve que o pescado seco íntegro não deve conter mais que 12% de umidade. Desta forma, a farinha obtida neste trabalho está dentro do recomendado para que suas características sensoriais e nutritivas não sejam afetadas.

Segundo Ogawa e Maia, (1999) o conteúdo protéico de pescado varia de 8 a 23%. Os valores de cinzas e proteína bruta encontrados na farinha foram 19,38 e 38,41% respectivamente.

Os teores de cinza e proteína bruta, para as amostras de cabeça de tilápia *in natura* de 5,72 e 16,48%, respectivamente, estão acima dos encontrados por Visentainer *et al.* (2000), em cabeças de tilápia, com valores de aproximadamente 3,72 e 10,65% respectivamente.

Em filés de tilápia, foram encontrados teor de proteína de 18,4% por Visentainer *et al.* (2003b) e 18,2% por Justi *et al.* (2003), valores próximo ao encontrado neste trabalho, na cabeça de tilápia *in natura*. Isto indica que as cabeças de tilápia podem ser uma fonte protéica alternativa comparado ao filé. O teor de cinzas, entretanto foi bem menor nos filés, encontrado por Visentainer *et al.* (2003b) de 1,0% e por Justi *et al.* (2003), de 1,35%, indicando que as cabeças de tilápia são excelentes fontes de minerais.

O teor de lipídios totais para cabeça *in natura* deste experimento foi de 9,56%, valor superior ao encontrado por Visentainer *et al.* (2003b), de 8,41% e inferior ao encontrado em espécies de água doce (piraputanga, matrinxã e piraicanjuba) criadas em cativeiro (açude), encontrados por Moreira *et al.* (2003), onde a média de lipídios totais foi de 20,5%.

Em cabeças *in natura* de peixes marinhos como atum e sardinha, o teor de lipídios totais encontrado por Oliveira, (2002) foi de 5,87 e 4,49%, respectivamente.

O conteúdo de lipídios totais da farinha (35,46%) deste experimento é elevado em relação às cabeça *in natura* (9,56%), principalmente devido à perda excessiva de umidade, decorrentes do processo de desidratação que ocorre durante a secagem. Este alto teor de lipídios da farinha faz com que esta seja um produto altamente

energético, meio de transporte para as vitaminas lipossolúveis A, D, E, K e fornecer componentes essenciais (ácidos graxos) na dieta humana, Leningher *et al.* (1995).

4.2. Composição em ácidos graxos das cabeças de tilápia *in natura* e da farinha de cabeça de tilápia.

A composição em porcentagem de área relativa de ácidos graxos (método normalização) dos lipídios totais da cabeça de tilápia *in natura*, da farinha de cabeça (tempo zero) e durante o armazenamento de 30, 60 e 90 dias são apresentadas na tabela 3.

Tabela 3 – Composição em ácidos graxos da cabeça de tilápia *in natura* e da farinha de cabeça de tilápia durante o armazenamento.

Ácidos Graxos	Farinha de cabeça de tilápia				
	In natura	tempo zero	30 dias	60 dias	90 dias
14:0	2,74a ± 0,14	2,54a ± 0,13	2,65a ± 0,23	3,00b ± 0,06	3,01b ± 1,35
14:1n-9	0,14 ± 0,06	0,15 ± 0,02	0,13 ± 0,28	0,16 ± 0,03	0,15 ± 0,60
15:0	0,21a ± 0,13	0,21a ± 0,02	0,20a ± 0,09	0,24b ± 0,08	0,24b ± 0,61
16:0	22,73a ± 0,50	23,60a ± 0,11	23,76b ± 0,20	24,75b ± 0,65	25,27b ± 0,23
16:1n-9	0,68 ± 0,26	0,73 ± 0,02	0,66 ± 0,01	0,72 ± 0,03	0,65 ± 0,01
16:1n-7	5,35 ± 0,08	5,77 ± 0,31	5,41 ± 0,23	5,42 ± 0,39	5,40 ± 0,17
16:1n-5	0,16 ± 0,10	0,15 ± 0,24	0,15 ± 0,09	0,14 ± 0,11	0,15 ± 0,39
17:0	0,35 ± 0,03	0,34 ± 0,08	0,33 ± 0,07	0,33 ± 0,01	0,32 ± 0,01
X ₁	0,12 ± 0,05	0,11 ± 0,08	0,11 ± 0,04	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,07
17:1n-9	0,31 ± 0,07	0,27 ± 0,09	0,29 ± 0,01	0,28 ± 0,01	0,29 ± 0,02
18:0	7,07 ± 0,39	6,77 ± 0,08	6,72 ± 0,07	6,84 ± 0,09	6,54 ± 0,12
18:1n-9	35,56a ± 0,55	35,09a ± 1,23	35,10a ± 0,33	33,70b ± 0,23	33,60b ± 0,08
18:1n-7	2,88a ± 0,42	2,32b ± 0,16	2,89a ± 0,13	2,89a ± 0,34	3,02a ± 0,09
18:1n-5	0,13a ± 0,03	0,13a ± 0,01	0,13a ± 0,02	0,09b ± 0,01	0,12a ± 0,02
X ₂	0,48 ± 0,09	0,49 ± 0,01	0,46 ± 0,01	0,47 ± 0,05	0,49 ± 0,07

18:2n-6	11,58 ± 0,25	11,60 ± 0,35	11,61 ± 0,73	11,67 ± 0,20	11,69 ± 0,20
18:3n-6	0,89 ± 0,07	0,83 ± 0,03	0,79 ± 0,01	0,89 ± 0,09	0,82 ± 0,03
18:3n-3	1,11 ± 0,02	0,97 ± 0,03	0,99 ± 0,13	0,96 ± 0,05	0,93 ± 0,10
20:0	0,21 ± 0,03	0,22 ± 0,02	0,20 ± 0,01	0,22 ± 0,02	0,17 ± 0,04
20:1n-9	1,73 ± 0,23	1,75 ± 0,10	1,74 ± 0,18	1,65 ± 0,52	1,70 ± 0,05
X ₃	0,16 ± 0,02	0,16 ± 0,01	0,17 ± 0,05	0,14 ± 0,03	0,14 ± 0,05
21:0	0,31 ± 0,01	0,35 ± 0,03	0,31 ± 0,02	0,32 ± 0,04	0,33 ± 0,01
20:2n-6	0,53 ± 0,49	0,57 ± 0,05	0,58 ± 0,03	0,53 ± 0,03	0,55 ± 0,78
X ₄	0,25 ± 0,15	0,26 ± 0,12	0,24 ± 0,14	0,25 ± 0,16	0,24b ± 0,19
20:3n-6	0,63 ± 0,37	0,66 ± 0,07	0,65 ± 0,02	0,61 ± 0,56	0,55 ± 0,42
20:3n-3	0,11a ± 0,09	0,07b ± 0,02	0,06b ± 0,17	0,07b ± 0,10	0,05b ± 0,02
22:1n-9	1,07 ± 0,02	1,22 ± 0,04	1,19 ± 0,02	0,99 ± 0,12	0,99 ± 0,09
22:2n-6	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,05	0,06 ± 0,05	0,07 ± 0,04	0,07 ± 0,05
20:4n-6	0,05 ± 0,09	0,05 ± 0,05	0,05 ± 0,02	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,04
20:5n-3	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,14	0,03 ± 0,68	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,82
22:0	0,23 ± 0,12	0,23 ± 0,03	0,21 ± 0,03	0,20 ± 0,02	0,20 ± 0,02
24:0	0,05a ± 0,05	0,04a ± 0,03	0,04a ± 0,04	0,03b ± 0,01	0,03b ± 0,05
24:1n-9	0,59 ± 0,07	0,68 ± 0,07	0,59 ± 0,03	0,63 ± 0,05	0,57 ± 0,85
22:4n-3	0,54 ± 0,03	0,59 ± 0,07	0,55 ± 0,07	0,62 ± 0,08	0,63 ± 0,75
X ₅	0,30 ± 0,01	0,33 ± 0,03	0,29 ± 0,01	0,31 ± 0,02	0,29 ± 0,04
22:6n-3	0,55 ± 0,03	0,65 ± 0,06	0,60 ± 0,02	0,57 ± 0,04	0,54 ± 0,79

Valores expressos da média e seus desvios padrão. As análises foram realizadas em seis replicatas. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($P < 0,05$).

Foi encontrado um total de 36 componentes nos lipídios totais para as cabeças *in natura*, farinha de cabeça (tempo zero) e durante o armazenamento (30, 60 e 90 dias), sendo 31 identificados, com predominância dos ácidos graxos palmítico (16:0), com valores que variaram de 22,73 a 25,27%, oléico (18:1n-9) com variação de 35,56 a 33,60% e linoléico (18:2n-6) com variação de 11,58 a 11,69%.

Estes ácidos graxos também foram predominantes na fração lipídica de cabeças de tilápia jovens encontrados por Visentainer *et al.* (2000) e em filés de tilápia sob dieta prolongada Visentainer *et al.* (2003b).

O ácido araquidônico (20:4n-6), da série n-6, um componente utilizado na síntese de prostaglandinas e outros compostos vitais, apresentaram 0,05% para cabeça de tilápia *in natura*, valor menor quando comparado com cabeças de tilápia (0,71%) encontrado por Visentainer *et al.* (2003c).

Dentre os ácidos graxos da série n-3, o ácido graxo alfa-linolênico (18:3n-3), precursor dos ácidos graxos de cadeia muito longa eicosapentaenóico (EPA - 20:5n-3) e docosahexaenóico (DHA - 22:6n-3) da série n-3 apresentou um valor de 1,11% nas cabeças de tilápias *in natura*. Este valor foi maior que o encontrado por Visentainer *et al.* (2003b) em filés de tilápias (0,5%).

Para os ácidos graxos EPA e DHA as percentagens foram de 0,03% e 0,55% respectivamente. Os valores de DHA são próximos ao encontrados por Moreira *et al.* (2003) em cabeças de piraputanga (0,50%) e piracanjuba (0,55%) e em filés de tilápia (0,6%) encontrado por Visentainer *et al.* (2003b). Entretanto, Moreira *et al.* (2003) apresentou maiores valores do EPA nas espécies matrinxã (0,07%), piraputanga (0,16%) e piracanjuba (0,22%).

Em peixes marinhos, Oliveira, (2002) encontrou valores de EPA para cabeças *in natura* de atum e sardinha (5,76 e 7,28%) e DHA (22,77 e 20,46%) respectivamente.

Os ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) dos peixes são lábeis à oxidação, um problema sério no armazenamento e processamento. Neste experimento os AGPI (número de duplas ligações maior ou igual a 2) da série ômega-3 e ômega-6 não apresentaram diferenças significativas entre a cabeça *in natura*, farinha (tempo zero) e durante os 90 dias de armazenamento, com exceção do ácido graxo 20:3n-3, conforme tabela 3.

Estes resultados estão de acordo com Ferreira *et al.* (2004), que não encontraram diferença significativa entre os ácidos graxos poliinsaturados ômega-6 e ômega-3 para os filés de tilápia cru e assados em forno elétrico.

A tabela 4 mostra o somatório dos ácidos graxos: poliinsaturados (AGPI), monoinsaturados (AGMI), saturados (AGS), série ômega-6 (n-6), série ômega-3 (n-3) e das razões dos ácidos graxos AGPI/AGS e n-6/n-3.

Tabela 4 - Somatório e razões de ácidos graxos na cabeça *in natura*, farinha de cabeça de tilápia e nos diferentes tempos de armazenamento.

Somatórios e razões	<i>In natura</i>	Tempo zero	30 dias	60 dias	90 dias
AGPI	16,08 ± 0,68	16,02 ± 0,41	15,97 ± 1,02	16,07 ± 0,62	15,90 ± 1,64
AGMI	48,60a ± 0,79	48,26a ± 1,31	48,28a ± 0,55	46,67b ± 0,79	46,64b ± 1,14
AGS	33,90a ± 0,68	34,30a ± 0,21	34,42a ± 0,34	35,93b ± 0,67	36,18b ± 1,50
n-6	13,74 ± 0,33	13,78 ± 0,37	13,74 ± 0,73	13,82 ± 0,60	13,72 ± 0,91
n-3	2,34a ± 0,10	2,24a ± 0,17	2,23a ± 0,72	2,25a ± 0,15	2,18b ± 1,37
AGPI/AGS	0,47 ± 0,01	0,47 ± 0,01	0,46 ± 0,03	0,45 ± 0,02	0,44 ± 0,05
n-6/n-3	5,87a ± 1,22	6,15a ± 0,50	6,16a ± 2,00	6,14a ± 0,48	6,29b ± 3,96

Valores de ácidos graxos expressos em porcentagens relativas com os respectivos desvios padrões. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($P < 0,05$). AGPI (somatório dos ácidos graxos poliinsaturados); AGMI (somatório dos ácidos graxos monoinsaturados); AGS (somatório dos ácidos graxos saturados); n-3 (somatório dos ácidos graxos da série n-3); n-6 (somatório dos ácidos graxos da série n-6); AGPI/AGS (razão entre somatório dos ácidos poliinsaturados e saturados) e n-6/n-3 (razão entre somatório dos ácidos da série n-6 e n-3).

Não houve diferença significativa entre o somatório dos AGPI e dos n-6 das cabeças *in natura*, farinha no tempo zero e durante o armazenamento. Para o somatório dos n-3 houve diferença no armazenamento com redução entre 60 (2,25%) e 90 (2,18%) dias. O somatório dos AGPI não apresentou alterações com o processo de secagem e durante o armazenamento. Os resultados do processo de secagem estão em conformidade com aqueles encontrados por Ferreira *et al.* (2004) em filés de tilápia assados em forno elétrico (22,876%) em relação aos filés *in natura* (23,117%).

Os valores encontrados para os AGPI e AGS na cabeça *in natura* foram de 16,08 e 33,90%, respectivamente. Visentainer *et al.* 2000 encontraram valores menores para AGPI E AGS (9,83 e 28,60%), respectivamente, em cabeças de tilápia *in natura*.

De acordo com o Department of Health and Social Security, (DHSS, 1984) da Inglaterra, o valor da razão AGPI/AGS inferiores a 0,45, indicam alimentos pouco saudáveis, especialmente em relações às doenças cardiovasculares. O valor encontrado para a razão AGPI/AGS para a cabeça *in natura* e farinha de cabeça de

tilápia (tempo zero) foi 0,47 conforme, tabela 3. Este valor foi maior que o encontrado por Visentainer *et al.* (2000) em cabeças de tilápias jovens (0,34), porém menor que o valor (1,43) encontrado por Turon *et al.* (2005), em cabeças de Nile perch.

O valor encontrado para a razão AGPI/AGS não apresentou diferença significativa durante todo armazenamento, conforme tabela 3. Assim, a farinha ficou armazenada por 3 meses, sem perder o valor nutritivo em relação à razão AGPI/AGS.

Oliveira, (2002), analisando cabeças de peixes marinhos, como atum e sardinha, encontrou valores para razão AGPI/AGS de 1,01 e 0,78%, respectivamente.

A razão de ácidos graxos n-6/n-3 na cabeça *in natura* e farinha tempo zero, foram de 5,87 e 6,15%, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas com o processo de secagem. Isto está de acordo com Ferreira *et al.* (2004) que comparou a razão entre filés de tilápia cru e assados em forno elétrico (6,43 e 6,77%) e encontrou um aumento na razão. Durante o período de armazenamento houve diferença somente no último mês (90 dias). Estes valores encontrados para razão n-6/n-3 foram acima de 4, cujo valor é recomendado nutricionalmente pelo Report on Health and Social Subjects, (HMSO, 1994); entretanto está dentro da faixa descrita por Simopoulos *et al.* (1999), que é de 5 a 10. O principal contribuinte para o somatório n-6, foi o ácido graxo 18:2n-6 e, para a somatória n-3, foi o ácido graxo 18:3n-3. Visentainer *et al.* (2003b) encontraram uma razão de 8,0 para filés de tilápia *in natura*, valor maior ao encontrado neste trabalho.

4.3 – Quantificação dos ácidos graxos da cabeça de tilápia *in natura* e da farinha de cabeça de tilápia

Foram quantificados em mg/g de lipídios totais os ácidos graxos LA, LNA, AA, EPA e DHA da cabeça *in natura* e na farinha de cabeça de tilápia tempo zero e durante armazenamento (a cada 30 dias por um período de 90 dias), conforme tabela 5.

Tabela 5 - Teor de ácidos graxos em mg/g de lipídios totais na cabeça de tilápia *in natura* e na farinha de cabeça de tilápia durante armazenamento.

Ácidos Graxos	<i>in natura</i>	tempo zero	30 dias	60 dias	90 dias
18:2n-6 (LA)	89,27± 0,91	89,42 ± 0,82	89,50 ± 0,49	89,61 ± 0,52	89,76 ± 0,16
18:3n-3 (ALA)	8,55 ± 0,28	7,43 ± 0,25	7,58 ± 0,28	7,32 ± 0,18	7,16 ± 0,26
20:4n-6 (AA)	0,39 ± 0,01	0,39 ± 0,03	0,39 ± 0,04	0,39 ± 0,01	0,33 ± 0,01
20:5n-3 (EPA)	0,23 ± 0,00	0,24 ± 0,00	0,24 ± 0,02	0,23 ± 0,01	0,24 ± 0,00
22:6n-3 (DHA)	4,06 ± 0,16	4,76 ± 0,21	4,44 ± 0,27	4,22 ± 0,16	3,97 ± 0,14
EPA + DHA	4,29 ± 0,01	5,00 ± 0,01	4,68 ± 0,10	4,45 ± 0,02	4,21 ± 0,01

Valores da média com seus desvios padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($P < 0,05$). LA (ácido linoléico); ALA (ácido alfa-linolênico); AA (ácido araquidônico); EPA (ácido eicosapentênico); DHA (ácido docosahexaenóico).

Em relação ao metil tricosonoato (padrão interno) utilizado neste experimento, os valores teóricos dos fatores de correção foram de 1,0207 (LA), 1,0137 (ALA), 0,9936 (AA), 0,9873 (EPA), e 0,9714 (DHA), estes valores foram calculados baseados no número de carbono ativo, conforme descrito por Craske e Bannon (1988).

As concentrações encontradas em mg de ácidos graxos/g de lipídios totais (LT) na cabeça *in natura* foram de 89,27mg de LA/g de LT, 8,55mg de ALA/g de LT, 0,39mg de AA/g de LT, 0,23mg de EPA/g de LT e 4,06mg de DHA/g de LT. Os valores encontrados para os ácidos graxos LNA e EPA foram maiores que os encontrado por Visentainer *et al.* (2005) que apresentou valores de 6,5mg de ALA/g de LT e 0,1mg de EPA/g de LT em músculos de tilápias produzidas em cativeiro. Entretanto este mesmo autor encontrou valor de DHA maior que o encontrado no presente trabalho (9,9mg de DHA/g de LT). Para todos os ácidos graxos apresentados na tabela 5, não houve diferença significativa entre os resultados.

Considerando que, a farinha de cabeça de tilápia (tempo zero), apresenta 35,46g de lipídios totais, assim em 100g de farinha (tempo zero) foram encontrados 3.170,8mg de LA, 263,5mg de ALA, 13,83mg de AA, 8,16mg de EPA, 168,8mg de DHA e 177,3mg de (EPA + DHA).

Alguns estudos recomendam a ingestão dos AG da série n-3, importantes nutricionalmente, expressos no somatório dos ácidos graxos EPA e DHA, já que ambos exercem efeitos benéficos à saúde. Penny *et al.* (2002), recomendam a suplementação de EPA + DHA de 500 a 1800mg/dia, proveniente de óleo de peixe

ou suplementos, em relação às doenças cardiovasculares. Desta forma, em relação ao somatório de EPA + DHA, a ingestão de 282g de farinha obtenho a quantidade necessária de EPA e DHA.

Não foram encontrados na literatura valores da ingestão diária dos ácidos graxos LNA, EPA e DHA em crianças. Em adultos a ingestão é de 1500 a 3000mg/dia de LNA parece ser benéfico em relação às doenças cardiovasculares (Penny *et al.*, 2002).

O DHA é fundamental para o desenvolvimento do cérebro fetal e durante a infância (Schimdt, 2000). A necessidade de DHA segundo Fagundes, 2002, é de 100 a 200mg/dia para adulto. Mulheres grávidas ou em amamentação requerem níveis mais elevados (300mg/dia), devido às necessidades do feto e do recém nascido. Desta forma, para atender às exigências nutricionais mínimas de DHA de um adulto, a ingestão deve ser 59,24g, ou seja, 5 colheres e meia (sopa) de farinha de cabeça de tilápia.

4.4 - Controle químico e microbiológico

Os valores obtidos nas determinações do índice de TBA e índice de acidez (IA), para a farinha da cabeça (tempo zero) e durante o armazenamento (30, 60 e 90 dias) estão apresentados na tabela 6.

Os valores dos índices de TBA foram crescentes ao longo do armazenamento, com diferença significativa para os diferentes meses. Os valores variaram de 0,74 a 3,87mg de malonaldeído/kg de farinha, para o tempo zero e 90 dias, respectivamente.

Tabela 6 - Valores de TBA e IA para farinha de cabeça de tilápia durante armazenamento.

Índices	Armazenamento (dias)			
	0	30	60	90
TBA	0,74a ± 0,01	1,52b ± 0,16	2,39c ± 0,06	3,87d ± 0,10
IA	0,91a ± 0,01	0,92a ± 0,02	0,93a ± 0,03	1,11b ± 0,09

Valores expressos com seus desvios padrão. As análises foram realizadas em triplicata Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas (P < 0,05). TBA (ácido tiobarbitúrico) expresso em mg malonaldeído/ kg de farinha, IA (índice acidez) expresso em mg NaOH/ g de gordura.

Segundo Al Kahtani *et al.* (1996) um produto é considerado em bom estado de conservação, quando os valores do índice de TBA estão abaixo de 3mg malonaldeído/kg de amostra. Portanto, baseando-se neste índice, a farinha apresentou valores considerados aceitáveis até 60 dias, haja vista que com 90 dias o valor foi de 3,87mg malonaldeído/kg de farinha. O alto teor de lipídios da farinha possivelmente contribui para o crescente valor do índice TBA.

Uma alternativa para diminuir o valor do TBA seria o uso de antioxidantes. Gatta *et al.* (2000), analisou filés de peixes alimentados com 4 dietas com diferentes níveis de vitamina E . Os valores de TBA diminuíram de 2,51 para 1,09µg malonaldeído/mg de amostra.

Nos valores do índice de acidez (IA), não houve diferença significativa entre os períodos de 0 (tempo zero) a 60 dias de armazenamento. No entanto houve diferença significativa entre 60 e 90 dias. De acordo com ANFAL, (1998) farinhas de carne e ossos devem apresentar no máximo 4mg de NaOH/g de gordura.

Três espécies de peixe que foram evisceradas, picados e secos a 103°C por 2 horas foram submetidas ao controle químico por diversos parâmetros incluindo TBA e índice de acidez (IA). Os peixes foram estocados a 4°C e -18°C, para verificação dos efeitos da temperatura de armazenamento. Em temperaturas de -18°C houve um maior tempo de vida de prateleira que a 4°C. Porém o valor de TBA e IA aumentou durante estocagem em ambas as temperaturas. O valor encontrado neste trabalho no fim do armazenamento (3,87mg malonaldeído/kg) foi próximo do encontrado para peixe armazenado a -18°C por 90 dias (3,80mg malonaldeído/kg) (Boran *et al.* 2006).

A tabela 7 apresenta os resultados das análises microbiológicas da farinha de cabeça no tempo zero e no fim dos 90 dias de armazenamento.

Não houve diferença entre a análise microbiológica da farinha (tempo zero) e durante o armazenamento. Na análise microbiológica para as bactérias mesófilas houve uma redução com valores de 3×10^4 e 2×10^4 UFC/g, para a farinha (tempo zero) e 90 dias, respectivamente.

Tabela 7 - Análise microbiológica da farinha de cabeça de tilápia no início e fim do armazenamento

Microorganismos	tempo Zero	90 dias
Bactérias mesófilas (UFC/g)	3×10^4	2×10^4
Coliformes totais (NMP/g)	< 3	< 3
Coliformes de origem fecal (NMP/g)	< 3	< 3
<i>Salmonella spp</i> em 25g	ausente	ausente
<i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	$< 1 \times 10^2$	$< 1 \times 10^2$

Valores expressos em UFC/g (Unidades Formadoras de Colônias por grama); NMP/g (Número mais provável por grama). Os resultados são de análises obtidas do laudo técnico do laboratório de microbiologia e microscopia de alimentos do Departamento de Análises Clínicas da Universidade estadual de Maringá.

As bactérias mesófilas são indicadoras da qualidade higiênico-sanitária e valores menores que 10^6 UFC/g são aceitáveis segundo Lira *et al.* (2001). Agnese *et al.* (2001) relata que valores superiores a 10^6 UFC/g são críticos em relação ao grau de frescor e o consumo de alimentos contendo quantidade maior que 10^6 UFC/g pode causar intoxicações.

De acordo com a Resolução nº. 12, de 02 de janeiro de 2001 que aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos (ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001) produtos derivados do pescado, refrigerados e pescados pré-cozidos deve haver ausência de *salmonella*, já por ser patogênica, pode causar infecções quando encontrada no produto. No presente trabalho houve ausência de *salmonella* na farinha (tempo zero) e no fim do armazenamento (90 dias).

No que se refere à pesquisa de coliformes de origem fecal os valores encontrados estão dentro da normalidade comparada com produtos derivados de pescado pré-cozidos (máximo de 1×10^2) (Anvisa, 2001).

Quanto aos coliformes totais, a legislação não indica limite para o pescado, mas são importantes a análise já que estão relacionados com a qualidade higiênica sanitária. Os valores encontrados para coliformes totais nesse experimento (< 3 NMP/g) estão de acordo com o encontrado em um lote de filés de tilápia (2,3 NMP/g) consumidos na cidade de Toledo - Paraná (Librelato e Lopes-Shikida, 2005).

4.5 - Análise sensorial da sopa e caldo

As análises sensoriais dos alimentos determinam a aceitabilidade do produto no mercado consumidor. O grau de aceitabilidade depende de fatores como idade e sensibilidade, variável de pessoa a pessoa.

A partir da farinha da cabeça de tilápia, foram obtidos dois produtos: caldo e a sopa. Na análise sensorial da sopa, de um total de 50 provadores, 16 atribuíram a nota máxima (3,08) e 19 alunos atribuíram a segunda maior nota (2,91), conforme tabela 8. No caldo, entre 50 provadores, não foi observada a nota máxima e 18 atribuíram à nota de 2,74, enquanto 16 não aprovaram o caldo, atribuindo a nota mínima de 1,22. Isto se deve ao fato de que, como o caldo é constituído somente de farinha, água e sal, e não apresentava nenhum ingrediente para mascarar o gosto de peixe, dificultou a aceitação do produto.

Tabela 8 - Notas atribuídas aos produtos elaborados sopa e caldo

	Sopa						Caldo			
NºAlunos	16	19	03	07	03	02	18	8	8	16
Nota	3,08	2,91	2,74	2,55	1,58	1,22	2,74	2,55	1,58	1,22

4.6 - Composição centesimal da sopa e sopa sem farinha (SSF)

A sopa sem farinha (SSF) foi utilizada como controle. Nesta foi determinada a composição química para avaliar se a inclusão da farinha alterava a composição centesimal (umidade, cinzas, proteína bruta e lipídios totais).

A tabela 9 apresenta a composição centesimal da sopa e da sopa sem farinha (SSF).

Tabela 9 - Composição centesimal da sopa e sopa sem farinha (SSF)

Constituintes (%)	Sopa	SSF
Umidade	81,67a ± 0,92	85,45b ± 0,89
Cinzas	2,12a ± 0,10	1,69b ± 0,03
Proteína Bruta	2,96a ± 0,14	0,87b ± 0,05
Lipídios Totais	4,26a ± 0,19	2,93b ± 0,20

Valores das médias expressos com seus desvios padrão. As análises foram realizadas em quatro replicatas. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas (P < 0,05). SSF (sopa sem farinha de cabeça).

A adição de farinha aumentou com diferença significativa os teores de cinzas, proteína bruta e lipídios totais na sopa em relação à SSF. Os valores de cinzas aumentaram aproximadamente 25%, enquanto os valores de proteína bruta e lipídios totais aumentaram em 240 e 45% respectivamente.

4.7 - Composição mineral da cabeça de tilápia *in natura*, farinha de cabeça de tilápia, sopa e sopa sem farinha (SSF).

As concentrações em mg/100g de amostra determinadas para cálcio, ferro e fósforo nas amostras de cabeças de tilápia *in natura*, farinha de cabeça (tempo zero), sopa e SSF são apresentadas na tabela 10.

De acordo com os resultados obtidos foram observadas valores significativamente maiores para as concentrações de cálcio, ferro e fósforo nas amostras de farinha (tempo zero) em comparação àquelas determinadas para as amostras de tilápia *in natura*. Tal observação pode ser explicada pela pré-concentração dos minerais das amostras de farinha, ocasionada pelo processo de secagem das mesmas, pois massas aproximadamente iguais de farinha previamente seca e tilápia *in natura* foram empregadas nas análises para as determinações.

Tabela 10 - Composição mineral da cabeça de tilápia *in natura*, farinha de cabeça de tilápia, sopa e sopa sem farinha (SSF).

Minerais (mg/100g)	<i>In natura</i>	Farinha - tempo zero	Sopa	SSF
CÁLCIO	1,58a ± 0,09	2,59 b ± 0,05	0,36 ± 0,01	< LD
FERRO	0,08a ± 0,01	0,66b ± 0,02	0,52A ± 0,03	0,28B ± 0,02
FÓSFORO	0,71a ± 0,01	1,05b ± 0,04	0,03A ± 0,03	0,002B ± 0,01

Concentrações apresentadas como média e seus respectivos desvio padrão. As análises foram realizadas em triplicata. Letras minúsculas diferentes em uma mesma linha indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os resultados obtidos para tilápia *in natura* e farinha e, da mesma forma, letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os resultados obtidos entre sopa e SSF; os limites de detecção (LD) para as determinações de cálcio e ferro foram de 0,011 e 0,026mg/100g de amostra, respectivamente.

Os limites de detecção (LD) apresentados na tabela 10 foram calculados como $3\sigma_B/b$ onde σ_B representa o desvio padrão de 10 medidas consecutivas da solução do branco e b representa o coeficiente angular da curva de calibração e, também, a sensibilidade do método. O limite de detecção é definido como a mínima quantidade detectável do analito (Vandecasteele e Block, 1993).

As concentrações de cálcio e fósforo das cabeças *in natura* foram 1,58 e 0,71mg/100g de amostra respectivamente, e superiores àquelas determinadas por Santos *et al.* (2000), em filés de traíra, cujos valores foram de 0,9mg para cálcio e 0,5mg para fósforo/100g amostra. As amostras de tilápia *in natura* apresentaram valores para a concentração de cálcios próximos aqueles determinados em outros tipos de carne, como por exemplo, frango cru, que apresenta concentração igual a 2mg cálcio/100g de amostra, conforme Franco, (1986).

Valores para teores de minerais em cabeças de peixes são escassos na literatura. Adeyeye *et al.* (1996) determinaram para cabeça de tilápia valores de 0,42mg de ferro/100g de amostra, ou seja, uma concentração maior do que determinada para a cabeça de tilápia *in natura* neste experimento.

A concentração de ferro é menor na cabeça de tilápia quando comparada com filés de peixes em geral (1,08mg) e bife médio (4,0mg), conforme Franco, (1986), provavelmente devido ao ferro ser parte integrante da hemoglobina. A farinha pode ser utilizada como suplemento alimentar para aumentar a ingestão de minerais, fazendo com que se atinja o valor da ingestão diária recomendada, em decorrência da sopa com farinha ter apresentado valores significativamente maiores que a sopa sem farinha. A utilização da farinha no preparo da sopa aumentou de 1400% a quantidade de fósforo e de 85,71% a quantidade de ferro.

4.8 – Composição em ácidos graxos da sopa e sopa sem farinha (SSF)

Tendo em vista que a sopa apresentou valor nutritivo maior que a sopa sem farinha, foi feita a análise comparativa entre as duas sopas, em relação à composição em ácidos graxos.

Os ácidos graxos presentes nos dois produtos estão na tabela 11.

Foram encontrados um total de 36 componentes nos lipídios totais na sopa e 27 na SSF, sendo 31 ácidos graxos identificados na sopa e somente 22 ácidos graxos na SSF. A maioria dos ácidos graxos que foram encontrados em ambas as sopas, apresentaram diferença significativa, exceto para os ácidos graxos 18:0, 18:1n-9, 18:1n-5, 20:0, 20:1n-9. Os ácidos graxos de cadeia longa da série n-6, AA e da série n-3, EPA e DHA não foram encontrados na SSF.

Tabela 11 – Composição em ácidos graxos da sopa e sopa sem farinha (SSF)

Ácidos Graxos	Sopa	SSF
14:0	0,78a ± 0,07	0,09b ± 0,03
14:1n-9	0,04 ± 0,28	ND
15:0	0,07 ± 0,08	ND
16:0	10,41a ± 0,10	5,93b ± 0,47
16:1n-9	0,21a ± 0,01	0,04b ± 0,01
16:1n-7	1,36a ± 0,03	0,16b ± 0,02
16:1n-5	0,21 ± 0,01	ND
17:0	0,13a ± 0,03	0,05b ± 0,03
X ₁	0,03 ± 0,02	TR
17:1n-9	0,11a ± 0,06	0,04b ± 0,02
18:0	3,59 ± 0,50	2,85 ± 0,10
18:1n-9	33,98 ± 0,31	35,24 ± 0,27
18:1n-7	0,03a ± 0,03	0,86b ± 0,04
18:1n-5	0,53 ± 0,04	0,46 ± 0,03
X ₂	0,37 ± 0,02	0,42 ± 0,011
18:2n-6	42,63a ± 0,25	48,22b ± 0,11
18:3n-6	0,23a ± 0,02	0,11b ± 0,01
18:3n-3	1,37a ± 0,01	1,06b ± 0,06
20:0	0,32 ± 0,03	0,92 ± 0,02
20:1n-9	0,66 ± 0,04	0,32 ± 0,05
X ₃	0,11a ± 0,01	0,64b ± 0,02
21:0	0,09a ± 0,06	1,88b ± 0,07
20:2n-6	0,19 ± 0,03	TR
X ₄	0,08 ± 0,01	TR
20:3n-6	0,21 ± 0,03	TR
20:3n-3	0,61 ± 0,03	ND
22:1n-9	0,36 ± 0,08	TR
22:2n-6	0,05 ± 0,02	ND

20:4n-6	0,02 ± 0,02	ND
20:5n-3	0,04 ± 0,07	ND
22:0	TR	0,50 ± 0,06
24:0	0,23a ± 0,02	0,16b ± 0,01
24:1n-9	0,23a ± 0,07	0,03b ± 0,01
22:4n-3	0,24 ± 0,03	ND
X ₅	0,10 ± 0,02	TR
22:6n-3	0,24 ± 0,04	ND

Valores de ácidos graxos expressos em porcentagens com os desvios padrão. As análises foram realizadas em seis replicatas. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($P < 0,05$). X_n: não identificado; ND: não determinado; SSF (Sopa sem farinha); TR (traço) = área mínima menor que 0,02.

O ácido graxo 18:3n-3, apresentou uma maior porcentagem na sopa (1,37%) em relação SSF (1,06%), enquanto para o ácido graxo 18:2n-6, houve uma inversão, com 42,63% para a sopa e 48,22% para a SSF. Isto se deve ao fato de que a contribuição do ácido linoléico na SSF, se deve principalmente ao óleo de soja, o qual apresenta elevado teor deste ácido graxo. No entanto, na sopa, houve também a contribuição do óleo soja, porém com a inclusão da farinha, por conter mais ácidos graxos da série n-3, o valor da porcentagem do ácido linoléico foi menor. O somatório dos AGPI, AGS, AGMI e a razão entre os grupos dos ácidos AGPI/AGS e n-6/n-3 para os produtos são apresentados na tabela 12.

Tabela 12 - Somatório e razões de ácidos graxos da sopa e sopa sem farinha (SSF)

	Sopa	SSF
AGPI	45,83a ± 0,27	49,39b ± 0,13
AGMI	37,72 ± 0,44	37,15 ± 0,28
AGS	15,62a ± 0,53	12,38b ± 0,49
n-6	43,33a ± 0,23	48,33b ± 0,11
n-3	2,25a ± 0,09	1,06b ± 0,06
AGPI/AGS	2,93 ± 0,01	3,99 ± 0,16
n-6/n-3	17,33a ± 0,72	45,59b ± 2,58

Valores da média com seus desvios padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($P < 0,05$). SSF (sopa sem farinha de cabeça); AGPI (somatório dos ácidos graxos poliinsaturados); AGMI (somatório dos ácidos graxos monoinsaturados); AGS (somatório dos ácidos graxos saturados); n-3 (somatório dos ácidos graxos da série n-3); n-6 (somatório dos ácidos graxos da série n-6); AGPI/AGS (razão entre somatório dos ácidos poliinsaturados e saturados) e n-6/n-3 (razão entre somatório dos ácidos da série n-6 e n-3).

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as sopas no somatório dos AGPI, AGS, n-6, n-3 e na razão n-6/n-3.

Ambas apresentaram elevada razão do AGPI/AGS. A sopa apresentou razão menor por apresentar menor quantidade de AGPI que a SSF e maior de saturados.

A SSF apresentou um elevado teor do ácido 18:2n-6, quando comparado com a sopa, elevando a somatória dos n-6. Isto faz com que a razão n-6/n-3 apresente valores mais elevados. Porém em relação à quantidade de ácidos graxos n-3, a sopa apresentou diferença significativa em relação à SSF, contribuindo para um maior efeito benéfico à saúde humana. As razões n-6/n-3 de ambas as sopas estão fora do recomendado nutricionalmente por Simopoulos *et al.* (1999), embora a diferença entre elas seja bastante significativa. Entretanto se houvesse uma substituição do óleo de soja, que foi utilizado, por óleo de canola ou linhaça na sopa rico em ômega 3, o somatório de n-3 aumentaria e a de n-6 decresceria, diminuindo a razão n-6/n-3.

5 - CONCLUSÃO

A farinha de cabeça de tilápia constitui-se de um produto com elevado teor de proteína, minerais, como cálcio, ferro e fósforo e lipídios. Os lipídios apresentaram os ácidos graxos essenciais, como o ácido linoléico e alfa-linolênico e os ácidos graxos de importante valor nutritivo como eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA). A composição em ácidos graxos ômega-3 foi satisfatória e as razões entre os grupos de ácidos graxos n-6/n-3 e AGPI/AGS apresentaram valores dentro dos parâmetros recomendados.

A farinha pode ser estocada por um período de 90 dias, sob refrigeração, de acordo com as análises do índice de acidez e microbiológicas. Entretanto, em relação à análise de TBA, a farinha pode ser estocada durante 60 dias.

Para atender às exigências nutricionais de DHA de um adulto, a ingestão deve ser de no mínimo 5 colheres e meia (sopa) de farinha de cabeça de tilápia por dia.

A farinha elaborada sob a forma de sopa apresentou excelente aceitação pelos alunos do ensino fundamental.

Sendo assim, cabeças de tilápia, podem ser utilizados como matéria-prima de baixo custo para produção de produtos alimentícios, agregando assim maior valor aos resíduos de peixes e diminuindo a poluição ambiental.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adeyeye, E. I., Akinyugha, N. J., Fesobi, M. E., Tenabe, V. O. (1996). Determination of some metals in *Clarias gariepinus* (Cuvier and Vallenciennes), *Cyprinus carpio* (L.) and *Oreochromis niloticus* (L.) fishes in a polyculture fresh water pond and their environments. **Aquaculture**, v. 147, p. 205-214.

Agnese, A. P., Oliveira, V. M., da Silva, P. P. O., de Oliveira, G. A. (2001). Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e enumeração de coliformes totais e fecais, em peixes frescos comercializados no município de Seropédica - RJ. **Revista Higiene Alimentar**, v. 15, n. 88, p. 67-70.

Al - Kahtani, H. A., Abu – Tarboush, H. M., Bajaber, A. S. (1996). Chemical changes after irradiation and post irradiation storage in tilapia and Spanish mackerel. **Journal of Food Science**, v. 61, n. 4, p. 729-733.

ANFAL, (1998) - Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentação Animal. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. **Compêndio brasileiro de alimentação animal**. São Paulo: ANFAR/CBNA/SDR.

Anvisa, (2001) - Agência Nacional de Vigilância sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, disponível no site www.anvisa.gov.br, acessado em setembro 2005.

APPCC, (1998) – Análise dos perigos e pontos críticos de controle na qualidade e segurança microbiológica de alimentos. Editora Varela, São Paulo.

Araújo, J. M. A. (2001). Química de Alimentos. Teoria e Prática. Viçosa. Editora Universidade Federal de Viçosa, 2 Ed., p. 416.

Arruda, L. F., Borghesi, R., Brum, A., D'Arce, M. R., Oetterer. (2006). Ácidos graxos em silagem de resíduos do processamento da tilápia do Nilo

(*Oreochromis niloticus*). Anais do CLANA, Colégio Latino Americano de Nutrição Animal, prelo 2006.

Badolato, E. S. G.; Carvalho, J.B.; Amaral Melo, M.R.P.; Tavares, M.; Campos, N.C.; Aued Pimentel, S.; Morai, C. (1994). 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.

Bannon, C. D., Craske, J. D., Hilliker, A. E. (1986). Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability. Validation of theoretical relative factors of unsaturated esters in the flame ionization detector. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 63, p. 105-110.

Bannon, C. D., Craske, J. D., Norman, L. M. (1988). Effect of overloaded of capillary gas-liquid chromatographic columns on the equivalent chain lengths of C18 unsaturated fatty acid methyl esters. (1988). **Journal of Chromatography**, v. 44, p. 392-396.

Beirão, L. H., Teixeira, E., Meinert, E. M. (2000). Processamento e industrialização de moluscos. In: Seminário e Workshop "Tecnologia para Aproveitamento Industrial de pescado", Campinas, Resumos, Campinas, ITAL, p. 38-84.

Belda, M. C. R., Pourchet-Campos, M. A. (1991). Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 11, n. 1, p. 5-35.

Bligh, E. G., Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n.18, p. 911-917

Bobbio, F. O., Bobbio, P. A. (1995). **Química do Processamento de Alimentos**. 2 Ed., São Paulo, Varela, p. 151.

Boran, G., Karaçam H., Boran, M. (2006). Changes in the quality of fish oils due to storage temperature and time. **Food Chemistry**, Prelo 2006

Bragadóttir, M., Pálmadóttir, H., Kristbergsson, K. (2004). Composition and chemical changes during storage of fish meal from capelin meat (*Mallotus villosus*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p.1572-1580.

Cardoso, N. L. C., Borges André, M. C. D. P., Serafini, A. B. (2003). Avaliação microbiológica de carne de peixe comercializada em supermercado da cidade de Goiânia – GO. **Revista Higiene Alimentar**, v. 17, n. 9, p. 81-87.

Chaves, J. B. P. (1980). Avaliação sensorial de alimentos – Métodos de Análises. Viçosa. Editora da Universidade Federal de Viçosa, p. 69.

Christie, W. W. (1994). Gas chromatography and lipids – A practical guide, 1 Ed. The oil press Ltda Dundee – Scotland, p. 307.

Collins, C. H., Braga, G. L., Bonato, P. S. (1990). Introdução a métodos Cromatográficos, 4. Ed., Campinas, Unicamp, p. 279.

Craske, J. D e Bannon, C. D. (1988). Letter to the editor. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v. 65, p. 1190 – 91.

Cunniff, P. A. (1998). Official methods of Analysis of AOAC international. 6th ed. Arlington: **Association of official Analytical Chemists**, CD-Rom.

DHSS, (1984) - Department of Health and Social Security. Report on health and social subjects nº28, Diet and cardiovascular Disease, London. Apud: **Meat Science**, v. 42, p. 443-56.

Dyeberg, J., Bang, H. O. (1979). Homeostatic function and platelet polyunsaturated fatty acids in Eskimos. **Lancet**, v. 1, p. 433-5.

Espíndola Filho, A. (1997). Aproveitamento de resíduos sólidos de pescado como fertilizante marinho. São Paulo. **Tese Mestrado Universidade Mackenzie**, p. 98.

Fagundes, L. A. (2002). Ômega-3 e Ômega-6: O equilíbrio dos ácidos gordurosos na prevenção de doenças. Editora AGE/Fundação de Radioterapia do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 111.

FAO, (2000) - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Estatísticas da Pesca**, Roma, v. 91, p. 141.

FAO, (2003) - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Disposition of world fishery production**, disponível em <http://ftp.fao.org/fi/stat/overview/overview.pdf>. Acessado em Agosto 2005.

FDA, (1995) - Food and drug administration. Bacteriological Analytical Manual 8ed. AOAC International.

Ferreira, M. W., Bressan, M. C., Vieira, J. O., Chalfin, L. T. F., Souza, R., Silveira, L. S. M. (2004). Perfil de ácidos graxos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidas a diferentes métodos de cocção. In: XIX CBCTA - **Ciência e Tecnologia de Alimentos: Estratégia Para o Desenvolvimento**, Recife. Resumos, Cdroom 1.

Firbank, E. C., Minihane, A. M., Leake, D. S., Wright, J. W., Murphy, M. C., Griffin, B. A., Williams, C. M. (2002). Eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid from fish oils: differential associations with lipid responses. **Journal of Nutrition**, v. 87, n. 5, p. 435 - 445.

Folch, J., Lees, M., Stanley, G. H. S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497 – 509.

Franco, G. (1986). Nutrição, Texto Básico e Tabela de Composição Química dos Alimentos, 6 Ed., Livraria Atheneu, Rio de Janeiro.

Galdioli, E. M., Hayashi, C., Faria, A. C. E. A., Soares, C. (2001). Substituição parcial e total da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus*. **Acta Scientarum**, v. 23, p. 835 – 840.

Gatta, P. P., Pirini, M., Testi, S., Vignoli, G., Monetti, P. G. (2000). The influence of different levels of dietary vitamin E in sea bass *Dicentrarchus labrax* flesh quality. **Aquaculture Nutrition**, v. 6, p. 47-52.

Hartman, L., Lago, R. C. A. (1973). Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Laboratory Practice*, London, v. 22, n. 8, p.175-176.

HMSO, (1994). Report on Health and Social Subjects. Department of Health. Nutritional aspects of cardiovascular disease. England, London, v. 46, p. 37-46.

IBAMA, (2004) - Instituto brasileiro do meio ambiente e dos recursos naturais renováveis, Produção brasileira da aquicultura de água doce, por estado e espécie, para o ano de 2003. Disponível em <http://www.presidencia.gov.br/seap/> acessado em 30 de Junho de 2005.

ISO, (1978) – International Organization for Standardization. Geneve, Method ISO 5509.

Jory, D. E., Alceste, C., Cabrera, T. R. (2000). Mercado y comercialización de tilápia en los Estados Unidos de Norte América. **Panorama Aquícola**, v. 5, n. 5, p. 50-53.

Joseph, J.D., & Ackman, R. G. (1992). Capillary column gas chromatography method for analysis of encapsulated fish oil and fish oil ethyl esters: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 75, n. 3, p. 488-506.

Justi, K.C., Hayashi, C., Visentainer, J.V., Souza, N.E., Matsushita, M. (2003). The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis*

niloticus) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. **Food Chemistry**, V. 80, p. 489-493.

Lee, K. W., Lip, G. H. H. (2003). The role of omega 3 fatty acid in the secondary prevention of cardiovascular disease. **Oxford Journal Medicine**, v. 97, n. 7, p. 465-480

Lehninger, A. L., Nelson, D. L., Cox, M. M. (1995). **Princípios de Bioquímica**. 2 Ed., Editora Sarvier, São Paulo, p. 839.

Librelato, F. R., Lopes-Shikida, S. A. R. (2005). Segurança Alimentar: um estudo multidisciplinar da qualidade do filé de tilápia comercializado no município de Toledo-PR. Informe Gepec, v. 9, n. 2, p. 27-50

Lira, G. M., Pereira, W. D., Athayde A. H. (2001). Avaliação da qualidade de peixes comercializados na cidade de Maceió - Al. **Revista Higiene Alimentar**, v. 15, n. 84, p. 67–74, maio.

Lovishin, L. L. (1997). Tilapia farming: a growing worldwide aquaculture industry. In: Simpósio sobre manejo e nutrição de peixes: Piracicaba, *Anais*, CBNA, p.137-164.

Lozano, J. E. (1999). El arte de evaluar los sabores. La alimentación latino americana, v. 33, n. 229, p. 42 – 43.

Maia, E. L. (1992). Otimização da metodologia para caracterização de constituintes lipídicos e determinação da composição em ácidos graxos e aminoácidos em peixes de água doce. Tese de doutorado. FEA/Unicamp, Campinas, SP.

Metcalf, L. D., Schmitz, A. A. (1961). The rapid preparation of fatty acids esters for gas chromatographic analysis. **Analytical Chemistry**, v. 33, p. 363-364.

Morais, C., Aguirre, J. M., Pizzinato, A., Figueiredo, I. B., Paulon, S. R., Kai, M. (1983). Utilização d fauna acompanhante na captura do camarão sete barbas (*xiphopenaeus kroyeri*, Heller) para obtenção de farinha mista de polpa de peixe e arroz. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 217 – 237.

Moreira, A.B., Souza, N.E. Visentainer, J.V., Matsushita, M. (2003). Composição de ácidos graxos e teor de lipídios em cabeças de peixes: Matrinxã (*B. Cephalus*), Piraputanga (*B. Microlepis*) e Piracanjuba (*B. Orbignyanus*) criados em diferentes ambientes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 179 -183.

Moretto, E., Fett, R., Gonzaga, L.V., Kuskoski, E. M. (2002). Introdução à Ciência de Alimentos. Editora da UFSC, Florianópolis, p. 255.

Oetterer, M. (1993). Produção de silagem a partir da biomassa residual do pescado. *Alimentos e Nutrição*, v.5, p. 119-134.

Oetterer, M. (2002). **Industrialização do pescado cultivado**. Livraria e editora Agropecuária, Guaíba, RS, p. 200.

Oliveira, G. F. (2002) Composição dos ácidos graxos da fração lipídica de resíduos industriais da pesca. Trabalho de conclusão apresentado ao curso de oceanografia. Itajaí.

Ogawa, M., Maia, E. L. (1999). **Manual de pesca. Ciência e tecnologia de alimentos**, São Paulo, Editora Varela, v. 1, p. 430.

Ogawa, M., Koike, J. (1987). Manual de Pesca. Associação dos engenheiros de pesca do estado do Ceará, Fortaleza, Ce, p. 799.

Penny, M., William, R. D., Harris, S., Lawrence, J., Appel, M. D. (2002). Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acid, and cardiovascular disease. **Circulation**, v. 106. p. 2747 – 2757.

Papas, A. M. (1999). Diet and antioxidant status. **Food and Chemical Toxicology**, v. 37, p. 999-1007.

Pessatti, M. L. (2001). Aproveitamento dos subprodutos do pescado. Meta 11. Relatório Final de Ações Prioritárias ao Desenvolvimento da Pesca e Aqüicultura no Sul do Brasil, Convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Universidade do Vale do Itajaí, MA/SARC, n. 003/2000.

Pessatti, M. L. (2004). Inventário da geração de resíduos de pescados em Santa Catarina e potenciais aplicações. **Biolatina 2004 & Abrabi 2004**. Centro de Convenções, Salvador, Bahia.

Raharjo, S., Sofos, J.N. (1993). Methodology for measuring malonaldeyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues: A review. **Meat Science**, v. 35, p. 145-169.

RIISPOA, (1997) - Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem animal. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Seção II – Derivado do Pescado, Artigo 466.

Santos, A. B., Melo, J. F. B., Lopes, P. R. S., Malgarim, M. B. (2000). Composição química e rendimento do filé de traíra (*Hoplias malabaricus*). Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Uruguaiana, v. 7/8, n. 1, p. 33-39.

Schmidt, M. A. (2000). **Gorduras inteligentes**. Tradução de Dirceu Henrique Pereira, São Paulo - SP. Editora Roca LTDA, p. 221.

Silva, D. J. (1981). Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos – Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, p. 166

Silva, A. J. I. (2000). Composição lipídica e quantificação dos ácidos graxos poliinsaturados EPA (20:5n-3) e DHA (22:6n-3) de peixes de água doce. Tese de doutorado. FEA/Unicamp, Campinas, SP.

Simopoulos, A. P. (1991). Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 54, p. 438-63.

Simopoulos, A. P., Leaf, A., Salem, N. (1999). Essentially and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 43, p. 127-130.

Simopoulos, A. P. (2002). Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 21, n. 6, p. 495-505.

Souza, M. L. R., Dourado, D. M., Machado, S.D., Buccini, D. F., Jardim, M. I. A., Matias, R., Correia, C., Ferreira, I. C. (2003). Análises da pele de três espécies de peixes: histologia, morfometria e testes de resistência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1551-1559.

Statistica, (1995). Statistica 5.0 software. Stasoft, Tucksá.

Stori, F. T., Bonilha, L. E. C., Pessatti, M. L. (2002). Proposta de aproveitamento dos resíduos das indústrias de beneficiamento de pescado de Santa Catarina com base num sistema gerencial de bolsa de resíduos. In: Social, Inst. Ethos de Empresas e Resp. Econômico, Jornal Valor. Responsabilidade social das empresas. São Paulo, 373-406 (390-397).

Stránsky, K., Jursik, T., Vitek, A. (1997). Standard equivalent chain length values of monoenic and polyenic (methylene interrupted) fatty acids. **Journal of High Resolution Chromatography**, v. 30, p. 143-158

Tanamati, A., Oliveira, C. C., Visentainer, J. V., Matsushita, M., Souza, N. E. (2005). Comparative Study of total lipids in beef using chlorinated solvent and low-toxicity solvent methods. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 82, n. 6, p. 393-397.

Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T., Dugan, L. R. (1960) . A distillation method for quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 37, p. 44 – 48.

Thompson, R. H. (1996). Simplifying fatty acid analyses in multicomponent foods with a standard set of isothermal GLC conditions coupled with ECL determinations. **Journal of Chromatography**, v. 34, p. 495 – 504.

Turon, F., Rwabwogo, B., Baréa, B., Pina, M., Graille, J. (2005). Fatty acid composition of oil extracted from Nile perch (*Lates niloticus*) head. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.18, p.717-722.

Ulu, H. (2004). Evaluation of three 2- thiobarbituric acid methods for the measurement of lipid oxidation in various meats and meat products. (2004). **Meat Science**, v. 67, p. 683-687.

Vandecasteele, C., Block, C. B. (1993). Modern methods for trace element determination. John Wiley & Sons Ltda, 1 Ed., p. 68

Visentainer, J. V.; Hayashi, C., Soares, C. M., Galdioli, M.E., Franco, M.R.B. (2000). Quantificação de ácidos graxos ômega-3 (LNA, EPA E DHA), caracterização físico -químico e composição em ácidos graxos em cabeças de tilápias jovens. **XVII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Fortaleza, CE, p. 5.221.

Visentainer, J.V., Gomes, S.T.M., Silva, A.B.M., Santos-Júnior, O.O., Justi, K.C., Souza, N.E., Hayashi, C., Matsushita, M. 2003a. Composição físico-química e de ácidos graxos em fígados de tilápias (*Oreochromis niloticus*) submetidas as fornecimento de rações diferenciadas à base de óleos de girassol e linhaça. Anais da Associação Brasileira de Química, São Paulo 51 (1), 18-21.

Visentainer, J. V.; Matsushita, M.; Souza, N. E.; Catharino, R. R.; Franco, M. R. B. (2003b). Composição química e de ácidos graxos em tilápias (*Oreochromis*

niloticus) submetidas à dieta prolongada. **Revista Nacional da Carne**, n. 319, p.152-154.

Visentainer, J.V., Gomes, S. T. M., Hayashi, C., Santos Junior, O. O., Silva, A. B. M., Justi, K. C., Souza, N. E. Matsushita, M. (2003c). Efeito do fornecimento de ração suplementada com óleo de linhaça sobre a composição físico-química e de ácidos graxos em cabeças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n. 3, p. 478- 484.

Visentainer, J. V. (2003d). Quantificação dos ácidos graxos poliinsaturados alfa-linolênico (LNA), eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA) em tilápias (*Oreochromis niloticus*) submetidas a diferentes tratamentos com óleo de linhaça. **Tese de doutorado em Química** – Universidade federal de Viçosa.

Visentainer, J. V., Souza, N. E., Matsushita, M., Hayashi, C., Franco, M. R. B. (2005). Influence of diets enriched with flaxseed oil on the α -linoleic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic fatty acids in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Food Chemistry**, v. 90, n. 4, p. 557-560.

Vyncke, W. (1970). Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fett Seifen, Anstrichmittel**, v. 72, n.12, p. 1084-1087.

Zara, R. F. (2005). Qualidade de filés de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos à defumação com extrato aquoso de alecrim (*Rosmarinus officinalis*). Dissertação de mestrado em Química – UEM, Universidade Estadual de Maringá.

Zhou, H. Y., Cheng, E. Y. H., Chank, K. M. (1998). Metal composition in sediments and tilapia collected from Island water of Hong Kong. **Water Research**, v. 32, p. 331-334.

ANEXOS

Tabela 13 - Valores de comprimento equivalente de cadeia, calculados a partir do tempo de retenção corrigido (ECL) de ésteres metílicos de ácidos graxos de amostras de tilápias, padrões e literatura.

	Amostras ^a ± dp	Padrões ± dp ^b	c	d	e	f
14:0	13,98 ± 0,02	13,95 ± 0,00	14,00	14,00	14,00	14,0000 14,000
14:1n-5	14,39 ± 0,02	14,40 ± 0,00	14,45	14,42	14,39	14,4328 14,420
15:0	14,99 ± 0,01	14,98 ± 0,01	14,98	14,99	14,98	15,0000 15,000
15:1n-7	15,39 ± 0,01		15,23	15,35	15,32	15,3368
16:0	16,01 ± 0,00	16,01 ± 0,01	16,00	16,00	16,00	16,0000 16,000
16:1n-7	16,32 ± 0,00	16,33 ± 0,01	16,31	16,30	16,26	16,3120 16,310
16:1n-5	16,41 ± 0,01	16,43 ± 0,01	16,42	16,41	16,37	16,4152 16,417
17:0	17,00 ± 0,01	17,02 ± 0,01	16,99	16,99	16,98	17,0000 17,000
X1	17,17 ± 0,03					
17:1n-9	17,27 ± 0,02	17,33 ± 0,01	17,27	17,26	17,23	17,2507
18:0	18,01 ± 0,00	18,03 ± 0,01	18,00	18,00	18,00	18,0000 18,000
18:1n-9	18,27 ± 0,02	18,27 ± 0,01	18,26	18,24	18,21	18,2334 18,236
18:1n-7	18,32 ± 0,02	18,29 ± 0,01	18,32	18,31	18,26	18,3028 18,301
18:1n-5	18,42 ± 0,02		18,44	18,42	18,40	18,3634 18,423
X2	18,60 ± 0,01					
18:2n-6	18,75 ± 0,01	18,76 ± 0,01	18,74	18,72	18,64	18,7093 18,699
18:3n-6	19,03 ± 0,00	19,08 ± 0,01	19,05	19,04	18,92	19,0252 19,015
18:3n-3	19,37 ± 0,02	19,41 ± 0,01	19,38	19,38	19,25	19,3598 19,347
20:0	20,00 ± 0,01	20,03 ± 0,01	20,00	20,00	20,00	20,0000 20,000
20:1n-9	20,22 ± 0,02	20,25 ± 0,01	20,22	20,22	20,19	20,2157 20,215
X3	20,37 ± 0,02					
20:2n-6	20,72 ± 0,02	20,73 ± 0,01	20,72	20,71	20,62	20,6980 20,686
X4	20,81 ± 0,01					
20:3n-6	20,95 ± 0,02	21,02 ± 0,01	21,00	20,96	20,88	20,9744 20,959
21:0	21,00 ± 0,02	21,02 ± 0,01		21,00		21,0000 21,000
20:4n-6	21,24 ± 0,01	21,24 ± 0,00	21,24	21,24	21,09	21,2014 21,185
20:3n-3	21,39 ± 0,01	21,38 ± 0,01	21,38	21,38	21,24	21,3528 21,337
20:5n-3	21,90 ± 0,01	21,89 ± 0,01	21,90	21,89	21,70	21,8541 21,838
22:0	22,00 ± 0,01	22,00 ± 0,01	22,00	22,00	22,01	22,0000 22,000

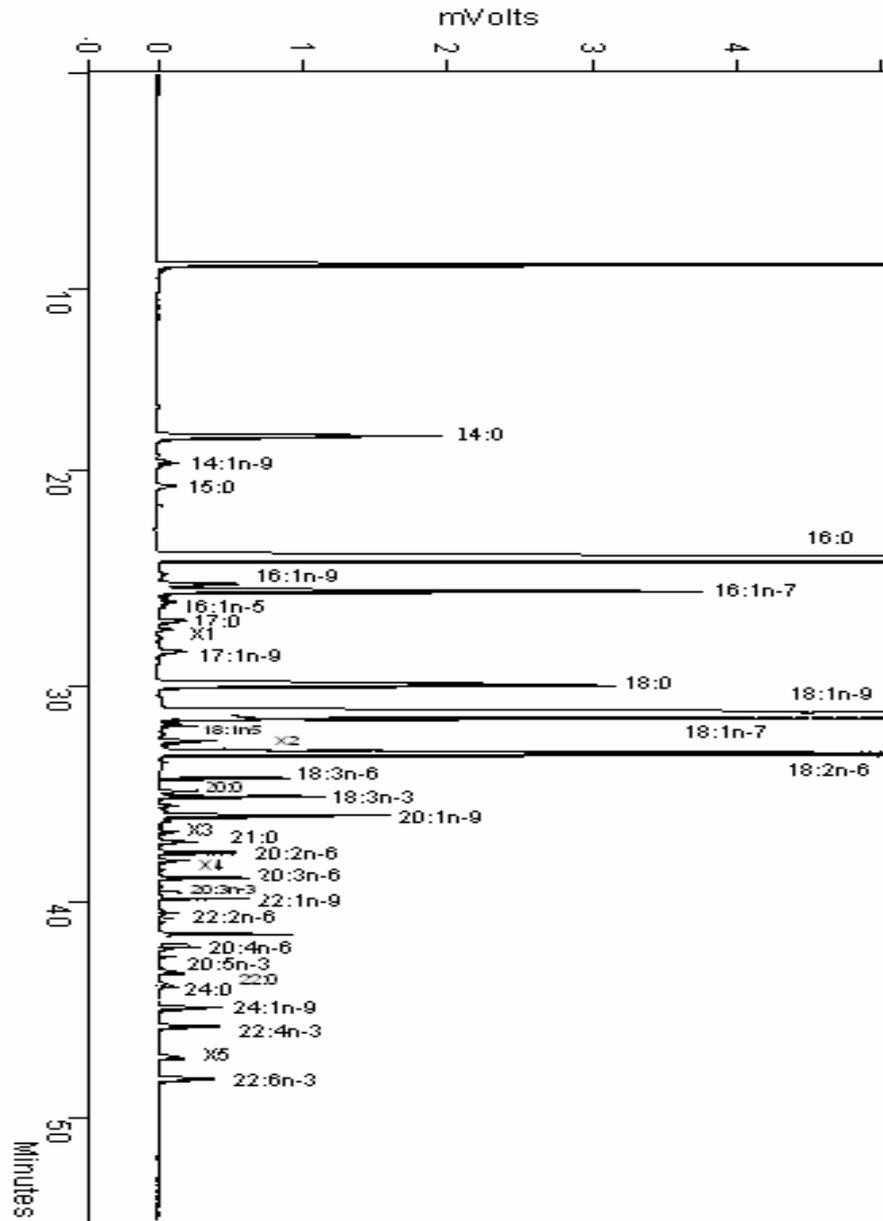
22:1n-9	22,23 ± 0,0	22,21 ± 0,01	22,22	22,22	22,15	22,2066	22,200
22:2n-6	22,67 ± 0,01	22,69 ± 0,01	22,71	22,70		22,6943	22,681
X5	23,65 ± 0,03						
22:5n-3	23,82 ± 0,02		23,90	23,89	23,34	23,8563	23,832
24:0	23,98 ± 0,01	23,96 ± 0,01	24,00	24,00	24,00	24,0000	24,000
22:6n-3	24,13 ± 0,01	24,12 ± 0,01	24,13	24,16	23,54	24,1375	24,119

Valores dos comprimentos equivalentes de cadeia mais desvio padrão. Siglas: X_n, ácido graxo não identificado.

Anexo 1 - Valores de comprimentos equivalentes de cadeia da amostra e da literatura

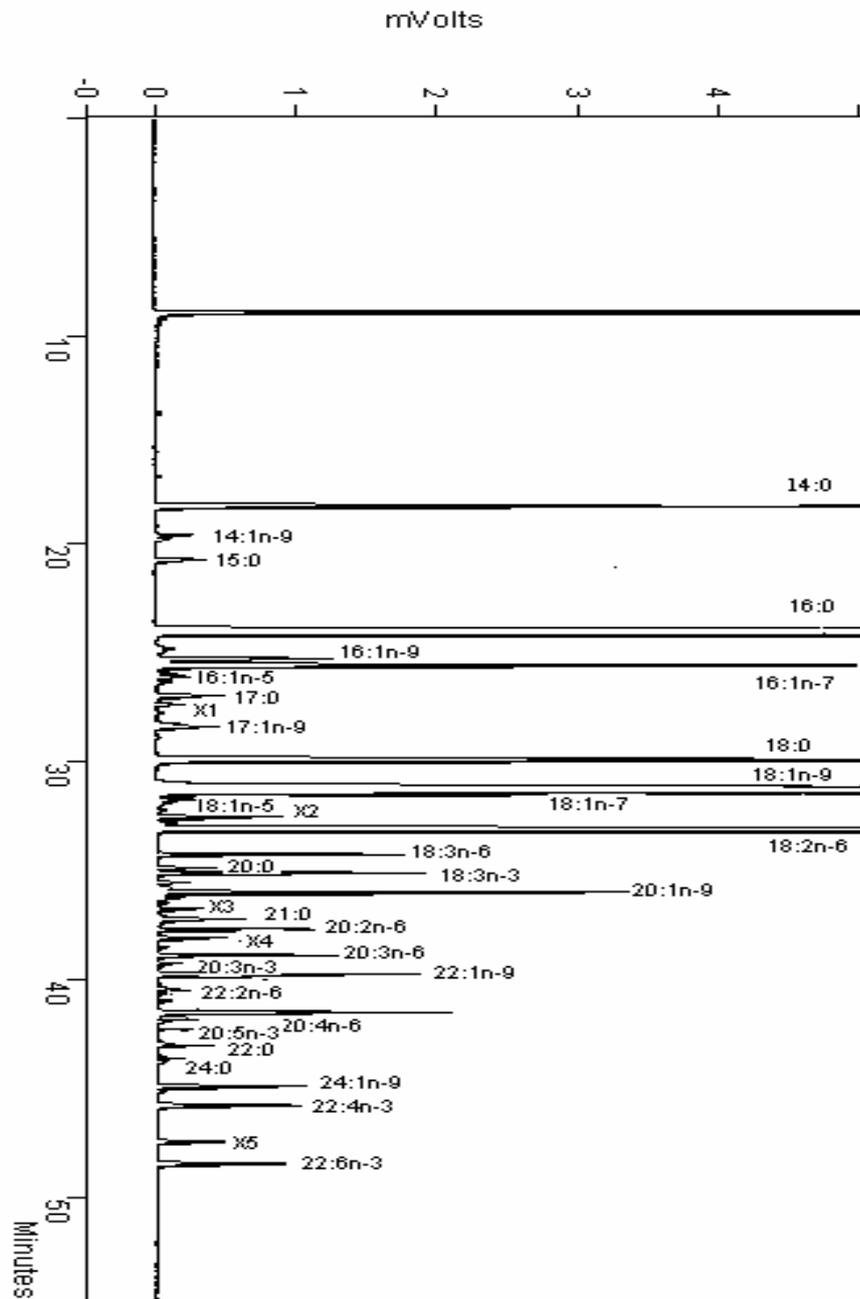
- a- Coluna Carbowax 20M – 50m x 025mm x 0,25µm; 200°C/ isotérmica (condições utilizadas para determinação de ECL neste experimento).
- b- Visentainer, J. V. 2003d. (Coluna DB-WAX 20M- 30m x 025mm x 0,25µm; 200°C/ isotérmica).
- c- Silva, A. J. I. 2000. (Coluna DB-WAX 20M- 30m x 025mm x 0,25µm; 200°C/ isotérmica).
- d- Maia, E. L. 1992. (Coluna DB-WAX 20M- 50m x 025mm x 0,25µm; 200°C/ 42min. e 2°C/min até 210°C).
- e- Strànsky, *et al.*, 1997. Coluna DB-WAX 20M- 30m x 025mm x 0,25µm; 200°C/ isotérmica).
- f- Thompson, R. H. 1996. (Coluna carbowax 20M – 60m x 025mm x 0,25µm; 200°C/ isotérmica).

Figura 9 - Cromatograma dos ésteres metílicos de ácidos graxos das amostras de lipídios totais.



Anexo 2 - Cromatograma de análise de ésteres metílicos de ácidos graxos da amostra da cabeça de tilápia *in natura*.

Figura 10 - Cromatograma dos ésteres metílicos de ácidos graxos das amostras de lipídios totais.



Anexo 3 - Cromatograma de análise de ésteres metílicos de ácidos graxos da amostra da farinha de cabeça de tilápia.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)