

FÁTIMA APARECIDA FERREIRA DE CASTRO

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DE PEIXES DE
ÁGUA DOCE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

FÁTIMA APARECIDA FERREIRA DE CASTRO

AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DE PEIXES DE
ÁGUA DOCE

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 25 de abril de 2003.

Prof^ª. Neuza M. Brunoro Costa
(Conselheira)

Prof^ª. Conceição A. dos Santos Pereira
(Conselheira)

Prof. Marco Túlio Coelho Silva

Prof^ª. Ana Lúcia Salaro

Prof^ª. Helena Maria Pinheiro Sant'Ana
(Orientadora)

Ao meu esposo João Batista.
Aos meus filhos Isabela e João Henrique.
As minhas sobrinhas Tamara e Manuela.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus e aos meus pais, “*in memoriam*”, Nilo e Izabel, e Amin Zacour, pois sem eles não teria chegado até aqui.

A Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realização deste curso na mesma instituição.

Ao Departamento de Nutrição e Saúde pela liberação e todo apoio.

A Professora Helena Maria Pinheiro Sant’Ana, pela orientação e acredito que crescemos juntas.

As Professoras Conceição A. dos Santos Pereira e Neuza Maria Brunoro Costa, e que contribuíram de forma decisiva com sugestões durante todo o processo de treinamento.

A FAPEMIG, pelo financiamento do projeto e oportunidade da aquisição do cromatógrafo a gás para o Departamento de Nutrição e Saúde (UFV).

Ao Professor Jorge Mancini Filho e funcionários do laboratório de lípidos da Universidade de São Paulo (USP), pelas orientações iniciais na elaboração do projeto para a FAPEMIG.

A Professora Céphora Maria Sabarense, pelo carinho e atenção com que me recebeu no laboratório de lípidos da USP.

A Professora Sylvia do Carmo Franceschini, pelo apoio, “algumas” análises estatísticas e amizade.

A Professora Ana Lúcia Salaro, Coordenadora do Setor de Piscicultura do DBA/UFV, pelo fornecimento dos peixes necessários à pesquisa e pelas valiosas sugestões apresentadas.

Ao Professor Marco Túlio da Silva, pelo trabalho de colocar em funcionamento o cromatógrafo e pela colaboração em diversas etapas deste trabalho.

Ao Professor José Benício Paz Chaves, pelas orientações para as análises estatísticas.

Aos Professores do Departamento de Nutrição e Saúde (DNS/UFV), pelo carinho, amizade e apoio em todos os momentos.

Aos funcionários do DNS, em especial os dos laboratórios Sr. Luiz, Terezinha e Ricardo e das secretarias Cleuza, Elaine, Mimorina e Solange, cuja ajuda foi essencial.

A Rosângela Cotta e família, no início tão longes e agora tão presentes.

A Sônia Ribeiro, pela força e empurrão para poder caminhar.

A minha irmã Nágila e família, que vieram de tão longe para viver este momento comigo.

A D. Natividade e Aparecida pelas orações e presenças constantes.

A Turma de Teixeiras, pela compreensão nas ausências e falta de atenção neste período.

A João Batista, Isabela e João Henrique, por todos os momentos, e agora posso dizer a vocês me aguardem estou voltando...

BIOGRAFIA

FÁTIMA APARECIDA FERREIRA DE CASTRO, filha de Nilo Braga Barboza e Izabel Ferreira Leite, nasceu em Três Rios-RJ, a 13 de novembro de 1954.

Em 1981, graduou-se em Nutrição, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG.

Em 1984, conclui o curso de Especialização em Nutrição e Dietética, na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), em Ouro Preto-MG.

Foi professora do Curso de Nutrição da UFOP, de 1982 a 1990.

É professora do Curso de Nutrição da UFV, desde 1991.

Em abril de 2001, iniciou o Programa de Pós Graduação em Ciência da Nutrição, na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese de mestrado em 25 de abril de 2003.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. JUSTIFICATIVA	5
3. OBJETIVOS	6
4. REVISÃO DE LITERATURA	7
4.1. Peixes: Aspectos Gerais e Nutricionais	7
4.2. Influência do Congelamento sobre a Carne de Peixes	12
4.3. Efeito da Cocção sobre a Carne de Peixes	14
4.4. Influência do Congelamento seguido da Cocção sobre a Carne de Peixes	16
5. MATERIAIS E MÉTODOS	17
5.1 Caracterização das Espécies Estudadas	17
5.2. Matéria-Prima	19
5.2.1. Preparo do Peixe Cru	20
5.2.2. Preparo do Peixe Cozido em Calor Seco	20
5.2.3. Preparo do Peixe Cozido em Calor Úmido	21
5.3 Análise da Composição Centesimal	21
5.4. Determinação da Composição em Ácidos Graxos	21
5.4.1. Extração dos Lipídios	21
5.4.2. Preparo dos Ésteres Metílicos	22
5.4.3. Análise dos Ácidos Graxos	23

5.4.4. Identificação e Quantificação	23
5.4.5. Delineamento Experimental	23
5.4.6. Análise Estatística	24
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6.1. Teores de Umidade, Lipídios e Proteínas dos Peixes	26
6.2. Identificação e Perfil dos Ácidos Graxos	27
6.3. Determinação Quantitativa dos Ácidos Graxos nos Peixes.....	36
6.4. Efeito do Tempo de Congelamento sobre Composição dos Ácidos Graxos	57
6.5. Análise dos Ácidos Graxos da Série ω -3 e ω -6 nos Peixes ..	82
7. CONCLUSÕES	92
CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Percentuais de umidade, lipídios e proteínas da carpa comum, tambacu e tilápia do Nilo (média \pm desvio padrão).....	26
Tabela 2. Identificação e tempo de retenção dos ésteres metílicos de 37 ácidos graxos do padrão (Sigma M189198).....	29
Tabela 3. Percentual dos ácidos graxos (AG) da carpa crua, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão)	37
Tabela 4. Percentual dos ácidos graxos (AG) da carpa assada, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão)	41
Tabela 5. Percentual dos ácidos graxos (AG) da carpa cozida a vapor, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão)	43
Tabela 6. Percentual dos ácidos graxos (AG) da tilápia crua, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão)	45
Tabela 7. Percentual dos ácidos graxos (AG) da tilápia assada, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão)	47
Tabela 8. Percentual dos ácidos graxos (AG) da tilápia cozida a vapor, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão)	50

Tabela 9.	Percentual dos ácidos graxos (AG) do tambacu cru, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão)	52
Tabela 10.	Percentual dos ácidos graxos (AG) do tambacu assado, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão)	54
Tabela 11.	Percentual dos ácidos graxos (AG) do tambacu cozido a vapor, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão)	57
Tabela 12.	Percentual dos ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 da carpa em função do tempo de congelamento e método de preparo.....	82
Tabela 13.	Evolução do percentual dos ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 da carpa, em função do tempo de congelamento e modo de preparo	84
Tabela 14.	Percentual dos ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 do tambacú em função do tempo de congelamento e método de preparo	85
Tabela 15.	Evolução do percentual dos ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 do tambacu em função do tempo e modo de preparo	86
Tabela 16.	Percentual dos ácidos graxos da série ω -3 da tilápia em função do tempo de congelamento e método de preparo	87
Tabela 17.	Evolução do percentual dos ácidos graxos da série ω -3 da tilápia, com pele e sem pele em função do tempo e modo de preparo	88
Tabela 18.	Comparação entre carpa, tambacu e tilápia na forma fresca (tempo zero de congelamento), preparados assados e sem pele ..	90

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Carpa comum (<i>Cyprinus carpio</i>)	17
Figura 2. Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	18
Figura 3. Híbrido Tambacu (tambaqui, <i>Colossoma macropomum</i> e pacu <i>Piaractus mesopotamicus</i>)	19
Figura 4. Perfil cromatográfico do padrão de ésteres metílicos	28
Figura 5. Perfil cromatográfico obtido para amostra de carpa comum, crua sem pele, fresca (tempo zero de congelamento)	30
Figura 6. Perfil cromatográfico obtido para amostra de carpa comum, crua sem pele, fresca (tempo zero de congelamento)	31
Figura 7. Perfil cromatográfico obtido para amostra de tilápia do Nilo, crua com pele, fresca (tempo zero de congelamento)	32
Figura 8. Perfil cromatográfico obtido para amostra de tilápia do Nilo, crua sem pele, fresca (tempo zero de congelamento)	33
Figura 9. Perfil cromatográfico obtido para amostra de tambacu, cru com pele, fresca (tempo zero de congelamento)	34
Figura 10. Perfil cromatográfico obtido para amostra de tambacu, cru sem pele, fresca (tempo zero de congelamento)	35

Figura 11.	Percentuais de ácidos graxos da carpa crua, com pele, submetida a diferentes tempos de congelamento	58
Figura 12.	Percentuais de ácidos graxos da carpa crua, sem pele, submetida a diferentes tempos de congelamento	59
Figura 13.	Percentuais de ácidos graxos da carpa assada, com pele, submetida a diferentes tempos de congelamento	60
Figura 14.	Percentuais de ácidos graxos da carpa assada, sem pele, submetida a diferentes tempos de congelamento	61
Figura 15.	Percentuais de ácidos graxos da carpa cozida a vapor, com pele, submetida a diferentes tempos de congelamento	62
Figura 16.	Percentuais de ácidos graxos da carpa cozida a vapor, sem pele, submetida a diferentes tempos de congelamento	63
Figura 17.	Comparação da composição de ácidos graxos da carpa com pele submetida a diferentes tratamentos .	64
Figura 18.	Comparação da composição de ácidos graxos da carpa sem pele submetida a diferentes tratamentos .	65
Figura 19.	Percentuais de ácidos graxos da tilápia do Nilo crua, com pele, submetida a diferentes tempos de congelamento	66
Figura 20.	Percentuais de ácidos graxos da tilápia do Nilo crua, sem pele, submetida a diferentes tempos de congelamento	67
Figura 21.	Percentuais de ácidos graxos da tilápia do Nilo assada, com pele, submetida a diferentes tempos de congelamento	68
Figura 22.	Percentuais de ácidos graxos da tilápia do Nilo assada, sem pele, submetida a diferentes tempos de congelamento	69
Figura 23.	Percentuais de ácidos graxos da tilápia do Nilo cozida a vapor, com pele, submetida a diferentes tempos de congelamento	70

Figura 24.	Percentuais de ácidos graxos da tilápia do Nilo cozida a vapor, sem pele, submetida a diferentes tempos de congelamento	71
Figura 25.	Comparação da composição de ácidos graxos da tilápia do Nilo com pele submetida a diferentes tratamentos	72
Figura 26.	Comparação da composição de ácidos graxos da tilápia do Nilo sem pele submetida a diferentes tratamentos	73
Figura 27.	Percentuais de ácidos graxos do tambacu cru, com pele, submetido a diferentes tempos de congelamento	74
Figura 28.	Percentuais de ácidos graxos do tambacu cru, sem pele, submetido a diferentes tempos de congelamento	75
Figura 29.	Percentuais de ácidos graxos do tambacu assado, com pele, submetido a diferentes tempos de congelamento	76
Figura 30.	Percentuais de ácidos graxos do tambacu assado, sem pele, submetido a diferentes tempos de congelamento	77
Figura 31.	Percentuais de ácidos graxos do tambacu cozido a vapor, com pele, submetido a diferentes tempos de congelamento	78
Figura 32.	Percentuais de ácidos graxos do tambacu cozido a vapor, sem pele, submetido a diferentes tempos de congelamento	79
Figura 33.	Comparação da composição de ácidos graxos do tambacu com pele submetida a diferentes tratamentos	80
Figura 34.	Comparação da composição de ácidos graxos do tambacu sem pele submetida a diferentes tratamentos	81

RESUMO

CASTRO, Fátima Aparecida Ferreira de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2003. **Avaliação da composição de ácidos graxos de peixes de água doce.** Orientadora: Helena Maria Pinheiro Sant'Ana. Conselheiras: Neuza Maria Brunoro Costa e Conceição Angelina dos Santos Pereira.

Foram determinadas as composições dos ácidos graxos de três peixes de água doce (tilápia do Nilo - *Oreochromis niloticus*; carpa comum - *Cyprinus carpio* e híbrido tambacu: tambaqui - *Colossoma macropomum* e pacu - *Piaractus mesopotamicus*). Os peixes foram avaliados na forma crua, assada e cozida à vapor, com pele e sem pele, nos tempos 0, 15, 30 e 45 dias de armazenamento sob congelamento. Os lipídios foram extraídos pelo método de Folch et al. (1957), esterificados pelo método Hartman e Lago (1973) e analisados por cromatografia gasosa (CG). Os ácidos palmítico (16:0) e oléico (18:1) foram os ácidos graxos presentes em maior proporção nos peixes estudados, considerando-se os tempos de estocagem e os modos de cocção. Foram verificados altos percentuais de ácidos graxos saturados (em média, 43,3 e 37,4%) para tilápia e tambacu, respectivamente) e monoinsaturados (em média 53,8%) para carpa. Os ácidos graxos polinsaturados foram encontrados em menor percentual (em média 17,5%) para tilápia. De maneira geral, a composição de ácidos graxos dos três peixes avaliados não apresentaram grandes variações em função do tempo de congelamento e do modo de preparo. Por outro lado, os percentuais dos ácidos graxos aumentaram com a retirada da pele, em todos os tempos de estocagem sob congelamento e modos de cocção. Os maiores percentuais de ácidos graxos polinsaturados foram encontrados na carpa assada, com e sem pele (23,3 a 27,3%); na tilápia cozida à vapor, com e sem pele (26,2 a 35,1%) e no tambacu cozido à vapor, com e sem pele (27,1 a 35,5%) após 45 dias de estocagem sob congelamento, indicando que a cocção e o congelamento exerceram um efeito positivo sobre o percentual deste grupo de ácidos graxos, de grande importância para a saúde humana. Os

maiores percentuais de DHA e EPA foram encontrados nos peixes submetidos à cocção (úmida e seca), indicando que os métodos de cocção utilizados tiveram efeito positivo sobre os principais ácidos graxos polinsaturados da série ω -3. Concluiu-se que, dentre os peixes estudados, a tilápia, apesar do menor percentual de ácidos graxos polinsaturados encontrado, mostrou-se a mais promissora para a prescrição de dietas que requerem baixo teor de lipídios (0,79%), além de uma relação mais elevada entre os ácidos graxos da série ω -3/ ω -6 (0,84).

ABSTRACT

CASTRO, Fátima Aparecida Ferreira de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, April, 2003. **Evaluation of fatty acid composition of fresh water fish.** Advisor: Helena Maria Pinheiro Sant'Ana. Committee Members: Neuza Maria Brunoro Costa and Conceição Angelina dos Santos Pereira.

The fatty acid composition of three fresh water fishes was determined (Nile tilapia - *Oreochromis niloticus*; common carp - *Cyprinus carpio* and the hybrid tambacu: tambaqui - *Colossoma macropomum* with pacu - *Piaractus mesopotamicus*). Raw, steamed and roasted fishes were evaluated with or without skin at 0, 15, 30 and 45 days of freezing storage. The lipids were extracted by the method of Folch et al. (1957). Then, they were saponified by the method of Hartman and Lago (1973) and further analysed by gas chromatography (GC). Palmitic (16:0) and oleic (18:1) acids were found in the highest proportion in the fishes studied, irrespective to the cooking processes and the storage time. High levels of saturated fatty acids were found for tilapia and tambacu (43.3 and 37.4% on average, respectively) and monounsaturated fatty acids for carp (53.8% on average). Tilapia showed the lowest levels of polyunsaturated fatty acids - PUFA (17.5% on average). In general, the fish fatty acid composition did not change considerably due to either the cooking process or the freezing storage time. On the other hand, the fatty acid content increased with the skin removal, regardless to the cooking or the storage process. PUFA were found in higher concentrations in roasted carp (23.3 to 27.3%); steamed tilapia (26.2 to 35.1%) and in steamed tambacu (27.1 to 35.5%), with or without skin, after 45 days of freezing storage. This indicates that cooking and freezing improve the levels of PUFA, which are considered to exert a beneficial effect on human health. The higher levels of DHA and EPA were found in processed fishes (roasted or steamed), which suggests the positive effect of cooking in ω -3 PUFA. Among the fishes analysed, tilapia, although have shown the lowest PUFA level, seems to be the most promising fish for low-fat diet prescription (0.79%), with the highest ω -3/ ω -6 ratio (0.84).

1. INTRODUÇÃO

O papel dos óleos e gorduras na nutrição humana é uma área de grande interesse de pesquisas no campo da ciência da nutrição. O resultado destas pesquisas tem conseqüências de grande alcance para os consumidores, para os profissionais das áreas da saúde e nutrição, assim como para os produtores, fabricantes e distribuidores de alimentos.

Tanto na literatura científica como nos meios de comunicações de massa, surgem constantemente novas informações relacionadas com os benefícios e riscos associados a determinados aspectos das gorduras na alimentação. As controvérsias sobre estes resultados vão evoluindo periodicamente. Selecionar entre todos os questionamentos, entre os estudos infundados, entre os interesses tendenciosos na busca de uma validação científica constitui um desafio para os pesquisadores. Esta é, todavia, uma tarefa essencial, já que uma mudança de pontos de vista sobre os efeitos dos óleos e gorduras na alimentação pode influir profundamente no consumo de diversos alimentos e, em última instância, no estado nutricional e da saúde, na produção agrícola, nas tecnologias dos alimentos, nos estudos de mercado e educação nutricional (CONNOR, 2001).

É essencial para a saúde ingerir quantidades adequadas de gorduras. Além de contribuir e satisfazer às necessidades energéticas, o consumo de gorduras deve ser suficiente para garantir as necessidades de ácidos graxos essenciais e vitamina lipossolúveis.

Nos últimos anos, a constatação de que as populações que consomem pescado apresentam uma baixa incidência de doenças coronarianas tem despertado grande interesse pelos óleos de peixes, que são as principais fontes de ácido eicosapentaenóico (EPA) e do ácido docosahexaenóico (DHA) (HUNTER e ROBERTS, 2000). Pesquisas recentes têm demonstrado que óleos de peixes impedem e ajudam a melhorar ou reverter a aterosclerose, a angina, o ataque cardíaco, a arritmia e doenças vasculares periféricas, pois ajudam a manter a elasticidade da parede arterial, impedem a coagulação do sangue,

reduzem a pressão arterial e estabilizam o ritmo do coração (SIMOPOULOS, 1991 e CONNOR, 2000).

Os peixes são excelentes alimentos para a população humana. A carne de pescado apresenta quantidades de proteína similar às carnes bovina, suína e de aves. Por apresentar menor teor de tecido conjuntivo (apenas 3% do tecido muscular), a carne veicula proteína de qualidade superior às outras carnes. O teor de lipídios da porção comestível dos pescados varia de 0,5 a 25%, classificando-os em peixes magros, até 5% e gordos, acima de 5%. Quanto à composição em ácidos graxos, a literatura tem ressaltado como melhores fontes de polinsaturados da série ômega-3 (PUFA ω -3) os peixes de água gelada, como a truta e o salmão. Entretanto, sabe-se que a composição em ácidos graxos dos lipídios dos peixes pode variar dentro da mesma espécie, dependendo de fatores ambientais (BADOLATO et al., 1991).

A dieta humana utiliza, basicamente, como fonte de proteínas de alto valor biológico (AVB) carnes vermelhas e produtos lácteos que possuem em sua composição química os ácidos graxos saturados e colesterol. Assim, o consumo de tais proteínas está associado aos riscos de doenças cardiovasculares, pois pesquisas comprovam que o consumo elevado de gorduras saturadas e colesterol predispõem a lesões ateroscleróticas (FUENTES, 1998; HU et al., 1999; CONNOR, 1999; ERITSLAND, 2000; HU et al., 2001).

Diante dessas evidências, comitês de especialistas elaboram guias dietéticos, visando a promoção da saúde e prevenção de doenças e alertam as populações para a necessidade de diminuir o consumo de gordura saturada e manter, na dieta, a relação P/S (ácidos graxos polinsaturados/ácidos graxos saturados) igual a 1 (FAO/OMS, 1997).

O efeito benéfico do consumo de peixe, na prevenção de doenças cardiovasculares, foi sugerido a partir de evidências epidemiológicas na população de esquimós, os quais apesar de ingerirem dietas com elevado teor de lipídios, apresentam baixa incidência de infarto do miocárdio e aterosclerose (CONNOR, 2001; SIMOPOULOS, 2001). Embora a baixa incidência de doenças cardiovasculares entre a população de esquimós tenha sido atribuída à elevada ingestão de ácidos graxos polinsaturados,

principal constituinte dos lipídios de peixes, outros fatores ambientais de risco e de proteção estão associados à instalação da doença (WHITEMAN et al., 1997; BITTNER, 2002). Entre os fatores de risco são citados, por exemplo, atividade física, fatores psicossociais, consumo de álcool, tabagismo e estado nutricional de algumas vitaminas como B₁₂, ácido fólico, vitamina E e C e minerais como zinco, cobre, selênio (BITTNER, 2002).

Este efeito protetor do óleo de peixe tem sido atribuído aos PUFA ω -3. Estas observações constituem um marco na Ciência da Nutrição, pois até então, o excesso de lipídios dietéticos, apesar de serem nutrientes energéticos, era considerado um fator de risco para saúde. Preocupava-se em reduzir a ingestão total de lipídios e ainda, substituir os de origem animal por vegetal, o que, conseqüentemente, causa diminuição da ingestão de proteínas de AVB. A partir de então, surgiram inúmeras pesquisas com o objetivo de avaliar a composição dos lipídios de diversas fontes alimentares e conhecer os efeitos fisiológicos dos mesmos (MAIA et al., 1994; BADOLATO et al., 1994; ANDRADE et al., 1995; SIMÕES et al., 1998; PUWASTIEN et al., 1999; HUNTER e ROBERTS, 2000).

Sabe-se, atualmente que, além de proteger contra as doenças cardiovasculares, os PUFA ω -3, mais especificamente o ácido eicosapentaenóico (EPA, C20:5 ω -3), apresentam efeitos fisiológicos diversos. Outros estudos têm observado efeitos benéficos dos PUFA ω -3 no estado imunológico, no tratamento de doenças, como asma, lupus eritomatoso, artrite, colite ulcerativa e doença de Crohn. Redução do crescimento de certos tumores tem sido observada em animais modelos alimentados com dietas suplementados com óleo de peixe (WEAVER e HOLOB, 1988; SIMOPOULOS, 1991; LINKP et al., 1996; HUNTER e ROBERTS, 2000; SIMOPOULOS, 2001).

Além disso, os PUFA ω -3 são precursores de outras substâncias muito importantes, como as prostaglandinas – um potente vasodilatador (reduz a tensão arterial) e leucotrienos – mediador dos linfócitos T (células de defesa). Por isso, estão relacionados com efeitos antiinflamatórios,

com inibição da aterogênese (formação de ateromas que obstruem as veias) e com os menores níveis de pressão arterial, triglicérides, colesterol e lipoproteínas (CHIARA et al., 2002).

A partir destas pesquisas, aumentou o interesse pelo conhecimento da composição dos lipídios dos peixes consumidos nas diversas regiões do Brasil, para aprofundar os estudos sobre seus efeitos fisiológicos.

Poucos estudos foram realizados com os peixes de água doce produzidos e consumidos no estado de Minas Gerais, principalmente no que diz respeito ao teor e a composição de lipídios totais e PUFA. Sabe-se que existem várias estações de criação trabalhando com as espécies: pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macroponum*) e seus híbridos tambacú, carpa chinesa (*Cyprinus carpis*), carpa comum (*Cyprinus carpio*) e tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), não existindo, no entanto, dados de consumo pela população.

Neste sentido, destaca-se a relevância deste trabalho no sentido de estudar a composição dos lipídios de alguns peixes produzidos e consumidos no estado de Minas Gerais, além do interesse em avaliar a influência das condições de manejo sobre o teor e composição dos lipídios.

O aumento dos conhecimentos sobre o valor nutritivo da carne do peixe, especialmente quanto ao teor e composição dos lipídios, facilitará a prescrição de dietas com teores conhecidos de PUFA ω -3, motivando o consumo desta carne. A informação sobre esses teores propiciará a ampliação dos conhecimentos dos seus efeitos fisiológicos e possibilitará o aumento da ingestão dietética de PUFA ω -3, visando a melhoria do estado de saúde da população.

2. JUSTIFICATIVA

A Ciência da Nutrição nos últimos anos teve vários avanços, e muitas práticas alternativas foram lançadas na mídia, dentre elas pode-se citar o uso de alimentos “diet”, “light”, ricos em antioxidantes, intensificadores de massa muscular e para melhorar a “performance” física.

No entanto, muitos desses efeitos devem ser pesquisados com mais rigor científico, pois o uso indiscriminado de determinados nutrientes pode acarretar danos irrecuperáveis ao organismo.

Sabe-se que a ingestão de ácido graxo ω -3 parece trazer grandes benefícios para o organismo humano, uma vez que seu papel fisiológico está intimamente relacionado com a melhoria do sistema imunológico, bem como do controle da pressão arterial e outros possíveis efeitos.

Pouco se conhece da composição em ácidos graxos de peixes brasileiros, apesar do potencial pesqueiro nacional, refletido pela extensa costa litorânea e pelas bacias hidrográficas do território nacional.

A área de Dietética necessita de tabelas que forneçam as quantidades e a qualidade dos lipídios existentes nos alimentos. Tabelas existentes fornecem dados de aproximadamente 25 tipos de peixe de água doce, com altos teores de lipídios, porém sem especificar a qualidade dos seus ácidos graxos. Torna-se, imprescindível, pois a avaliação dos teores de ácidos graxos existentes nos peixes de interesse para a Nutrição.

Com o conhecimento e a divulgação da alta qualidade do peixe como alimento, sua inclusão regular na dieta vem sendo cada vez mais recomendada pelos profissionais de saúde e, conseqüentemente, seu consumo tem aumentado. No entanto, em muitos países como o Brasil, a utilização de peixe ainda é considerada muito baixa, comparada às carnes bovinas, suínas e de aves. O incentivo ao seu consumo tem sido defendido como uma alternativa para a inclusão de proteína de alto valor biológico (AVB) na dieta da população.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

- ♦ Avaliar a composição dos lipídios de peixes de água doce frescos, submetidos ao congelamento e à cocção.

3.2. Objetivos Específicos

- ♦ Analisar a composição dos ácidos graxos de cada peixe, com pele e sem pele;
- ♦ Avaliar o efeito de diferentes tempos de congelamento (15, 30 e 45 dias) sobre a composição dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados, polinsaturados;
- ♦ Avaliar o efeito de métodos de preparo (calor seco e calor úmido) sobre a composição dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados, polinsaturados;
- ♦ Avaliar o efeito dos tratamentos (retirada ou não da pele, congelamento e cocção) sobre os ácidos graxos da série ω -3 e ω -6;

Determinar a relação obtida para os ácidos graxos da série ω -3/ ω -6 nos peixes estudados.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Peixes: Aspectos Gerais e Nutricionais

O peixe, na pirâmide alimentar, é classificado, principalmente, como alimento protéico, no entanto pode vincular uma quantidade razoável de lipídios, que desempenham inúmeras funções biológicas, que semelhante às proteínas, são imprescindíveis ao crescimento e desenvolvimento do organismo humano (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 1998).

Para o homem, o ácido linoléico (C18:2 ω -6) e ácido linolênico (C18:3 ω -3) são ácidos graxos essenciais (AGEs) e conseqüentemente requeridos na dieta. Existem duas grandes funções dos AGEs para o homem. Os ácidos graxos polinsaturados da série ω -3 e ω -6 (PUFAs) estão, preferencialmente, incorporados nos fosfolipídios das membranas celulares onde desempenham importantes papéis estruturais e funcionais. Alterações em seus níveis podem causar mudanças na fluidez da membrana e podem afetar a atividade da enzima de interações receptor-ligante, interações de célula-célula, como também o transporte de nutrientes pela membrana. Os AGEs são precursores para um grupo de moléculas de 20 carbonos chamado de eicosanóides (prostaglandinas e tromboxanos). Os tromboxanos facilitam a agregação plaquetária, enquanto as prostaglandinas atuam inversamente. O seu equilíbrio tem sido considerado importante para a adequada função cardiovascular; na aterosclerose (doença cardiovascular com maior ocorrência em todo mundo) ocorre formação de placa fibrogordurosa (ateroma), resultante de agregação plaquetária (CHIARA et al., 2002).

A quantidade de gordura dos peixes varia de 0,5 a 25%, acumuladas, principalmente, na camada subepitelial (BADOLATO et al., 1994). Esta quantidade pode ser influenciada por diversos fatores como tipo de alimentação disponível, idade, sexo, temperatura da água,

salinidade e estação do ano (BADOLATO et al., 1991; HYVONEN e KOIVISTOINEN, 1994; SORIGUER et al., 1996).

Os teores variáveis de gordura trazem problemas nas orientações nutricionais e para a indústria na rotulagem dos alimentos à base de peixe, pois exigem conhecimentos do teor de lipídios (HYVONEN e KOIVISTOINEN, 1994). Os valores obtidos em pesquisas são divulgados como teores médios de lipídios totais e não em suas frações.

A classificação dos peixes como gordos ou magros é feita em função do conteúdo de lipídios totais dos peixes. Peixes contendo até 5% de lipídios totais são considerados magros, e acima desse valor, peixes gordos (PENFIELD e CAMPBELL, 1990). Diferenças podem ser encontradas nos teores de lipídios de uma mesma espécie, o que tem sido explicado pela grande variabilidade da composição e por diferentes metodologias ou tamanhos de peixes utilizados nos estudos realizados (MAIA e RODRIGUES-AMAYA, 1992; BADOLATO et al., 1994).

Já a classificação como de água salgada ou doce é feita em função da sua origem. Os peixes cultivados em tanques de criação, bem como os encontrados em rios, lagos e açudes são classificados como peixe de água doce (SOUZA e FILHO, 1986).

Apesar da diversidade da ictiofauna e da grande bacia hidrográfica brasileira, existe uma carência muito grande nos dados de composição dos ácidos graxos (AG) dos peixes (MAIA et al., 1994), ao contrário de países da Europa e Ásia, que já possuem pesquisas bem avançadas sobre o perfil de AG de espécies comumente consumidas (SANDERS, 2000; KRIS-ETHERTON et al., 2000; SUGANO e HIRAHARA, 2000).

O consumo de peixe no Brasil é um dos mais baixos do mundo (SOUZA e FILHO, 1986; SIMÕES et al., 1998). Dentre os vários fatores que contribuem para o baixo consumo estão a falta de conhecimento do valor nutritivo e os hábitos alimentares da população (PENFIELD e CAMPBELL, 1990; RANKEN, 1993). A utilização de peixes no país é tradicionalmente baseada em espécies de água salgada (MAIA et al., 1994), e em Minas Gerais, principalmente na Zona da Mata a distância do litoral e inexistência de grandes rios dificultam a inclusão de peixes nos hábitos alimentares e resultando no baixo consumo de pescado.

O aumento na produção e o consumo de espécies de água doce no Brasil, embora menor que de água salgada, foi observado na década de 80 (IBGE, 1990 citado por MAIA et al., 1994). Essa elevação seguiu a uma tendência mundial, mas o consumo gira em torno de apenas 10% do total de carnes (POTTER, 1986).

Dentre alguns fatores que contribuíram para aumentar a produção e consumo estão a piscicultura esportiva e de lazer, os atuais “Pesque e Pague”, que principalmente no interior mineiro tem aumentado a oferta; os avanços tecnológicos industriais que estão proporcionando ao consumidor peixes de várias procedências na forma congelada e os profissionais da área de nutrição que incentivam o consumo mostrando os benefícios para a saúde.

Por diferirem estruturalmente de outros tipos de lipídios, os óleos de peixe têm sido alvo de muitos estudos nos últimos anos. Estes óleos são fontes importantes de PUFAs ω -3 como o ácido docosahexaenóico (DHA) e o ácido eicosapentaenóico (EPA) que são elementos essenciais na nutrição humana (CONNOR, 2000),

Os PUFAs da família ω -6 e ω -3 não podem ser sintetizados pelo homem e devem ser obtidos da dieta. Os PUFAs mais comuns são os ácidos linoléico, α -linolênico, EPA e DHA encontrados principalmente em óleos de peixe. O ácido linoléico é da série ω -6, enquanto o α -linolênico, EPA e DHA são da série ω -3. A natureza insaturada dos PUFAs os torna propensos à oxidação que dá origem ao ranço. A reação de peroxidação dos lipídios pode dar origem à aterosclerose, câncer e inflamações; portanto recomenda-se uma ingestão de antioxidante, principalmente vitamina E, se a ingestão de PUFAs for acima de 10% da ingestão calórica diária (ERITSLAND, 2000).

Pesquisadores do *National Institutes of Health* (2000) demonstraram como é convertido o ácido α -linolênico (ALA) para EPA no organismo. Estudaram oito indivíduos saudáveis que foram alimentados com uma dieta padrão por três semanas e, a seguir 1 g de ALA marcado com isótopos. A dieta era à base de carne bovina, para evitar fontes estranhas de EPA e DHA. Avaliaram as concentrações no sangue de

ALA, EPA e DHA após a ingestão por 8, 24, 48, 72, 96 e 168 h. Os resultados mostraram que aproximadamente 0,2% do ALA foi convertido a EPA e que aproximadamente 23% do EPA estava disponível para a conversão a DHA. O tempo que leva para reduzir a concentração inicial em 50% (meia-vida) do ALA no plasma é bastante baixo, aproximadamente uma hora. A redução da concentração inicial em 50% do EPA foi de 67% e do DHA foi de 20%. Concluíram que o ALA não é uma fonte viável de EPA e DHA e não pode substituir peixe e óleo de peixe na dieta (PAWLOSKY, 2001).

O DHA é um componente vital nos fosfolipídios das membranas celulares, abundante principalmente no cérebro, retina e esperma (CONNOR, 2000). O EPA pode ser sintetizado a partir do ALA. Por outro lado, estudos realizados por PEPPING (1999) mostraram que a síntese de DHA é muito mais difícil e que deve ser obtido diretamente da dieta. PAWLOSKY (2001) utilizou ALA extraído de linhaça e óleo de linhaça e observou que os 18 carbonos podem ser convertidos a EPA no fígado pela adição de 2 átomos de carbono.

Para uma dieta ter efeito benéfico, a relação entre ω -6 (linoléico) e ω -3 (linolênico) deve ser de 2:1 a 4:1. No entanto na dieta típica ocidental a relação pode chegar a 20:1 a 25:1. O excesso de ω -6 pode levar a formação de coágulos sanguíneos, alergias, inflamações e crescimento acelerado de células cancerígenas (PEPPING, 1999; KRIS-ETHERTON e LAWRENCE, 2003).

Entre os AG ω -3, tem sido demonstrado que os ácidos EPA e DHA exercem os maiores efeitos benéficos a saúde. Tanto o EPA quanto o DHA são característicos de óleos de peixes, não ocorrendo em outros lipídios em quantidades além de traços (BADOLATO et al., 1991).

No entanto, diferenças no teor de ω -3 são encontradas entre as diversas espécies, sendo que são consideradas melhores fontes os peixes de águas salgadas, frias e profundas e peixes de água doce e fria (ZAMULA, 1986). Dados da literatura demonstram que peixes de climas frios a temperados apresentam maiores teores de PUFAs, e conseqüentemente, de ω -3 e ω -6 (MAIA et al., 1994; PUWASTIEN et al.,

1999). Esse fato pode ser explicado pela maior necessidade que esses peixes têm de PUFAs para tolerar baixas temperaturas. Podem ser esperadas então, menores concentrações de PUFAs (entre eles os ω -3 EPA, DHA e os ω -6) em peixes de águas tropicais (ARMSTRONG et al., 1991; MAIA et al., 1994).

BADOLATO et al. (1991), estudando a composição de ácidos graxos de 5 espécies de peixes marinhos, do litoral sul brasileiro, nas diferentes estações do ano, observaram que o teor dos mesmos não foi afetado sistematicamente pela variação sazonal, apesar de algumas flutuações. Dos peixes estudados, todos com teores de lipídios inferiores a 5%, a sardinha verdadeira (*Sardinella brasilienses*) e o peixe-porco (*Balistes carolinensis*) apresentaram os maiores teores de PUFA ω -3, variando de 24,1 a 34,1 g/100g de ácidos graxos e 9,5 a 24,1 g/100g de ácidos graxos, respectivamente.

ANDRADE et al. (1995), investigando o conteúdo dos lipídios de peixes de água doce, comumente consumidos no sul do Brasil, observaram que dos 17 peixes avaliados, a traíra (*Hoplias malabaricus*) apresentou menor teor de lipídios (0,27%) e os peixes barbado (*Pirirampus pirirampu*) e o pacu (*Colossoma mitrei*) apresentaram os teores mais elevados, aproximadamente 20%. A truta (*Salinus sp.*) apresentou maior quantidade de ácido graxo polinsaturado ω -3 (28%), sendo que o peixe dourado (*Salminus maxillosus*), jurupora (*Hemisorubim plathyinchos*), corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e cascudo-cachorro (*Pterodoras granulosus*) apresentaram teores de aproximadamente 20%.

SUZUKI et al. (1986), pesquisando a composição de AG entre peixes cultivados e de vida livre, observaram que algumas espécies como a carpa comum, apresentaram maior teor de EPA e maior proporção de ω -3/ ω -6 quando em vida livres e maior quantidade de ácido linoléico (18:2 ω -6) quando cultivados.

As espécies de peixes de água doces comparadas com as espécies de água salgadas contêm maiores teores de PUFAs ω -6, especialmente os ácidos linoléico e araquidônico, mas contêm também quantidades substanciais de ω -3 EPA e DHA. A razão ω -3/ ω -6 é muito

mais baixa para peixes de água doce (0,5 a 4) do que para os de água salgada (4,7 a 14,4) (MAIA et al., 1994; STEFFENS, 1997).

Estudo sobre o perfil de AG feito por ANDRADE et al. (1995) em dezessete espécies de peixes de água doce no Sul do Brasil, encontrou teores de ácidos graxos saturados (AGS) variando entre 26 a 51% e de PUFA's entre 5 a 45%. O mesmo estudo detectou maiores quantidades de DHA em relação a EPA. Espécies como pacu, carpa e tilápia apresentaram 18,3; 1,19 e 2,86% de lipídios totais, respectivamente.

Considerando esses dados, ACKMAM (1996) afirmou que peixes de água doce podem ser de grande utilização na dieta da população brasileira, uma vez que veiculam lipídios contendo AG importantes, como os ácidos araquidônico e DHA, que são essenciais para o desenvolvimento cerebral na vida fetal e na infância, entre outras funções fisiológicas importantes.

É importante destacar que os resultados obtidos por BADOLATO et al. (1991), mostrando a não influência sazonal sobre a composição dos lipídios de peixe do litoral sul do Brasil, não podem servir de desmotivação para a realização de pesquisas que avaliem a influência dos fatores ambientais no teor de ácidos graxos dos tecidos de peixes. Existem estudos na literatura (MAIA et al., 1994; PUWASTIEN et al., 1999) que enfocam a possibilidade de que os peixes de água salgada possam viver sob condições mais estáveis do que os peixes de água doce e, assim, a composição de seus lipídios corporais se mantenha mais constante.

4.2 Influência do Congelamento sobre a Carne de Peixes

O congelamento é o método de conservação mais utilizado em nível comercial e doméstico para peixes. O abaixamento da temperatura retarda as reações químicas e enzimáticas diminuindo o crescimento de microrganismos e a velocidade das reações (CASTRILLÓN et al., 1997). O armazenamento sob congelamento, por longos períodos de tempo, não impede mudanças físico-químicas e biológicas, ocasionando perdas na qualidade dos peixes. A qualidade da carne de peixe congelada depende

dos tipos de tratamentos físicos e químicos no momento da pesca até o processo de congelamento (PENFIELD e CAMPBELL, 1990).

O aquecimento antes do congelamento rompe as membranas celulares liberando enzimas que aceleram as reações de oxidação lipídica e aumento dos ácidos graxos livres. Após o congelamento o empacotamento a vácuo é mais eficiente na prevenção da oxidação lipídica. O empacotamento feito em alta temperatura é mais eficiente do que em temperatura ambiente ou a frio (KHALIL e MANSOUR, 1998).

O fatiamento do peixe desestabiliza o músculo devido a maior superfície de contato com o oxigênio e rompimento celular, tornando os lipídios suscetíveis à oxidação. A lavagem promove a redução da quantidade de antioxidantes naturais, e aumento relativo de fosfolipídios e de ácidos graxos livres, diminuindo a estabilidade dos lipídios dos peixes (UNDELAND et al., 1998).

A estocagem sob congelamento pode causar alterações no tecido muscular por reações de oxidação e hidrólise dos lipídios aumentando a concentração de ácidos graxos livres, que afetam a textura, sabor e palatabilidade (KHALIL e MANSOUR, 1998). A oxidação lipídica (com aparecimento de ranço) é característica em peixes gordos com alto teor de ácidos graxos polinsaturados (PIENFIELD e CAMPBELL, 1990). O conteúdo de ácidos graxos livres aumenta durante o congelamento, a hidrólise dos fosfolipídios forma substrato para a reação, principalmente no músculo branco (INGEMANSSON et al., 1995).

A velocidade do congelamento modifica a textura, o tamanho e a localização dos cristais de gelo. O congelamento rápido produz muitos cristais pequenos que deslocam pouco os componentes celulares não rompendo as células, enquanto o congelamento lento produz poucos cristais grandes que distorcem as células e destroem as fibras musculares (FONSECA, 1984).

O descongelamento precedido do congelamento lento, torna a estrutura histológica comprometida, e a restauração das condições originais deficiente, resultando em modificações da textura e sabor, qualidade inferior e perda excessiva de líquido. No congelamento rápido,

os danos histológicos são menores, havendo menor perda de água e melhor textura e sabor (FILHO, 1984).

Estudo realizado por GUINAZI e PINHEIRO-SANT'ANA (2001), analisando a composição centesimal de quatro espécies de peixe de água doce (piaçu, pacu, tilápia do Nilo e carpa comum) frescos e submetidos ao congelamento doméstico, mostrou que ocorre um aumento no teor de proteínas e redução no teor de lipídios em função do tempo de congelamento.

Estudos sobre o efeito do congelamento sobre o perfil e conteúdo dos ácidos graxos dos peixes de água doce e água salgada não têm sido relatados na literatura. Contudo estas informações são de grande importância especialmente devido ao efeito dos ácidos graxos da série ω -3 sobre a saúde.

4.3 Efeito da Cocção sobre a Carne de Peixes

Um dos objetivos da cocção de carnes é produzir cor, sabor e textura agradáveis. O calor endurece as fibras musculares e gelatiniza o colágeno. Na cocção em calor seco ocorre desidratação e concentração dos constituintes, e em calor úmido ocorre hidratação e diluição. Mudanças que ocorrem na cocção das carnes vermelhas podem ser extrapoladas para as do pescado (PENFIELD e CAMPBELL, 1990).

As perdas de peso após cocção seca são resultado da evaporação e perda de sólidos. O tamanho do peixe é um fator importante, há uma tendência de filés pequenos terem maiores perdas do que os de maior tamanho (MAI e KINSELLA, 1981).

Uma vez que os peixes apresentam menor quantidade de tecido conjuntivo, os tempos de cocção e temperatura utilizados são, normalmente, menores. A utilização de curtos tempos de cocção origina uma carne de melhor qualidade e textura (MADEIRA e PIENFIELD, 1985). O processo de cocção rompe o sistema da membrana muscular, expondo os componentes lipídicos ao oxigênio ou outro catalizador como o ferro originando o ranço oxidativo (KHALIL e MANSOUR, 1998).

Os métodos de cocção em calor seco e úmido parecem ter efeito sobre a composição química, concentração mineral e perfil de ácidos graxos (MUSTAFA e MEDEIROS, 1985). As condições de cocção como temperatura e tempo, método de cocção, tamanho e formato do peixe são fatores que afetam a composição final, pois as perdas aumentam com a elevação da temperatura (PENFIELD e CAMPBELL, 1990).

O teor de umidade nos peixes submetidos ao calor seco causa um relativo aumento de alguns minerais e proteínas (FERREIRA e COSTA, 2002). Já, o teor lipídico, perdido durante o processamento, parece ser influenciado pelo teor de gordura do peixe quando sofre cocção num meio sem adição de gordura (GALL et al., 1983).

Os métodos de cocção podem afetar a composição lipídica dos peixes. Fatores como conteúdo de lipídios, temperatura de cocção, tamanho das espécies e superfície de contato parecem ser responsáveis pelas alterações nos teores dos lipídios após a cocção (SILVA et al., 1993). Assar resulta em perdas de lipídios, porém o uso de papel alumínio para envolver o peixe previne a perda de gordura (MUSTAFA e MEDEIROS, 1985).

O conteúdo lipídico, original do peixe, está relacionado com as mudanças observadas nas quantidades após cocção, peixes gordos apresentam menores mudanças do que peixes magros. Por este motivo, existe necessidade de se estabelecer o fator de conversão do peixe cru para o peixe frito e o cozido (PUWASTIEN et al., 1999).

Por outro lado, de acordo com HEARN et al. (1987), os processos de assar, cozer e grelhar parecem não promover qualquer alteração nos teores de ácido graxos. A estabilidade dos ácidos graxos polinsaturados durante a cocção parece estar relacionada com o tocoferol, antioxidante natural, sendo que sua quantidade é reduzida e a concentração de ácidos graxos permanece constante (SILVA et al., 1993).

Um aumento da relação de ácidos graxos cis-polinsaturados/ácido graxos saturados (PUFAs/SUFAs) ocorre devido à absorção de óleo usado no processo de fritura. As mudanças nos teores de EPA e DHA ocorrem de acordo com o conteúdo destes no peixe, sendo que peixes ricos em EPA têm um decréscimo maior no nível de PUFAs e peixes com

baixo teor de EPA têm decréscimo mínimo no nível de PUFA's após processo de cocção (CANDELLA et al., 1998).

4.4 Influência do Congelamento seguido da Cocção sobre a Carne de Peixes

Ambos os métodos, congelamento e cocção, acarretam alterações físicas e químicas no músculo e a cocção altera a composição química (PENFIELD e CAMPBELL, 1990).

Apesar de não serem observadas perdas significativas de umidade durante o período de congelamento, ocorre um decréscimo na capacidade de ligação da água podendo ocorrer perda de umidade nas camadas superficiais. Com a cocção a perda de umidade pode ser maior, já que o método mais convencional de preparo é a fritura onde ocorre evaporação da água (PUWASTIEN et al., 1999). A perda de umidade por cocção acarreta diminuição da suculência e textura com ressecamento da carne (PENFIELD e CAMPBELL, 1990).

As perdas de lipídios decorrentes da cocção aumentam em cerca de 25% após 12 semanas de congelamento (SARMA et al., 2000). Porém, dados sobre o perfil de ácidos graxos da carne de peixe congelada e posteriormente submetida aos métodos de cocção convencionais são escassos. Estudos realizados sobre o valor nutricional do pescado levam em consideração apenas os efeitos da cocção ou do congelamento isolados, não pesquisando a influência dos diferentes tipos e tempos de congelamento sobre os métodos de cocção.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Caracterização das Espécies Estudadas

Foram escolhidos três peixes de água doce: carpa comum (*Cyprinus carpio*), tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e o híbrido das espécies tambaqui (*Colossoma macropomum*) e pacu (*Piaractus mesopotamicus*), pela aceitação no mercado e por apresentarem grande rusticidade ao manejo.

Carpa comum (*Cyprinus carpio*) espécie de origem asiática cultivada praticamente em todo o mundo, possui escamas grandes e finas, única nadadeira dorsal, boca protractil (lábios grossos), corpo curto, dorso pardo esverdeado e ventre branco amarelado (PADUA, 2001) (Figura 1).



Figura 1 - Carpa comum (*Cyprinus carpio*)

Possui qualidades importantes para produção em viveiros, como resistência a doenças, facilidade de manejo e reprodução. As variedades mais cultivadas são a carpa escama, a espelho e a colorida, sendo esta última mais apreciada para fins decorativos. Tem hábito alimentar bentófago e onívoro, ou seja, alimenta-se de preferência de pequenos vermes, minhocas e moluscos que vivem no fundo dos tanques e se adapta bem aos mais diferentes tipos de alimentos.

As carpas apresentam crescimento rápido, atingindo facilmente 1,5 kg em um ano, podendo ser utilizadas em policultivo, se reproduzem em

viveiros, apresentando uma desova por ano. Artificialmente podem ser feitas mais de duas desova ao ano (CASTAGNOLLI, 1992).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie nativa de vários países africanos, apresenta listas verticais e regulares em toda nadadeira caudal, coloração cinza azulada, corpo curto e alto, cabeça e caudas pequenas (PADUA, 2001) (Figura 2).



Figura 2 - Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Destaca-se das demais por apresentar crescimento rápido, reprodução tardia e alta prolificidade. Acrescido a isso, esta espécie parece ter grande habilidade em filtrar partículas do plâncton, podendo ser criada em viveiros de água verde, apresentando crescimento e conversão alimentar superiores as demais tilápias (KUBITZA, 2000). É considerada uma espécie promissora na piscicultura.

É uma espécie rústica, de carne firme, consistente e saborosa, de grande aceitação pelo mercado consumidor. Possui hábito alimentar planctófago e detritívoro, alimentando-se, em primeiro lugar, do plâncton e em menor proporção de detritos orgânicos, aceita bem rações artificiais. Atingem cerca de 400 a 600g no período de seis a oito meses de cultivo. É também utilizado como peixe forrageiro, servindo de alimento na criação de peixes carnívoros. A maior restrição ao seu cultivo é sua reprodução precoce, a partir de quatro meses de idade, o que gera o superpovoamento de tanques. Entretanto, esse problema pode ser contornado com a utilização apenas de alevinos machos, sexados manualmente ou revertidos através de hormônios sexuais, que são

facilmente encontrados em vários fornecedores de alevinos (CASTAGNOLLI, 1992).

O tambacu, híbrido resultante do cruzamento da fêmea do tambaqui (*Colossoma macropomum*) com macho do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (PADUA, 2001) (Figura 3), é muito utilizado na piscicultura por apresentar maior rusticidade ao frio que o tambaqui e maior crescimento que o pacu.

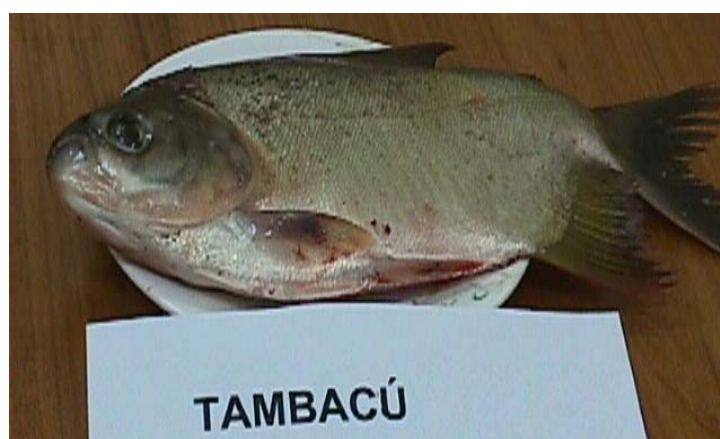


Figura 3 - Híbrido tambacu (tambaqui, *Colossoma macropomum* e pacu *Piaractus mesopotamicus*)

A grande problemática encontrada pelos piscicultores é a possibilidade de fertilidade deste animal, o qual pode quando na natureza, ameaçar o futuro das espécies das quais se originou. O tambacu apresenta carne saborosa, facilidade de criação em cativeiro o que torna ainda mais promissor sua criação (APOSTILA DE PISCICULTURA, 2003).

5.2. Matéria-Prima

Utilizaram-se três peixes de água doce: tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), carpa comum (*Cyprinus carpio*) e o híbrido tambacu (tambaqui, *Colossoma macropomum* e pacu *Piaractus mesopotamicus*). A tilápia do Nilo e o tambacu foram cultivados no Setor de Piscicultura do Departamento de Biologia Animal. A carpa comum foi cultivada na Estação de Cachoeirinha, da Universidade Federal de Viçosa, com manejo e alimentação padronizada para este estudo.

O sistema adotado para a criação desses animais foi o semi-intensivo. Alevinos de aproximadamente cinco centímetros foram colocados em tanques previamente adubados com esterco suíno (200g/m²). Após período de adaptação, a espécie tilápia do Nilo e o híbrido tambacu foram alimentados com ração extrusada contendo 28% de proteína bruta. A carpa comum não recebeu a ração, mas continuou recebendo esterco suíno até o abate.

O período de engorda do tambacu e da carpa comum foi de dezembro de 2001 a setembro de 2002, enquanto que da tilápia do Nilo de fevereiro a novembro de 2002, quando os peixes atingiram o peso comercial. A coleta dos peixes para as análises foi realizada em setembro (tambacu e carpa) e novembro (tilápia) de 2002.

Os peixes foram capturados, abatidos e levados para o Laboratório de Estudo Experimental de Alimentos do Departamento de Nutrição e Saúde, da Universidade Federal de Viçosa, onde foram limpos, descamados e eviscerados manualmente. Amostras de cada peixe foram retiradas para a análise dos peixes frescos (tempo zero (0) de congelamento) e o restante foi acondicionado em sacos plásticos e armazenados sob congelamento separadamente por 15, 30 e 45 dias, a -20⁰C em freezer comercial vertical, onde permaneceram até o momento de serem analisadas.

5.2.1. Preparo do Peixe Cru

Para a análise do peixe cru, um exemplar foi dividido ao meio, no sentido longitudinal. Parte da metade foi analisada com pele e parte da metade foi analisada sem pele.

5.2.2. Preparo do Peixe pelo Método de Calor Seco

O peixe foi envolvido em papel de alumínio e a cocção em calor seco (assado) foi feita em forno convencional a gás a 180⁰C, por 25 minutos. Em seguida o peixe foi retirado do forno deixando-se escorrer os fluidos separados na cocção e dividido em duas amostras. Uma foi triturada com pele e outra sem a pele.

5.2.3. Preparo do Peixe pelo Método de Calor Úmido

O peixe foi envolvido em papel de alumínio e a cocção em calor úmido (cozido a vapor) foi feita em panela de cocção a vapor a 100⁰C, por 25 minutos. Em seguida o peixe foi retirado da panela deixando-se escorrer os fluidos separados na cocção e dividido em duas amostras. Uma foi triturada com a pele e outra sem a pele.

5.3. Análise da Composição Centesimal

A determinação de umidade foi realizada segundo a AOAC (1998), em estufa com circulação forçada de ar a 105⁰C por 24 horas.

A determinação do teor de lipídios totais foi realizada segundo a AOAC (1998), com extração em aparelho de Soxhlet.

A determinação de proteínas foi realizada pelo método de Kjeldhal, conforme descrito pela AOAC (1998).

5.4. Determinação da Composição em Ácidos Graxos

5.4.1. Extração dos Lipídios

O método de FOLCH et al.(1957) modificado foi utilizado para extrair os lipídios totais das amostras. Assim, dois gramas das amostras dos peixes carpa e tambacu e quatro gramas do peixe tilápia foram triturados por 2 minutos com 20mL de metanol e auxílio de microtriturador Marconi modelo MA 102. Em seguida, foram homogeneizadas com 40mL de clorofórmio por 5 minutos e filtradas através de papel de filtro n^o 40 em funil de buchner. O resíduo do filtro voltou a ser homogeneizado com 60mL de clorofórmio-metanol (2:1) por 1 minuto e filtrado novamente. Todo o filtrado foi transferido para proveta com tampa esmerilhada, medido o volume, e adicionado ¼ do volume medido de KCl 0,88% em H₂O. O material foi agitado manualmente (30 vezes) e transferido para funil de separação de 500 mL para decantação das fases por

aproximadamente 1 hora. A fase inferior foi transferida para a proveta e medido o volume obtido e a parte superior descartada. Foi adicionado $\frac{1}{4}$ do volume medido de uma mistura de metanol-água (1:1), agitado manualmente (30 vezes) e transferido para o funil de separação para separação das fases por aproximadamente 2 horas. A fase superior foi descartada. A fase inferior foi filtrada em papel de filtro com sulfato de sódio anidro para balão de fundo redondo e evaporado o solvente em rota evaporador modelo Tecnal Te 210, com banho a 40⁰C, pressão de 300 ml/Hg por cerca de 5 minutos. A fração lipídica foi re-suspendida com 6 mL de éter de petróleo e transferida para tubo de ensaio com tampa esmerilhada devidamente etiquetado, para posterior esterificação.

5.4.2. Preparo dos Ésteres Metílicos

O método de HARTMAN & LAGO (1973) foi utilizado para preparar os ésteres metílicos dos ácidos graxos para posterior análise por cromatografia gasosa.

A fração lipídica obtida na extração foi transferida para tubo de ensaio com tampa esmerilhada, evaporado o solvente a vácuo e à temperatura ambiente, em capela modelo Eberle, quebrando o vácuo com nitrogênio gasoso. Em seguida, adicionaram-se 4mL de solução de hidróxido de sódio metanólico 0,5N. A mistura foi tampada, agitada manualmente e aquecida em banho modelo Thermomix a 80⁰C por 10 minutos e resfriado à temperatura ambiente. Adicionaram-se 12 mL de mistura de esterificação (2g de cloreto de amônia, 3mL de ácido sulfúrico e 60mL de metanol), sendo a mistura tampada, agitada manualmente e aquecida em banho a 80⁰C por 5 minutos. O material foi resfriado em temperatura ambiente, adicionado de 10mL de solução saturada de NaHCO₃ e agitado manualmente. Ficou em repouso por 5 minutos. Os ésteres metílicos foram extraídos com 3 porções sucessivas de 2mL de hexano, sendo entre cada porção agitada manualmente por 10 segundos. A parte superior de cada etapa foi retirada com pipeta de Pasteur e transferida para frasco âmbar devidamente etiquetado para posterior análise por cromatografia a gás.

5.4.3. Análise dos Ácidos Graxos

A análise cromatográfica foi desenvolvida utilizando um cromatógrafo a gás GC 17 A Shimadzu, gerenciado pelo programa Class GC 10, equipado com detector de ionização de chama, injetor split e coluna capilar de sílica fundida Supelco 2560 de 100m e 0,25mm de diâmetro interno. Os seguintes parâmetros de operação foram utilizados: temperatura de detector 270⁰C; temperatura do injetor 250⁰C; temperatura da coluna: aquecimento a 10⁰C/minuto de 100 a 180⁰C e a 1⁰C/minuto de 180 a 240⁰C, permanecendo nesta temperatura por 10 minutos; nitrogênio foi utilizado como gás de arraste, fluxo da coluna de 0,6 mL/minuto; velocidade linear de 14 cm/segundo, split ratio 1:75, fluxo total de 52 mL/minuto e pressão da coluna de 167 KPa. O tempo de retenção e as áreas dos picos foram registrados e calculados em um sistema de computador gerenciado pelo CLASS GC 10.

5.4.4. Identificação e Quantificação

Para identificação dos ácidos graxos foram comparados os tempos de retenção (tr) dos picos nos cromatogramas das amostras, com os tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos da marca Sigma 189-19.

A porcentagem relativa de área foi obtida através da equação:

$$\text{Área \% AG}_X = [A_X / A_R] \times 100$$

Onde: AG_X = ácido graxo a ser quantificado

A_X = área do metil éster X

A_R = valor de área total do cromatograma

Picos com área menor que 0,1% da área total não foram considerados.

5.4.5. Delineamento Experimental

Foram realizadas determinações analíticas em amostras frescas e armazenadas sob congelamento por 15,30 e 45 dias, cruas e submetidas a dois diferentes métodos de cocção (cocção por calor seco: assadas; cocção por calor úmido: cocção a vapor).

O número de amostras analisadas foi o seguinte:

A = N^o. de peixes = 3

B = N^o. de tratamento (peixe fresco e três tempos de congelamento) = 4

C = N^o de peixe com pele e sem pele = 2

D = N^o. de peixe cru e cozidos = 3

E = N^o de replicatas = 3

N^o. de amostras analisadas para cada espécie de peixe:

$B \times C \times D \times E = 4 \times 2 \times 3 \times 3 = 72$ unidades experimentais

N^o. total de amostras analisadas:

$A \times B \times C \times D \times E = 3 \times 4 \times 2 \times 3 \times 3 = 216$ unidades experimentais

5.4.6 Análise Estatística

Utilizou-se o programa Sigma Stat, versão 2.0, para análise estatística dos dados obtidos. Foram utilizados os seguintes testes:

- Teste t pareado para detectar diferenças no conteúdo de ácidos graxos nos peixes com e sem pele. Esta análise foi feita para os três tipos de peixe e todos os ácidos graxos em estudo.
- Análise de Variância para as amostras dependentes para verificar diferenças no conteúdo de ácidos graxos de acordo com o tempo de congelamento (0, 15, 30 e 45 dias) e também para os diferentes tipos de preparo (cru, assado e a vapor). Quando este teste apresentou significância estatística, foi complementado pelo Procedimento de Comparações Múltiplas de Tukey. Esta análise foi feita para os principais ácidos graxos

que apresentam impacto sobre a saúde humana: DHA, EPA, Linolênico e Linoléico.

- Análise de Variância para amostras independentes para detectar diferenças do conteúdo de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados entre a carpa comum, a tilápia e o tambacu. Os conteúdos destes ácidos graxos foram comparados para os peixes no tempo zero, preparados assado e sem pele, forma esta mais comumente utilizada pela população. Quando este teste apresentou significância estatística, foi complementado pelo Procedimento de Comparações Múltiplas de Tukey.

O nível de rejeição da hipótese de nulidade fixado foi menor que 0,05 ou 5%.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Teores de Umidade, Lipídios e Proteínas dos Peixes

Na Tabela 1 estão demonstrados os percentuais de umidade, lipídios totais e proteínas para cada peixe cru estudado.

Tabela 1. Percentuais de umidade, lipídios e proteínas da carpa comum, tambacu e tilápia do Nilo (média de triplicatas \pm desvio padrão).

Peixe	Umidade (%)		Lipídios (g/100g)		Proteínas (g/100g)	
	CP	SP	CP	SP	CP	SP
Carpa	72,33 ($\pm 1,56$)	77,9 ($\pm 0,71$)	9,32 ($\pm 0,42$)	3,45 ($\pm 0,18$)	16,71 ($\pm 1,41$)	16,77 ($\pm 0,51$)
Tambacu	77,93 ($\pm 1,44$)	80,11 ($\pm 0,10$)	1,30 ($\pm 0,17$)	0,38 ($\pm 0,11$)	18,80 ($\pm 1,38$)	17,54 ($\pm 0,31$)
Tilápia do Nilo	78,49 ($\pm 0,11$)	80,01 ($\pm 0,02$)	0,79 ($\pm 0,18$)	0,48 ($\pm 0,06$)	18,73 ($\pm 0,64$)	17,66 ($\pm 1,10$)

CP: Com pele
SP: Sem pele

Os percentuais de umidade dos peixes estudados se situaram entre 72 e 79%. A maioria dos peixes de água doce possui porcentagens de umidade entre 70 e 85% (YEANNES e ALMANDOS, 2003). Observa-se que o percentual de umidade das amostras sem pele foi superior àquele encontrado nas amostras com pele. Tal resultado pode ser devido ao fato de que a pele contém menor porcentagem de água.

PENFIELD e CAMPBELL (1990), dividem os peixes em magros (abaixo de 5% de lipídios) e gordos (acima de 5%). A carpa comum crua com pele apresentou um teor de 9,32% de lipídios, sendo classificada como peixe gordo e o tambacu e tilápia (1,30 e 0,79% de lipídios, respectivamente), foram classificados como peixes magros.

As amostras com pele apresentaram percentual lipídico mais elevado que o encontrado nas amostras sem pele. A camada subcutânea contém a maior parte dos lipídios (UNDELAND et al., 1998). Com a retirada da pele, boa parte dessa gordura também é eliminada, contribuindo para reduzir o conteúdo de lipídios totais e para maior

concentração de proteína muscular (GUINAZI e PINHEIRO-SANT'ANA, 2001), que explica os resultados encontrados.

Embora a pele não tenha sido analisada separadamente, os resultados indicam que a pele, provavelmente, tem menor quantidade de água e maior quantidade de gordura. Assim, os peixes sem pele apresentaram maior quantidade de água e menor quantidade de gordura que os peixes com pele.

Os percentuais de proteínas encontrados apresentaram valores dentro da faixa relatada pela literatura (8 a 23%), comprovando ser a carne de peixe excelente fonte protéica para a alimentação humana (PENFIELD e CAMPBELL 1990).

6.2. Identificação e Perfil dos Ácidos Graxos

Para identificação dos ácidos graxos os tempos de retenção (tr) dos picos nos cromatogramas das amostras foram comparados com aqueles encontrados para os padrões de ésteres metílicos (Sigma 189-19, Figura 4), com 99% de pureza.

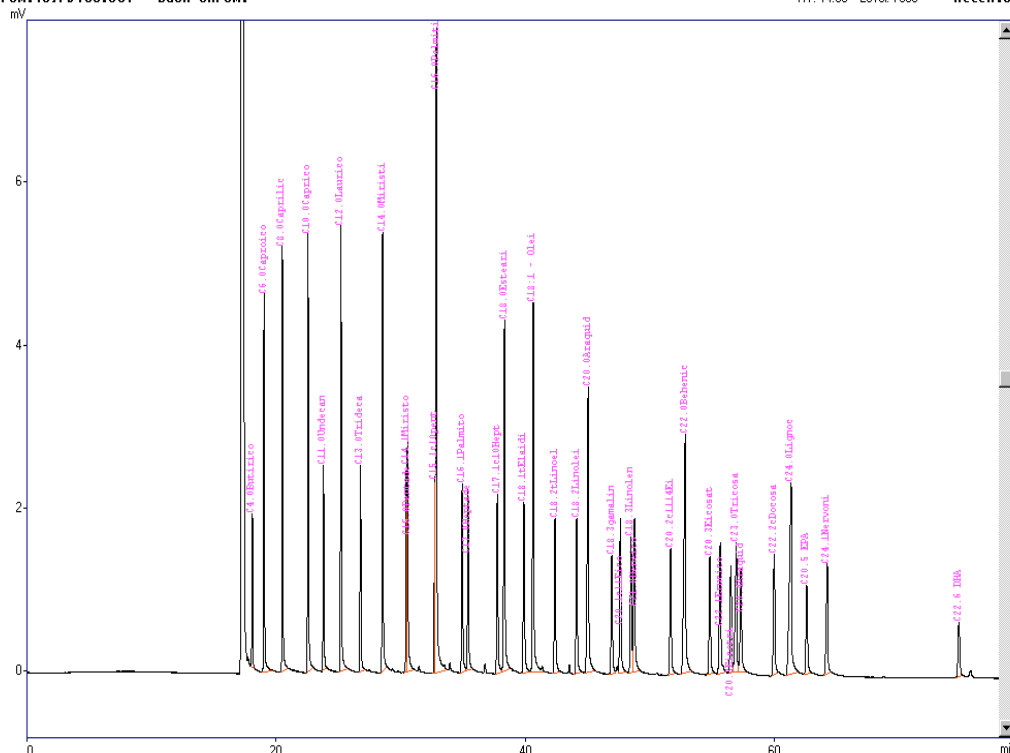


Figura 4. Perfil cromatográfico do padrão de ésteres metílicos analisado por cromatografia gasosa (CG). Condições de análise: detector de ionização de chama (270⁰C), injetor split e coluna capilar de sílica fundida Supelco 2560 (100m x 0,25mm) a 180⁰C por 8 minutos e 1⁰C por minuto até atingir 240⁰C; fluxo: 0,6 mL/minuto); temperatura do injetor: 250⁰C; gás de arraste: nitrogênio; velocidade linear de 14 cm/segundo, “split ratio”: 1:75, fluxo total de 52 mL/minuto.

Após 12 corridas nas mesmas condições de análise das amostras, os tr dos 37 ácidos graxos do padrão foram determinados como tempo retenção médio. A identificação e os tempos de retenção obtidos estão representados na Tabela 2.

Tabela 2. Identificação e tempo de retenção dos ésteres metílicos de 37 ácidos graxos do padrão (Sigma 189-19).

N	A.GRAXO	NOME	TR médio	TR máximo
	Solvente	Hexano		
1	C4.0	Butírico	17,63	18,15
2	C6.0	Caproico	18,59	19,09
3	C8.0	Caprílico	20,08	20,55
4	C10.0	Caprico	22,18	22,61
5	C11.0	Undecanóico	23,43	23,85
6	C12.0	Laurico	24,84	25,25
7	C13.0	Tridecanóico	26,4	26,82
8	C14.0	Mirístico	28,18	28,6
9	C14.1	Miristoléico	30,08	30,51
10	C15.0	Pentadecanoico	30,17	30,6
11	C15.1	Cis-10-Pentadecanoico	32,36	32,8
12	C16.0	Palmitico	32,46	32,93
13	C16.1	Palmitoleico	34,54	35
14	C17.0	Heptadecanoico	35,01	35,47
15	C17.1	Cis-10-Heptadecanoico	37,35	37,82
16	C18.0	Esteárico	37,89	38,41
17	C18.1 9t	Elaidico	39,46	39,95
18	C18.1 9c	Oléico	40,03	40,71
19	C18.2 6t	Linoelaidico	41,95	42,45
20	C18.2 6c	Linoleico	43,69	44,19
21	C20.0	Araquídico	44,56	45,14
22	C18.3 6c	Gama-Linolênico	46,51	47,01
23	C20.1	Cis-11-Eicosenoico	47,19	47,73
24	C18.3 3c	Linolênico	48,04	48,56
25	C21.0	Heneicosanoico	48,29	48,85
26	C20.2	Cis-11,14-Eicosadienoico	51,22	51,75
27	C22.0	Behenico	52,3	52,95
28	C20.3 c6	Cis-8,11,14-Eicosatrienoico	54,37	54,9
29	C22.1 c9	Erucico	55,17	55,76
30	C20.3 3c	Cis-11,14,17-Eicotrienoico	56,05	56,6
31	C20.4 6c	Araquidônico	56,43	57,04
32	C23.0	Tricosanoico	56,86	57,4
33	C22.2	Cis-13,16-Docosadienoico	59,53	60,09
34	C24.0	Lignocerico	60,77	61,46
35	C20.5 3c	Cis-5,8,11,14,17-EPA	62,15	62,69
36	C24.1	Nervonico	63,74	64,35
37	C22.6	Cis-4,7,10,13,16,19-DHA	74,33	74,93

Tr: minutos

Os cromatogramas dos ésteres metílicos obtidos de amostras de peixe estão representados nas Figuras 5, 6, 7, 8, 9, e 10.

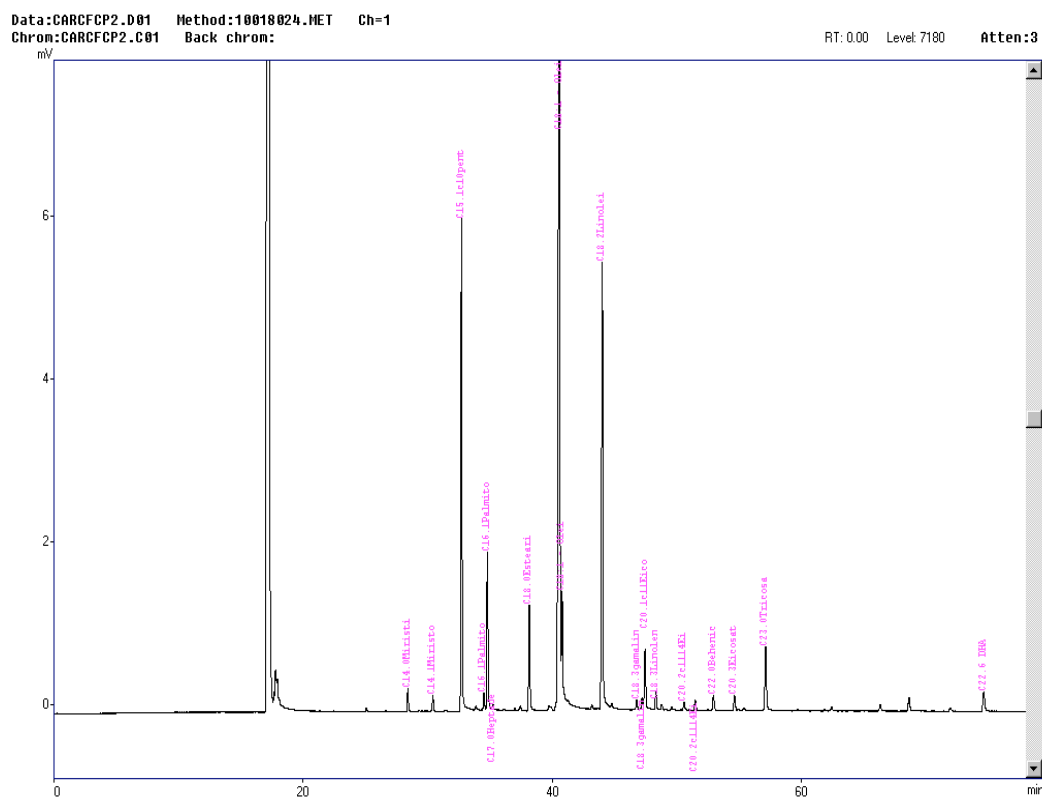


Figura 5. Perfil cromatográfico obtido para amostra de carpa comum, fresca (tempo zero de congelamento), crua com pele, analisada por CG. Condições de análise: idem ao padrão (Figura 4).

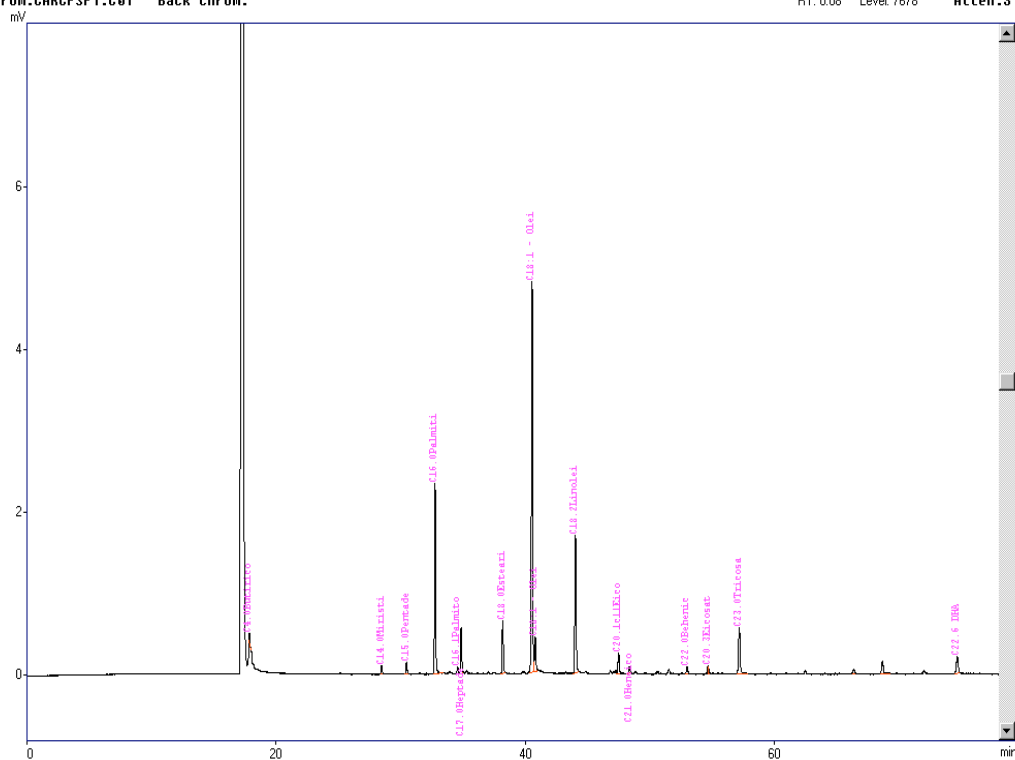


Figura 6. Perfil cromatográfico obtido para amostra de carpa comum, fresca (tempo zero de congelamento), crua sem pele, analisada por CG. Condições de análise: Idem ao padrão (Figura 4).

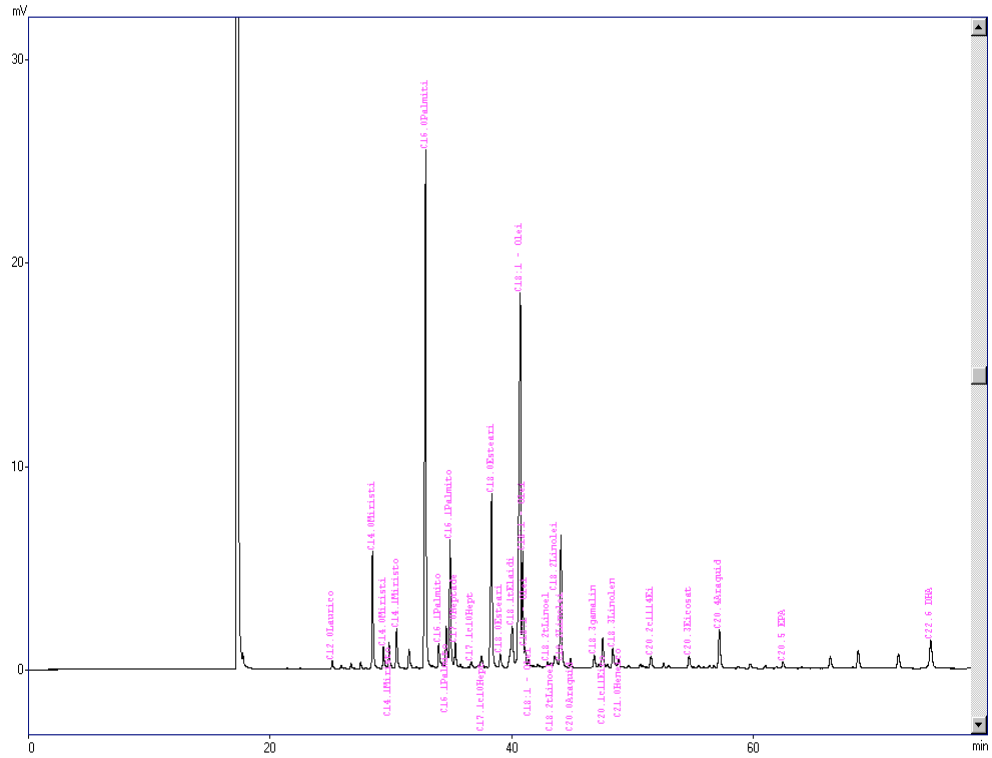


Figura 7. Perfil cromatográfico obtido para amostra de tilápia do Nilo, crua com pele, fresca (tempo zero de congelamento) analisada por CG. Condições de análise: Idem ao padrão (Figura 4).

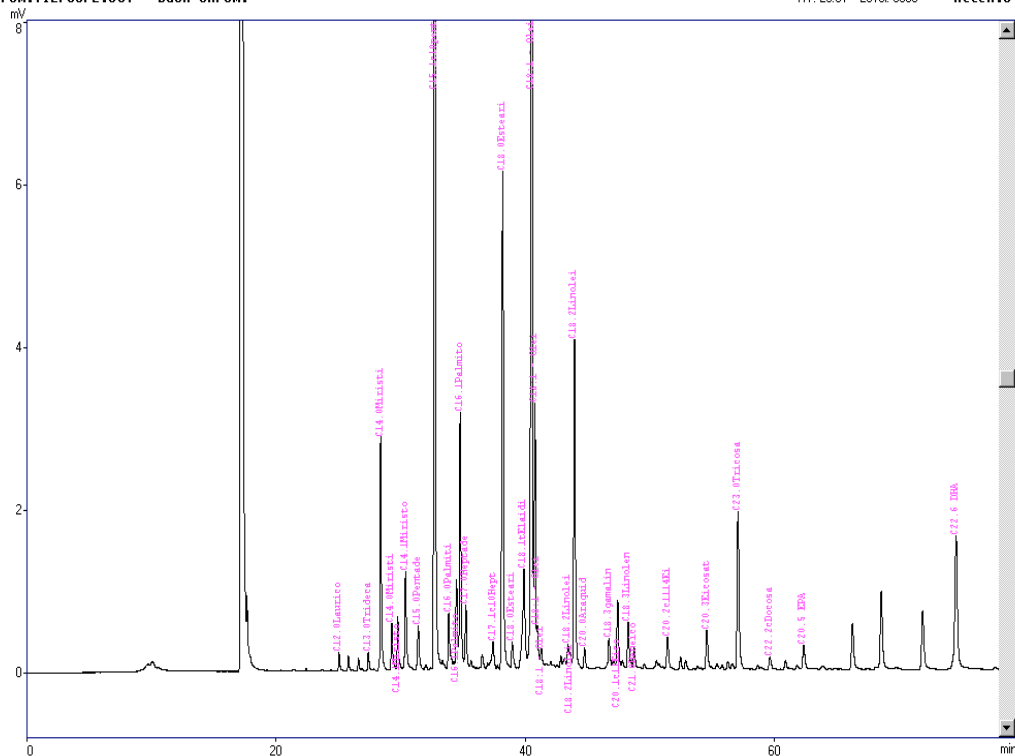


Figura 8. Perfil cromatográfico obtido para amostra de tilápia do Nilo, crua sem pele, fresca (tempo zero de congelamento) analisada por CG. Condições de análise: Idem ao padrão (Figura 4).

As Figuras 8 e 9 (tilápia com e sem pele) apresentaram entre os ácidos EPA e DHA três ácidos que não foram identificados com o padrão utilizado. No entanto, acredita-se que possam ser ácidos de 20 carbonos e com insaturações pelos tempos de retenção. Outra observação é que os percentuais são maiores nas amostras analisadas sem pele, que pode ser devido a sua localização em maior teor no tecido muscular do que na pele.

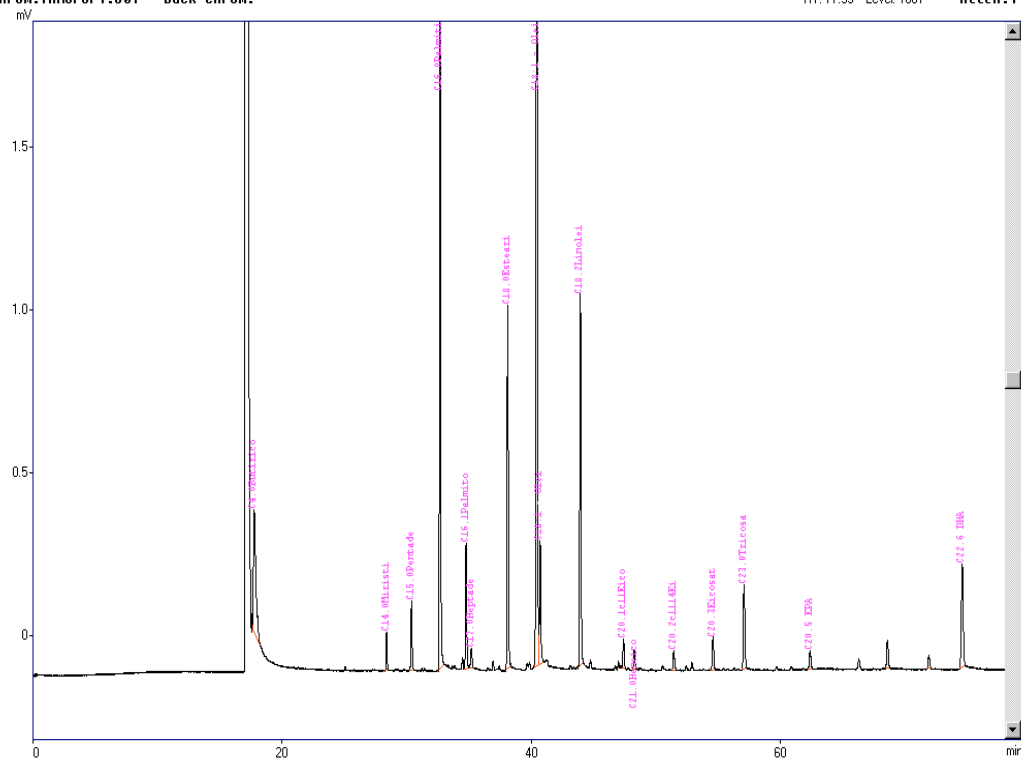


Figura 9. Perfil cromatográfico obtido para amostra de tabaco, cru com pele, fresca (tempo zero de congelamento) analisada por CG. Condições de análise: Idem ao padrão (Figura 4).

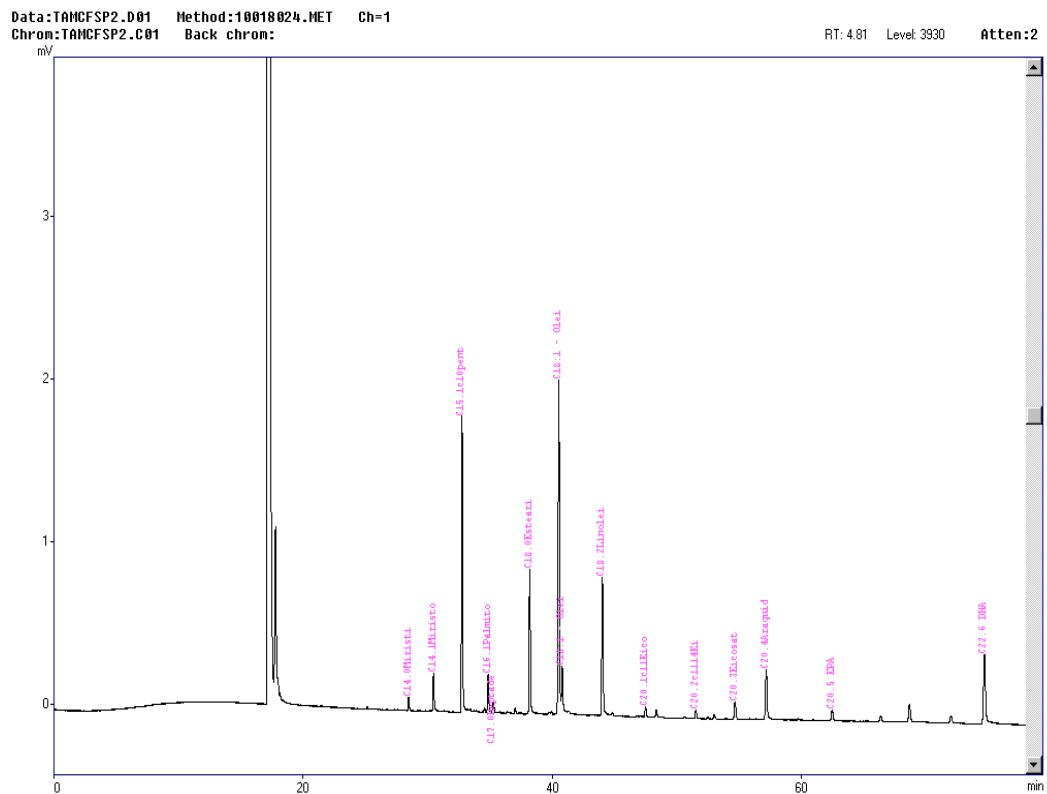


Figura 10. Perfil cromatográfico obtido para amostra de tabacuco, cru sem pele, fresca (tempo zero de congelamento) analisada por CG. Condições de análise: Idem ao padrão (Figura 4).

Analisando o perfil cromatográfico do padrão e das amostras (Figuras 4 a 10) observa-se que a separação dos picos dos ácidos graxos de interesse foi eficiente, facilitando a identificação e propiciando uma maior confiabilidade na quantificação dos componentes.

6.3. Determinação Quantitativa dos Ácidos Graxos nos Peixes

Foram identificados 16 ácidos graxos nas amostras de carpa comum (Tabela 3), sendo os principais ácidos em ordem decrescente: oléico (18:1), linoléico (18:2), palmítico (16:0) e palmitoléico (16:1). A tilápia do Nilo (Tabela 6) apresentou 23 ácidos graxos, sendo os principais em ordem decrescente: palmítico (16:0) e oléico (18:1) em proporções bem próximas, esteárico (18:0) e palmitoléico (16:1). No tambacu (Tabela 9) foram identificados 22 ácidos graxos, sendo que os principais em ordem decrescente foram: oléico (18:1), palmítico (16:0), linoléico (18:2) e esteárico (18:0).

As Tabelas 3, 4 e 5 mostram os resultados obtidos para a carpa em percentual de cada ácido graxo, em relação ao conteúdo total de ácidos graxos presentes nas amostras.

Os ácidos graxos saturados presentes na carpa crua (Tabela 3) foram os componentes com menor faixa percentual. As porcentagens variaram de 19,0% na amostra fresca analisada com pele até 28,1% na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada sem pele. Uma vez que este peixe foi classificado como gordo, este resultado tem grande importância devido à ação prejudicial dos ácidos graxos saturados sobre a saúde. Embora as amostras sem pele tenham apresentado menores teores de ácidos graxos saturados, as diferenças não foram consideradas significativas. O ácido palmítico (16:0) foi o ácido graxo saturado encontrado em maior proporção com percentuais variando de 13,9% na amostra fresca sem pele até 19,7% na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada sem pele.

Tabela 3. Percentual dos ácidos graxos (AG) da carpa crua, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão).

AG		CP0	SP0	CP15	SP15	CP30	SP30	CP45	SP45
Saturados									
Mirístico	14:0	0,6 (\pm -)	0,6 (\pm -)	1,2 (\pm 0,1)	1,1 (\pm 0,1)	1,2 (\pm 0,1)	1,1 (\pm 0,1)	0,9 (\pm 0,1)	0,9 (\pm 0,2)
Palmítico	16:0	13,9 (\pm 5)	15,3 (\pm 1,4)	18,2 (\pm 0,4)	19,7 (\pm 1,0)	18,3 (\pm 0,5)	18,8 (\pm 0,9)	16,5 (\pm 0,2)	17,9 (\pm 0,7)
Heptadecanóico	17:0	0,4 (\pm 0,1)	0,7 (\pm 0,3)	0,9 (\pm 0,2)	1,5 (\pm 0,4)	0,7 (\pm 0,1)	0,6 (\pm -)	0,6 (\pm 0,1)	0,8 (\pm 0,1)
Esteárico	18:0	3,5 (\pm 0,2)	4,4 (\pm 0,7)	3,4 (\pm 0,5)	5,1 (\pm 0,8)	4,1 (\pm 0,3)	4,1 (\pm 0,1)	4,3 (\pm 0,1)	5,3 (\pm 0,5)
Behenico	22:0	0,6 (\pm 0,1)	0,7 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)	0,7 (\pm 0,1)	0,9 (\pm 0,1)	0,7 (\pm 0,1)	0,9 (\pm 0,1)	1,1 (\pm 0,1)
Σ		19,0	21,7	24,3	28,1	25,2	25,3	23,2	26,0
Monoinsaturados									
Palmitoléico	16:1	4,9 (\pm 0,1)	4,5 (\pm 0,4)	9,2 (\pm 0,4)	7,4* (\pm 0,7)	10,1 (\pm 0,5)	9,8 (\pm 0,2)	7,2 (\pm 0,1)	6,8 (\pm 0,4)
Oléico	18:1 9c	48,2 (\pm 1,4)	44,2 (\pm 4,1)	36,7 (\pm 1,5)	30,2* (\pm 2,7)	44,8 (\pm 1,4)	44,0 (\pm 0,7)	44,9 (\pm 0,6)	42,2 (\pm 1,4)
Vacênico	18:1 7c	4,0 (\pm 0,2)	3,7 (\pm 0,2)	4,5 (\pm 0,3)	4,4 (\pm 0,1)	4,5 (\pm 0,1)	5,6* (\pm 0,3)	4,0 (\pm 0,1)	4,4* (\pm 0,1)
Σ		57,1	52,4	50,4	42,0	59,4	59,4	56,1	53,4
Polinsaturados									
Linoleico	18:2 6c	16,6 (\pm 0,6)	15,4* (\pm 0,6)	17,4 (\pm 0,6)	15,7* (\pm 1,1)	8,8 (\pm 0,4)	9,4* (\pm 0,4)	12,5 (\pm 0,4)	12,1 (\pm 0,5)
Gamalinoleico	18:3 6c	0,4 (\pm -)	0,4 (\pm -)	0,4 (\pm -)	1,1 (\pm 1,0)	0,2 (\pm -)	0,2 (\pm -)	0,3 (\pm 0,1)	0,0 * (\pm -)
Linolênico	18:3 3c	0,6 (\pm 0,6)	0,7 (\pm 0,2)	0,0 (\pm -)	0,7 * (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)	0,7 (\pm 0,1)	0,5 (\pm 0,4)
Cis 11-14 Eicosadienóico	20:2	0,4 (\pm -)	0,4 (\pm -)	0,9 (\pm 0,2)	1,5 (\pm 0,4)	0,7 (\pm 0,1)	0,6 (\pm -)	0,6 (\pm 0,1)	0,8 (\pm 0,1)
Cis 8-11-14 Eicotrienóico	20:3 6c	0,5 (\pm 0,1)	0,8 (\pm 0,2)	0,7 (\pm 0,1)	0,9 (\pm 0,2)	0,4 (\pm 0,1)	0,3 (\pm 0,1)	0,5 (\pm 0,1)	0,5 (\pm 0,1)
Araquidônico	20:4 6c	2,2 (\pm 0,6)	4,1 (\pm 1,6)	3,3 (\pm 1,0)	7,0 (\pm 2,0)	2,1 (\pm 0,5)	1,8 (\pm 0,2)	2,7 (\pm 0,1)	3,9* (\pm 0,5)
EPA	20:5 3c	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,4 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,2)	0,3 (\pm 0,2)	0,3 (\pm 0,1)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)
DHA	22:6 3c	0,7 (\pm 0,3)	1,7 (\pm 0,8)	0,9 (\pm 0,9)	3,5 * (\pm 1,0)	1,2 (\pm 0,3)	1,0 (\pm 0,1)	1,2 (\pm 0,2)	1,6 (\pm 0,3)
Σ		21,4	23,5	24,0	31,0	14,3	14,6	18,5	19,4
Σ N.ID.		2,6	2,6	1,8	0	1,7	1,4	2,4	1,9

* diferença significativa pelo Teste t pareado ($p < 0,05$). O teste foi aplicado para cada ácido graxo separadamente, em cada tempo de congelamento. As comparações se referem ao modo de ingestão (com e sem pele).

CP0: com pele, tempo zero de congelamento; SP0: sem pele, tempo zero de congelamento;

CP15: com pele, tempo 15 de congelamento; SP15: sem pele, tempo 15 de congelamento;

CP30: com pele, tempo 30 de congelamento; SP30: sem pele, tempo 30 de congelamento;

CP45: com pele, tempo 45 de congelamento; SP45: sem pele, tempo 45 de congelamento;

N.ID.: não identificados.

Na carpa crua os ácidos graxos encontrados em maior proporção foram os ácidos graxos monoinsaturados. As porcentagens variaram de 42,0% na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada sem pele até 59,4% nas amostras congeladas e armazenadas por 30 dias e analisadas com pele e sem pele.

Os teores de oléico (18:1) e palmitoléico (16:1) não apresentaram diferenças significativas nas amostras frescas com e sem pele. O ácido vacênico (18:1,7c) apresentou diferença significativa nas amostras analisadas nos tempos de congelamento de 30 e 45 dias. Embora os percentuais de ácidos graxos monoinsaturados tenham sido menores nas amostras analisadas sem pele, as diferenças não foram consideradas estatisticamente significativas, com exceção das amostras congeladas e armazenadas por 45 dias.

Os peixes contêm quantidades variáveis de lipídios que se acumulam na camada subepitelial (BADOLATO et al., 1994), o que pode justificar a diminuição dos ácidos graxos ao se retirar a pele.

Os ácidos graxos polinsaturados da carpa crua variaram de 14,3% na amostra congelada, armazenada por 30 dias e analisada com pele até 31,0% na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada sem pele. Apresentaram diferenças significativas os ácidos: linoléico (18:2) que diminuiu nas amostras frescas e com 15 dias de armazenamento e aumentou com 30 dias; linolênico (18:3) e DHA (22:6) que aumentaram com 15 dias; o gamalinolênico (18:2) diminuiu com 45 dias e o araquidônico (20:4) que aumentou com 45 dias de congelamento e analisado sem pele.

O percentual de 3,5% de DHA (22:6) na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada sem pele, bem como de 7,0% do ácido araquidônico podem ter contribuído para os percentuais elevados de ácidos graxos polinsaturados com 15 dias de congelamento. ANDRADE et al. (1995) relataram percentuais menores destes ácidos analisando carpa crua.

Os ácidos graxos da carpa assada (Tabela 4) encontrada em proporções intermediária foram os ácidos graxos saturados. As porcentagens foram de 19,7% na amostra fresca e analisada com pele

até 28,3% na amostra congelada, armazenada por 30 dias e analisada sem pele.

Tabela 4. Percentual dos ácidos graxos (AG) da carpa assada, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão).

AG		CP0	SP0	CP1 5	SP15	CP30	SP30	CP45	SP45
Saturados									
Mirístico	14:0	0,7 (\pm -)	0,7 (\pm 0,1)	0,9 (\pm 0,1)	1,0 (\pm -)	1,3 (\pm 0,1)	1,3 (\pm 0,1)	1,2 (\pm 0,1)	1,1 (\pm 0,1)
Palmítico	16:0	14,7 (\pm 0,4)	15,4 (\pm 0,4)	16,3 (\pm 0,4)	18,0 (\pm 0,9)	21,0 (\pm 0,3)	21,3 (\pm 0,5)	17,8 (\pm 0,1)	17,9 (\pm 0,2)
Heptadecanóico	17:0	0,4 (\pm 0,1)	0,8 (\pm 0,1)	0,4 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)	0,9 (\pm 0,2)	0,9 (\pm 0,2)	1,4* (\pm 0,1)
Esteárico	18:0	3,3 (\pm 0,1)	4,0* (\pm 0,2)	3,1 (\pm -)	3,6* (\pm 0,1)	3,5 (\pm 0,1)	4,1* (\pm 0,2)	5,1 (\pm 0,2)	5,9* (\pm 0,2)
Behenico	22:0	0,6 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)	0,7 (\pm -)	0,7 (\pm 0,1)	0,3 (\pm 0,3)	0,7 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)	0,7 (\pm -)
Σ		19,7	21,5	21,4	23,9	26,7	28,3	25,6	27,0
Monoinsaturados									
Palmitoléico	16:1	6,6 (\pm 0,1)	6,0* (\pm 0,1)	9,1 (\pm 0,2)	8,4 (\pm 0,4)	11,1 (\pm 0,2)	10,0 (\pm 0,5)	6,3 (\pm 0,2)	5,5* (\pm 0,1)
Oléico	18:1 9c	45,8 (\pm 0,9)	42,2 (\pm 0,8)	48,1 (\pm 0,4)	46,2* (\pm 0,6)	41,2 (\pm 0,3)	38,7 (\pm 0,9)	39,1 (\pm 1,2)	35,1* (\pm 0,8)
Vacênico	18:1 7c	5,0 (\pm 0,3)	4,2* (\pm 0,2)	5,9 (\pm 0,4)	5,2* (\pm 0,2)	5,4 (\pm 0,3)	4,9* (\pm 0,2)	4,2 (\pm 0,2)	4,0 (\pm 0,1)
Σ		57,4	52,4	63,1	59,8	57,7	53,6	49,6	44,6
Polinsaturados									
Linoleico	18:2 6c	15,2 (\pm -)	15,6 (\pm 0,4)	9,7 (\pm 0,3)	10,5 (\pm 0,2)	10,1 (\pm 0,2)	10,3 (\pm 0,2)	15,9 (\pm 0,4)	15,9 (\pm 0,3)
Gamalinolênico	18:3 6c	0,5 (\pm -)	0,4 (\pm 0,1)	0,3 (\pm -)	0,3 (\pm -)	0,2 (\pm -)	0,2 (\pm -)	0,3 (\pm -)	0,3 (\pm 0,1)
Linolênico	18:3 3c	1,0 (\pm -)	1,0 (\pm 0,1)	0,7 (\pm -)	0,7 (\pm 0,1)	0,6 (\pm -)	0,6 (\pm 0,1)	1,1 (\pm 0,1)	1,0 (\pm -)
Cis 11-14 Eicosa- dienóico	20:2	0,4 (\pm 0,1)	0,8 (\pm 0,1)	0,4 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)	0,9 (\pm 0,2)	0,9 (\pm 0,2)	1,4* (\pm 0,1)
Cis 8-11-14 Eico- trienóico	20:3 6c	0,5 (\pm -)	0,7* (\pm 0,1)	0,4 (\pm 0,1)	0,4 (\pm 0,1)	0,4 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)	0,7 (\pm 0,1)	1,0* (\pm 0,1)
Araquidônico	20:4 6c	1,8 (\pm 0,3)	3,3* (\pm 0,3)	1,2 (\pm 0,1)	1,1 (\pm 0,9)	1,3 (\pm 0,1)	2,7* (\pm 0,4)	3,0 (\pm 0,8)	5,1* (\pm 0,5)
EPA	20:5 3c	0,2 (\pm 0,1)	0,4 (\pm 0,1)	0,1 (\pm -)	0,2 (\pm 0,1)	0,2 (\pm -)	0,3 (\pm 0,1)	0,2 (\pm 0,1)	0,4 (\pm 0,1)
DHA	22:6 3c	0,7 (\pm 0,2)	1,7* (\pm 0,2)	0,5 (\pm 0,1)	0,8 (\pm 0,2)	0,4 (\pm 0,1)	1,1* (\pm 0,2)	1,2 (\pm 0,4)	2,2* (\pm 0,3)
Σ		20,3	23,9	13,3	14,6	13,8	16,7	23,3	27,3
Σ N.ID.		2,6	2,5	2,4	2,0	2,1	2,0	1,9	1,8

* diferença significativa pelo Teste t pareado ($p < 0,05$). O teste foi aplicado para cada ácido graxo separadamente, em cada tempo de congelamento. As comparações se referem as amostras com e sem pele.

CP0: com pele, tempo zero de congelamento; SP0: sem pele, tempo zero de congelamento;

CP15: com pele, tempo 15 de congelamento; SP15: sem pele, tempo 15 de congelamento;

CP30: com pele, tempo 30 de congelamento; SP30: sem pele, tempo 30 de congelamento;

CP45: com pele, tempo 45 de congelamento; SP45: sem pele, tempo 45 de congelamento;

N.ID...: não identificados

O percentual do ácido heptadecanóico (17:0) na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele aumentou significativamente. Os percentuais do ácido esteárico (18:0) em todos os períodos de armazenamento foram significativamente maiores nas amostras analisadas sem pele.

Na carpa assada os ácidos graxos encontrados em maior percentual foram os ácidos graxos monoinsaturados. As porcentagens variaram de 44,6% na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele até 63,1% na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada com pele.

Para o ácido palmitoléico (16:1) os percentuais reduziram significativamente nas amostras frescas, congeladas por 45 dias e analisadas sem pele. O ácido oléico (18:1) apresentou redução significativa nas amostras congeladas, armazenadas por 15 e 45 dias e analisada sem pele. O ácido vacênico (18:1,7c) apresentou redução significativa nas amostras frescas, congeladas, armazenadas por 15 e 30 dias e analisadas sem pele.

Os ácidos graxos polinsaturados variaram de 13,3% na amostra congelada, armazenada por 15 dias analisada com pele até 27,3% na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele.

Tiveram aumentos significativos nas amostras analisadas sem pele os ácidos cis-11,14 eicosadienoíco (20:2) na amostra congelada por 45 dias, o cis-8,11,14 eicosatrienoíco (20:3) nas amostras fresca e congelada por 45 dias, o araquidônico (20:4) e o DHA (22:6) nas amostras fresca e congeladas por 30 e 45 dias.

Dados relativos aos teores de ácidos graxos na carpa assada não têm sido relatados na literatura.

Para a carpa cozida a vapor (Tabela 5) os ácidos saturados foram de teor intermediário, assim como na carpa crua e assada. Os percentuais variaram de 23,2% na amostra fresca e analisada com pele até 28,2% na amostra congelada, armazenada por 30 dias e analisada sem pele.

Tabela 5. Percentual dos ácidos graxos (AG) da carpa cozida a vapor, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão).

AG		CP0	SP0	CP15	SP15	CP30	SP30	CP45	SP45
Saturados									
Mirístico	14:0	0,8 ($\pm 0,1$)	0,8 ($\pm -$)	1,2 ($\pm 0,1$)	1,2 ($\pm 0,1$)	1,3 ($\pm -$)	1,1 ($\pm 0,1$)	1,3 ($\pm 0,1$)	1,4 ($\pm 0,1$)
Palmítico	16:0	16,8 ($\pm 0,9$)	16,8 ($\pm 0,9$)	18,7 ($\pm 0,4$)	19,7 ($\pm 1,4$)	18,7 ($\pm 0,4$)	19,0 ($\pm 0,2$)	17,1 ($\pm 0,2$)	17,4 ($\pm 0,5$)
Heptadecanóico	17:0	0,6 ($\pm 0,1$)	1,1* ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm 0,3$)	0,8 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)	1,1* ($\pm 0,1$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)
Esteárico	18:0	4,2 ($\pm 0,1$)	5,1* ($\pm 0,1$)	3,5 ($\pm 0,1$)	4,2* ($\pm 0,1$)	4,8 ($\pm 0,2$)	5,7* ($\pm 0,1$)	3,3 ($\pm 0,1$)	3,6* ($\pm 0,1$)
Behenico	22:0	0,8 ($\pm 0,1$)	1,0 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)	1,0 ($\pm 0,1$)	1,3 ($\pm 0,1$)	0,6 ($\pm -$)	0,6 ($\pm -$)
Σ		23,2	24,8	24,5	26,6	26,5	28,2	22,9	23,7
Monoinsaturados									
Palmitoléico	16:1	6,2 ($\pm 0,1$)	5,6* ($\pm 0,2$)	10,5 ($\pm 0,2$)	9,4 ($\pm 0,7$)	8,6 ($\pm 0,1$)	7,4* ($\pm 0,2$)	9,5 ($\pm 0,4$)	9,3 ($\pm 0,2$)
Oléico	18:1 9c	42,4 ($\pm 1,3$)	38,2 ($\pm 0,8$)	43,7 ($\pm 0,5$)	40,7* ($\pm ,5$)	43,6 ($\pm 1,3$)	39,2* ($\pm 0,6$)	44,9 ($\pm 0,5$)	44,1 ($\pm 0,3$)
Vacênico	18:1 7c	4,1 ($\pm 0,3$)	4,0 ($\pm 0,1$)	5,2 ($\pm 0,1$)	4,3* ($\pm 0,3$)	4,5 ($\pm 0,1$)	4,6 ($\pm 0,2$)	5,1 ($\pm 0,4$)	5,0 ($\pm 0,3$)
Σ		52,7	47,8	59,4	54,4	56,7	51,2	59,5	58,4
Polinsaturados									
Linoléico	18:3 6c	16,4 ($\pm 0,5$)	15,9 ($\pm 0,4$)	10,7 ($\pm 0,4$)	11,7* ($\pm 0,2$)	8,2 ($\pm 0,3$)	8,3 ($\pm 0,1$)	10,3 ($\pm -$)	10,6* ($\pm 0,1$)
Gamalinolênico	18:2 6t	0,4 ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm -$)	0,2 ($\pm -$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,2 ($\pm 0,1$)	0,0* ($\pm -$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,2 ($\pm 0,1$)
Linolênico	18:3 3c	0,8 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm -$)	0,8 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm -$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)
Cis 11-14 Eicosadienóico	20:2	0,6 ($\pm 0,1$)	1,1* ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm 0,3$)	0,8 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)	1,1* ($\pm 0,1$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)
Cis 8-11-14 Eico-trienóico	20:3 6c	0,5 ($\pm -$)	0,7* ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm -$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm -$)	0,5 ($\pm -$)
Araquidônico	20:4 6c	2,8 ($\pm 0,3$)	4,4* ($\pm 0,4$)	1,4 ($\pm 0,3$)	2,5 ($\pm 0,5$)	3,0 ($\pm 0,5$)	5,3* ($\pm 0,2$)	1,8 ($\pm 0,2$)	2,0 ($\pm 0,1$)
EPA	20:5 3c	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,2 ($\pm -$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,2 ($\pm 0,1$)	0,4* ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm -$)	0,3 ($\pm 0,1$)
DHA	22:6 3c	1,1 ($\pm 0,2$)	1,9* ($\pm 0,2$)	0,5 ($\pm 0,1$)	1,1 ($\pm 0,2$)	1,3 ($\pm 0,3$)	2,6* ($\pm 0,1$)	0,9 ($\pm 0,2$)	0,9 ($\pm 0,1$)
Σ		22,6	25,1	14,6	17,9	14,6	18,9	15,4	15,9
Σ N.ID.		1,7	1,7	4,1	3,8	2,5	2,4	2,3	2,2

* diferença significativa pelo Teste t pareado ($p < 0,05$). O teste foi aplicado para cada ácido graxo separadamente, em cada tempo de congelamento. As comparações se referem ao modo de preparo com e sem pele.

CP0: com pele, tempo zero de congelamento; SP0: sem pele, tempo zero de congelamento;
 CP15: com pele, tempo 15 de congelamento; SP15: sem pele, tempo 15 de congelamento;
 CP30: com pele, tempo 30 de congelamento; SP30: sem pele, tempo 30 de congelamento;
 CP45: com pele, tempo 45 de congelamento; SP45: sem pele, tempo 45 de congelamento;
 N.ID.: não identificados

Houve um aumento significativo em todos os períodos de armazenamento sob congelamento dos percentuais do ácido esteárico

(18:0) nas amostras analisadas sem pele. O ácido heptadecanóico (17:0) aumentou significativamente na amostra analisada sem pele fresca e congelada por 30 dias.

Os ácidos graxos monoinsaturados, principais representantes, variaram de 47,8% na amostra fresca e analisada sem pele até 59,5% na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada com pele.

Apresentaram redução significativa na amostra analisada sem pele fresca e congelada por 30 dias o ácido palmitoléico (16:1) e o ácido oléico (18:1) nas amostras analisadas sem pele, congeladas por 15 e 30 dias.

O ácido vacênico (18:1, 7c) aumentou significativamente nas amostras congeladas, armazenadas por 15 e 45 dias e analisadas sem pele.

Os ácidos graxos polinsaturados variaram de 14,6% nas amostras congeladas, armazenadas por 15 e 30 dias e analisadas com pele e sem pele até 25,1% na amostra fresca e analisada sem pele.

Os ácidos graxos que aumentaram significativamente os percentuais nas amostras analisadas sem pele foram o ácido linoléico (18:2) nas amostras congeladas por 15 e 45 dias, o cis-11,14 eicosadienoíco (20:2) nas amostras fresca e congelada por 30 dias, o cis-8,11,14 eicosatrienoíco (20:3) na amostra fresca, o araquidônico (20:4), o EPA (20:5) e o DHA (22:6) na amostra congelada e armazenada por 30 dias.

Para a tilápia do Nilo crua (Tabela 6), os ácidos graxos saturados foram os componentes encontrados em maiores proporções. As percentagens variaram de 41,4% na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele até 46,2% na amostra fresca analisada sem pele. Observou-se um aumento significativo nos percentuais do ácido palmítico (16:0) no tempo 0 na amostra sem pele e uma diminuição significativa do ácido heneicosanóico (21:0) no tempo 45 na amostra sem pele.

Tabela 6. Percentual dos ácidos graxos (AG) da tilápia crua, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão).

AG		CP0	SP0	CP15	SP15	CP30	SP30	CP45	SP45
Saturados									
Laurico	12:0	0,3 ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm -$)	0,4 ($\pm 0,2$)	0,4 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm -$)
Tridecanoico	13:0	0,2 ($\pm -$)	0,2 ($\pm -$)	0,2 ($\pm -$)	0,2 ($\pm -$)	0,2 ($\pm 0,1$)	0,2 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm -$)
Mirístico	14:0	4,4 ($\pm 0,9$)	4,3 ($\pm 0,8$)	4,7 ($\pm 0,3$)	4,6 ($\pm 0,2$)	4,2 ($\pm 0,8$)	3,1 ($\pm 0,1$)	4,4 ($\pm 0,6$)	4,0 ($\pm 0,1$)
Palmítico	16:0	25,9 ($\pm 0,1$)	27,5* ($\pm 0,6$)	26,8 ($\pm 0,7$)	26,9 ($\pm 0,2$)	27,1 ($\pm 2,0$)	28,0 ($\pm 1,7$)	25,3 ($\pm 0,9$)	24,9 ($\pm 0,2$)
Heptadecanoico	17:0	1,4 ($\pm -$)	1,4 ($\pm 0,2$)	1,2 ($\pm 0,2$)	1,2 ($\pm 0,1$)	1,3 ($\pm 0,2$)	1,4 ($\pm 0,2$)	1,5 ($\pm 0,2$)	1,5 ($\pm 0,1$)
Eesteárico	18:0	10,7 ($\pm 0,7$)	11,6 ($\pm 1,0$)	9,0 ($\pm 0,5$)	9,1 ($\pm 0,3$)	9,4 ($\pm 1,0$)	11,0 ($\pm 0,8$)	9,8 ($\pm 0,3$)	10,2 ($\pm 0,2$)
Heneicosanoico	21:0	0,4 ($\pm 0,2$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm -$)	0,4 ($\pm 0,2$)	0,3 ($\pm -$)	0,4 ($\pm -$)	0,0* ($\pm -$)
Behenico	22:0	0,3 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,2 ($\pm -$)	0,2 ($\pm 0,1$)	0,0 ($\pm -$)	0,1 ($\pm 0,1$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)
Σ		43,6	46,2	43,0	43,0	43,0	44,4	42,1	41,4
Monoinsaturados									
Miristoleico	14:1	2,1 ($\pm 0,2$)	1,7 ($\pm 0,7$)	1,7 ($\pm 0,1$)	1,7 ($\pm -$)	1,7 ($\pm 0,3$)	1,9 ($\pm 0,4$)	1,9 ($\pm 0,5$)	2,2 ($\pm 0,1$)
Palmitoleico	16:1	5,3 ($\pm 1,4$)	5,3 ($\pm 1,3$)	6,8 ($\pm 0,1$)	0,5* ($\pm 0,2$)	5,9 ($\pm 0,7$)	4,0* ($\pm 0,4$)	5,5 ($\pm 0,2$)	4,7 ($\pm 0,2$)
Cis-10 Heptade- Canoico	17:1	0,7 ($\pm 0,2$)	0,8 ($\pm 0,2$)	0,8 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm -$)	0,8 ($\pm 0,2$)	0,5 ($\pm 0,2$)	1,0 ($\pm 0,1$)	1,0 ($\pm 0,1$)
Elaidico	18:1 9t	3,4 ($\pm 0,6$)	2,6 ($\pm 0,1$)	2,7 ($\pm 0,3$)	2,7 ($\pm 0,1$)	2,6 ($\pm 0,8$)	2,2 ($\pm 0,3$)	2,7 ($\pm 0,2$)	2,5 ($\pm 0,1$)
Oléico	18:1 9c	22,5 ($\pm 3,1$)	22,7 ($\pm 3,4$)	27,0 ($\pm 2,0$)	25,6 ($\pm 1,3$)	26,5 ($\pm 3,3$)	23,6 ($\pm 3,3$)	23,9 ($\pm 3,0$)	19,1 ($\pm 0,4$)
Vacênico	18:1 7c	0,2 ($\pm 0,1$)	0,2 ($\pm 0,1$)	0,1 ($\pm -$)	0,3* ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,3$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)
Σ		34,2	33,3	39,1	31,5	38,2	32,5	35,0	29,5
Polinsaturados									
Linoléico	18:3 6c	4,7 ($\pm 0,1$)	3,5* ($\pm 0,6$)	4,6 ($\pm 0,1$)	4,8 ($\pm 0,1$)	4,8 ($\pm 0,1$)	4,6 ($\pm 0,3$)	5,5 ($\pm 0,1$)	5,5 ($\pm 0,1$)
Linolênico	18:3 3c	1,0 ($\pm 0,3$)	1,4 ($\pm 0,2$)	2,3 ($\pm 0,2$)	2,1 ($\pm 0,1$)	2,4 ($\pm 0,9$)	1,5 ($\pm 0,2$)	2,2 ($\pm 0,3$)	2,1 ($\pm 0,1$)
Cis-11,14 Eicosa- sadienóico	20:2	0,7 ($\pm 0,1$)	0,8 ($\pm -$)	1,1 ($\pm 0,1$)	1,1 ($\pm -$)	1,4 ($\pm 0,2$)	1,2 ($\pm 0,1$)	1,0 ($\pm 0,1$)	1,1 ($\pm -$)
Cis-8,11,14 Eico- satrienóico	20:3 6c	0,9 ($\pm 0,4$)	1,0 ($\pm 0,4$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,8 ($\pm 0,2$)	0,8 ($\pm 0,1$)	1,0* ($\pm 0,1$)
Cis-11,14,17 Eico- Trienóico	20:3	0,2 ($\pm 0,1$)	0,1 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm -$)
Araquidônico	20:4 6c	4,1 ($\pm 3,3$)	4,9 ($\pm 3,0$)	1,5 ($\pm 0,1$)	2,2 ($\pm 0,4$)	2,1 ($\pm 0,7$)	4,0 ($\pm 1,0$)	3,6 ($\pm 0,4$)	6,1* ($\pm 0,1$)
Cis-13,16 Docosa- Dienóico	22:2	0,3 ($\pm -$)	0,3 ($\pm -$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm -$)
EPA	20:5 3c	0,6 ($\pm 0,4$)	0,8 ($\pm 0,4$)	0,5 ($\pm -$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm 0,2$)	0,9 ($\pm 0,2$)	0,6 ($\pm 0,1$)	1,0* ($\pm -$)
DHA	22:6 3c	3,9 ($\pm 3,3$)	4,8 ($\pm 3,1$)	2,2 ($\pm 0,3$)	3,2 ($\pm 0,5$)	2,6 ($\pm 2,3$)	6,3 ($\pm 1,5$)	3,8 ($\pm 0,5$)	6,9* ($\pm 0,1$)
Σ		15,5	17,4	13,6	15,4	15,2	20,0	18,2	24,5
Σ N. ID		5,5	5,0	4,6	4,3	3,9	3,1	4,8	4,5

* diferença significativa pelo Teste t pareado ($p < 0,05$). O teste foi aplicado para cada ácido graxo separadamente, em cada tempo de congelamento. As comparações se referem ao modo de preparo com e sem pele.

CP0: com pele, tempo zero de congelamento; SP0: sem pele, tempo zero de congelamento;
 CP15: com pele, tempo 15 de congelamento; SP15: sem pele, tempo 15 de congelamento;
 CP30: com pele, tempo 30 de congelamento; SP30: sem pele, tempo 30 de congelamento;
 CP45: com pele, tempo 45 de congelamento; SP45: sem pele, tempo 45 de congelamento;
 N.ID. não identificados

Os ácidos graxos monoinsaturados variaram de 29,5% na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele até 39,1% na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada com pele. O ácido palmitoléico (16:1) apresentou diferenças significativas, diminuindo nos tempos 15 e 30 dias de armazenamento nas amostras analisadas sem pele. O ácido vacênico (18:1, 7c) apresentou aumento significativo na amostra congelada por 15 dias e analisada sem pele.

Os ácidos graxos polinsaturados foram os componentes presentes em menor proporção. As percentagens variaram de 13,6% na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada com pele até 24,5% na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele. Os ácidos graxos que apresentaram aumentos significativos foram os ácidos cis-8,11,14 eicotrienóico (20:3), araquidônico (20:4), EPA (20:5) e DHA (22:6) no tempo 45 nas amostras analisadas sem pele.

O perfil dos ácidos graxos da tilápia do Nilo assada (Tabela 7) mostrou que os ácidos graxos saturados foram os componentes presentes em maior proporção. As percentagens variaram de 43,6% na amostra fresca, analisada com pele até 48,3% na amostra fresca, analisada sem pele. Apresentaram diferenças significativas o ácido tridecanóico (13:0) que diminuiu na amostra fresca e analisada sem pele e o ácido esteárico (18:0) que aumentou na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele.

Tabela 7. Percentual dos ácidos graxos (AG) da tilápia assada, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão).

AG		CP0	SP0	CP15	SP15	CP30	SP30	CP45	SP45
Saturados									
Laurico	12:0	0,2 ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm 0,4$)	0,4 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm -$)	0,3 ($\pm 0,2$)	0,4 ($\pm -$)	0,3 ($\pm 0,1$)
Tridecanoico	13:0	0,2 ($\pm -$)	0,0* ($\pm -$)	0,4 ($\pm -$)	0,4 ($\pm -$)	0,3 ($\pm -$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm -$)	0,3 ($\pm -$)
Mirístico	14:0	4,3 ($\pm 0,1$)	4,0 ($\pm 0,6$)	6,1 ($\pm 0,2$)	5,6 ($\pm 0,1$)	4,8 ($\pm 0,1$)	4,5 ($\pm 0,5$)	5,5 ($\pm 0,2$)	5,0 ($\pm 0,2$)
Palmítico	16:0	25,3 ($\pm 0,6$)	30,3 ($\pm 9,4$)	26,9 ($\pm 0,4$)	26,6 ($\pm 0,2$)	27,6 ($\pm 0,5$)	27,8 ($\pm 0,2$)	27,3 ($\pm 0,4$)	27,3 ($\pm 0,7$)
Heptadecanoico	17:0	1,7 ($\pm -$)	1,6 ($\pm 0,2$)	1,7 ($\pm 0,1$)	1,7 ($\pm 0,1$)	1,8 ($\pm 0,1$)	1,7 ($\pm 0,1$)	1,3 ($\pm 0,1$)	1,4 ($\pm 0,1$)
Eesteárico	18:0	11,4 ($\pm 0,2$)	11,4 ($\pm 1,1$)	8,9 ($\pm 0,2$)	9,4 ($\pm 0,2$)	10,1 ($\pm 0,2$)	10,4 ($\pm 0,1$)	9,2 ($\pm 0,2$)	9,5* ($\pm 0,1$)
Heneicosanoico	21:0	0,3 ($\pm -$)	0,2 ($\pm 0,2$)	0,4 ($\pm -$)	0,4 ($\pm -$)	0,5 ($\pm -$)	0,5 ($\pm -$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm -$)
Behenico	22:0	0,2 ($\pm -$)	0,4 ($\pm 0,3$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm -$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)
Σ		43,6	48,3	45,1	44,9	45,7	45,8	44,6	44,3
Monoinsaturados									
Miristoleico	14:1	2,4 ($\pm 0,1$)	1,9 ($\pm 0,4$)	2,3 ($\pm 0,1$)	2,3 ($\pm 0,1$)	2,3 ($\pm 0,1$)	2,1* ($\pm 0,1$)	1,8 ($\pm 0,1$)	1,9 ($\pm 0,1$)
Palmitoleico	16:1	6,3 ($\pm 0,2$)	4,5 ($\pm 1,6$)	8,9 ($\pm 0,2$)	7,8* ($\pm 0,2$)	6,6 ($\pm 0,1$)	6,0* ($\pm 0,1$)	6,2 ($\pm 0,1$)	5,7* ($\pm 0,1$)
Cis-10 Heptadecanoico	17:1	0,9 ($\pm -$)	0,5 ($\pm 0,5$)	0,1 ($\pm -$)	1,1* ($\pm 0,1$)	1,0 ($\pm 0,1$)	0,9 ($\pm 0,1$)	0,8 ($\pm -$)	0,8 ($\pm -$)
Elaidico	18:1 9t	3,0 ($\pm 0,1$)	3,3 ($\pm 1,1$)	2,7 ($\pm -$)	2,7 ($\pm 0,1$)	3,2 ($\pm 0,1$)	3,2 ($\pm 0,3$)	3,3 ($\pm 0,1$)	3,1 ($\pm 0,1$)
Oléico	18:1 9c	18,8 ($\pm 0,3$)	15,9 ($\pm 3,3$)	21,8 ($\pm 0,3$)	19,7* ($\pm 0,7$)	21,2 ($\pm 0,9$)	20,6 ($\pm 1,6$)	26,4 ($\pm 0,6$)	24,4* ($\pm 0,6$)
Vacênico	18:1 7c	0,5 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm 0,2$)	0,5 ($\pm -$)	0,4 ($\pm 0,1$)	0,1 ($\pm -$)	0,1 ($\pm 0,1$)	0,1 ($\pm 0,1$)	0,3* ($\pm -$)
Σ		31,9	26,4	36,3	34,0	34,4	32,9	38,6	36,2
Polinsaturados									
Linoléico	18:3 6c	5,2 ($\pm -$)	5,3 ($\pm -$)	2,6 ($\pm 0,1$)	2,4 ($\pm 0,1$)	5,0 ($\pm 0,1$)	5,0 ($\pm 0,1$)	4,4 ($\pm 0,3$)	4,5 ($\pm 0,1$)
Linolênico	18:3 3c	2,1 ($\pm -$)	1,5 ($\pm 0,8$)	3,4 ($\pm 0,1$)	3,0* ($\pm -$)	2,5 ($\pm 0,1$)	2,3* ($\pm 0,1$)	1,9 ($\pm 0,1$)	1,9 ($\pm 0,1$)
Cis-11,14 Eicosadienóico	20:2	1,0 ($\pm -$)	0,8 ($\pm 0,4$)	1,4 ($\pm -$)	1,3* ($\pm -$)	1,3 ($\pm 0,1$)	1,2 ($\pm -$)	1,0 ($\pm -$)	1,1 ($\pm 0,1$)
Cis-8,11,14 Eicosatrienóico	20:3 6c	0,8 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,3$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,8 ($\pm 0,1$)	0,8 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)	0,6 ($\pm -$)	0,7 ($\pm 0,1$)
Cis-11,14,17 Eicotrienóico	20:3	0,3 ($\pm -$)	0,2 ($\pm 0,2$)	0,4 ($\pm -$)	0,4 ($\pm -$)	0,4 ($\pm -$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,2 ($\pm -$)	0,3* ($\pm -$)
Araquidônico	20:4 6c	3,8 ($\pm 0,2$)	3,7 ($\pm 2,0$)	1,9 ($\pm 0,2$)	3,3* ($\pm 0,4$)	2,5 ($\pm 0,3$)	2,9 ($\pm 0,2$)	1,5 ($\pm 0,1$)	2,7* ($\pm 0,2$)
Cis-13,16 Docosadienóico	22:2	0,6 ($\pm -$)	0,4 ($\pm 0,4$)	0,8 ($\pm 0,1$)	0,8 ($\pm 0,1$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm -$)	0,4 ($\pm -$)	0,4 ($\pm -$)
EPA	20:5 3c	0,9 ($\pm 0,1$)	0,8 ($\pm 0,5$)	0,7 ($\pm -$)	0,9 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,6 ($\pm -$)	0,3 ($\pm -$)	0,5* ($\pm 0,1$)
DHA	22:6 3c	5,7 ($\pm 0,5$)	6,2 ($\pm 3,6$)	2,7 ($\pm 0,2$)	5,0* ($\pm 0,7$)	2,9 ($\pm 0,4$)	3,4 ($\pm 0,2$)	1,6 ($\pm 0,1$)	2,9* ($\pm 0,2$)
Σ		20,4	19,6	14,5	17,9	16,5	16,9	11,9	15,0
Σ N. ID		4,1	2,4	5,7	5,3	3,3	4,3	4,9	4,3

* diferença significativa pelo Teste t pareado ($p < 0,05$). O teste foi aplicado para cada ácido graxo separadamente, em cada tempo de congelamento. As comparações se referem ao modo de preparo com e sem pele.

CP0: com pele, tempo zero de congelamento; SP0: sem pele, tempo zero de congelamento;

CP15: com pele, tempo 15 de congelamento; SP15: sem pele, tempo 15 de congelamento;

CP30: com pele, tempo 30 de congelamento; SP30: sem pele, tempo 30 de congelamento;

CP45: com pele, tempo 45 de congelamento; SP45: sem pele, tempo 45 de congelamento;

N. ID.: não identificados

Os ácidos graxos monoinsaturados variaram de 26,4% na amostra fresca, analisada sem pele até 38,6% na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada com pele. Houve uma diminuição significativa do ácido miristoléico (14:1) na amostra congelada, armazenada por 30 dias e analisada sem pele, do ácido palmitoléico (16:1) nas amostras congeladas, armazenadas por 15, 30 e 45 dias e analisadas sem pele e do ácido oléico (18:1) nas amostras congeladas, armazenadas por 15 e 45 dias e analisadas sem pele. O ácido vacênico (18:1, 7c) aumentou significativamente na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele.

Os ácidos graxos polinsaturados foram os componentes presentes em menor proporção. As percentagens variaram de 11,9% na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada com pele até 20,4% na amostra fresca e analisada com pele. Observou-se aumentos significativos nos percentuais dos ácidos cis-11,14,17 eicotrienóico (20:3) e EPA (20:5) na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisadas sem pele; ácido araquidônico (20:4) e DHA (22:6) nas amostras congeladas, armazenadas por 15 e 45 dias e analisadas sem pele. Ocorreu diminuição significativa dos ácidos cis-11,14 eicosadienóico (20:2) na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada sem pele e linolênico (18:3) nas amostras congeladas, armazenadas por 15 e 30 dias e analisadas sem pele.

Para a tilápia cozida a vapor (Tabela 8), observou-se perfil semelhante ao encontrado para o peixe cru e assado, ou seja, os ácidos graxos saturados apresentaram-se como os principais componentes. As percentagens variaram de 42,6% na amostra fresca e analisada sem pele até 47,8% na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada com pele.

Tabela 8. Percentual dos ácidos graxos (AG) da tilápia cozida a vapor, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão).

AG		CP0	SP0	CP15	SP15	CP30	SP30	CP45	SP45
Saturados									
Laurico	12:0	0,4 (\pm -)	0,5 (\pm 0,1)	0,4 (\pm 0,1)	0,3 (\pm 0,1)	0,4 (\pm 0,1)	0,4 (\pm 0,1)	-	-
Tridecanoico	13:0	0,3 (\pm -)	0,3 (\pm 0,1)	0,3 (\pm -)	0,2 (\pm 0,1)	0,2 (\pm 0,2)	0,4 (\pm 0,1)	-	-
Mirístico	14:0	5,0 (\pm 0,2)	5,0 (\pm 0,2)	4,1 (\pm 2,4)	4,3 (\pm 0,2)	4,2 (\pm 0,8)	5,7* (\pm 0,9)	4,2 (\pm 0,4)	2,5* (\pm 0,3)
Palmítico	16:0	27,5 (\pm 0,2)	26,2* (\pm 0,2)	31,5 (\pm 0,8)	26,6* (\pm 0,4)	26,9 (\pm 2,2)	29,2 (\pm 0,7)	25,3 (\pm 0,4)	25,2 (\pm 0,1)
Heptadecanoico	17:0	1,4 (\pm -)	1,3 (\pm 0,1)	1,7 (\pm 0,1)	1,5 (\pm 0,1)	1,3 (\pm 0,2)	1,7 (\pm 0,1)	1,7 (\pm 0,1)	1,9 (\pm 0,2)
Eesteárico	18:0	8,9 (\pm 0,2)	8,8 (\pm 0,2)	9,0 (\pm -)	11,2* (\pm 0,1)	9,3 (\pm 0,9)	8,7 (\pm 0,2)	12,5 (\pm 0,4)	13,4 (\pm 0,6)
Heneicosanoico	21:0	0,3 (\pm 0,1)	0,3 (\pm 0,1)	0,5 (\pm -)	0,4* (\pm -)	0,4 (\pm 0,1)	0,5 (\pm 0,1)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)
Behenico	22:0	0,2 (\pm -)	0,2 (\pm -)	0,3 (\pm 0,1)	0,2 (\pm -)	0,1 (\pm 0,1)	0,3 (\pm 0,1)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)
Σ		44,0	42,6	47,8	44,7	42,8	46,9	43,7	43,0
Monoinsaturados									
Miristoleico	14:1	1,7 (\pm 0,1)	2,0* (\pm 0,1)	2,5 (\pm -)	2,0* (\pm -)	1,7 (\pm 0,3)	2,2 (\pm -)	2,8 (\pm 0,1)	3,0 (\pm 0,2)
Palmitoleico	16:1	7,1 (\pm 0,1)	6,6* (\pm 0,2)	7,2 (\pm 0,4)	5,4* (\pm 0,1)	5,8 (\pm 0,6)	7,8* (\pm 0,3)	4,0 (\pm 0,4)	2,7 (\pm 0,3)
Cis-10 Heptadecanoico	17:1	0,9 (\pm -)	0,8 (\pm 0,1)	1,0 (\pm 0,1)	0,8 (\pm 0,1)	0,8 (\pm 0,2)	1,0 (\pm -)	0,8 (\pm 0,2)	0,0* (\pm -)
Elaidico	18:1 9t	1,9 (\pm 0,6)	2,3 (\pm 0,1)	4,2 (\pm 0,1)	3,3* (\pm 0,2)	2,6 (\pm 0,8)	2,6 (\pm 0,1)	2,7 (\pm 0,2)	2,0* (\pm 0,1)
Oléico	18:1 9c	27,1 (\pm 0,4)	25,2 (\pm 1,0)	26,6 (\pm 1,1)	22,3* (\pm 0,3)	26,5 (\pm 3,5)	17,6* (\pm 0,8)	15,8 (\pm 0,6)	13,0* (\pm 0,8)
Vacênico	18:1 7c	0,2 (\pm 0,1)	0,4 (\pm 0,1)	0,2 (\pm -)	0,2 (\pm 0,1)	0,7 (\pm 0,3)	0,1 (\pm -)	0,4 (\pm 0,1)	0,0* (\pm -)
Σ		38,9	37,3	41,7	34,0	38,1	31,3	26,5	20,7
Polinsaturados									
Linoléico	18:3 6c	4,7 (\pm 0,2)	4,9 (\pm 0,1)	5,2 (\pm 0,2)	4,8* (\pm 0,1)	4,8 (\pm 0,2)	4,9 (\pm 0,2)	5,0 (\pm 0,2)	5,1 (\pm 0,2)
Linolênico	18:3 3c	2,2 (\pm 0,1)	2,2 (\pm 0,1)	1,8 (\pm 0,1)	1,3* (\pm 0,1)	2,3 (\pm 0,8)	3,9 (\pm 0,2)	1,6 (\pm 0,1)	1,4 (\pm 0,3)
Cis-11,14 Eicosadienóico	20:2	1,0 (\pm 0,1)	1,0 (\pm 0,1)	1,0 (\pm 0,1)	0,9 (\pm -)	1,4 (\pm 0,2)	1,5 (\pm 0,1)	1,0 (\pm 0,1)	1,0 (\pm 0,1)
Cis-8,11,14 Eicosatrienóico	20:3 6c	0,6 (\pm -)	0,7 (\pm 0,1)	0,8 (\pm -)	0,8 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)	1,1 (\pm 0,1)	1,5 (\pm 0,1)
Cis-11,14,17 Eicotrienóico	20:3	0,3 (\pm -)	0,3 (\pm -)	0,2 (\pm 0,1)	0,2 (\pm -)	0,2 (\pm 0,2)	0,3 (\pm 0,3)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)
Araquidônico	20:4 6c	1,6 (\pm 0,1)	2,7* (\pm 0,3)	2,6 (\pm 0,2)	3,5 (\pm 0,4)	2,1 (\pm 0,7)	2,0 (\pm 0,3)	6,8 (\pm 0,8)	10,6* (\pm 0,5)
Cis-13,16 Docosadienóico	22:2	0,4 (\pm -)	0,4 (\pm 0,1)	0,4 (\pm 0,1)	0,4 (\pm 0,1)	0,5 (\pm 0,1)	0,7 (\pm -)	0,5 (\pm -)	0,0* (\pm -)
EPA	20:5 3c	0,3 (\pm 0,1)	0,5 (\pm 0,1)	0,5 (\pm -)	0,6 (\pm 0,1)	0,5 (\pm 0,2)	0,7 (\pm 0,1)	1,3 (\pm 0,1)	1,9* (\pm 0,1)
DHA	22:6 3c	1,8 (\pm 0,2)	3,0 (\pm 0,4)	2,4 (\pm 0,3)	3,7 (\pm 0,4)	3,2 (\pm 1,3)	3,2 (\pm 0,5)	8,9 (\pm 1,0)	13,6* (\pm 0,3)
Σ		12,9	15,7	14,9	16,2	15,6	17,8	26,2	35,1
Σ N. ID		3,0	3,3	2,3	3,7	2,9	2,6	2,7	1,1

* diferença significativa pelo Teste t pareado ($p < 0,05$). O teste foi aplicado para cada ácido graxo separadamente, em cada tempo de congelamento. As comparações se referem ao modo de preparo com e sem pele.

(-): não houve variação nas médias; desvio padrão zero

CP0: com pele, tempo zero de congelamento; SP0: sem pele, tempo zero de congelamento;

CP15: com pele, tempo 15 de congelamento; SP15: sem pele, tempo 15 de congelamento;

CP30: com pele, tempo 30 de congelamento; SP30: sem pele, tempo 30 de congelamento;

CP45: com pele, tempo 45 de congelamento; SP45: sem pele, tempo 45 de congelamento.

N. ID: não identificados

Houve um aumento significativo dos ácidos mirístico (14:0) na amostra congelada, armazenada por 30 dias e analisada sem pele e diminuição significativa na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele. O ácido palmítico (16:0) diminuiu significativamente nas amostras fresca e congelada, armazenada por 15 dias e analisadas sem pele, o ácido esteárico (18:0) aumentou significativamente na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada sem pele e o ácido heneicosanóico (21:0) diminuiu significativamente na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada sem pele.

Para os ácidos graxos monoinsaturados os percentuais variaram de 20,7% na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele até 41,7% na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada com pele. As diferenças significativas foram para os ácidos miristoleico (14:1) que aumentou na amostra fresca, diminuiu na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisadas sem pele; palmitoleico (16:1) que diminuiu nas amostras fresca e congelada, armazenada por 15 dias e analisada sem pele e aumentou na amostra congelada, armazenada por 30 dias e analisadas sem pele; cis-10-pentadecanóico (17:1) que diminuiu na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele, elaídico (18:1) que diminuiu nas amostras congeladas, armazenadas por 15 e 45 dias e analisadas sem pele e oléico (18:1) que diminuiu nas amostras congeladas, armazenadas por 15, 30 e 45 dias e analisadas sem pele; vacênico (18:1,7c) que diminuiu na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele.

Os ácidos graxos polinsaturados apresentaram-se com a menor proporção. A faixa percentual variou de 12,9% na amostra fresca e analisada com pele até 35,1% na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele. Diferenças significativas foram observadas com redução na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele para os ácidos cis-13,16 docosadienóico (22:2) e linolênico (18:3) na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada sem pele. Por outro lado, observou-se aumento significativo do araquidônico (20:4) nas amostras fresca e congelada, armazenada por 45 dias e

analisadas sem pele e EPA (20:5) e DHA (22:6) na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele.

Para o tambacu cru (Tabela 9) a composição de ácidos graxos saturados variou nas proporções de 33,7% na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada com pele até 42,5% na amostra congelada, armazenada por 30 dias e analisada sem pele.

Tabela 9. Percentual dos ácidos graxos (AG) do tambacu cru, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão).

AG		CP0	SP0	CP15	SP15	CP30	SP30	CP45	SP45
Saturados									
Mirístico	14:0	1,3 (\pm 0,1)	0,9* (\pm 0,1)	1,2 (\pm 0,2)	1,2 (\pm 0,1)	3,9 (\pm 0,8)	3,0 (\pm 0,1)	4,2 (\pm 0,5)	3,8 (\pm 0,1)
Palmítico	16:0	23,6 (\pm 0,6)	21,0* (\pm 0,5)	24,4 (\pm 1,0)	23,6 (\pm 0,4)	25,5 (\pm 2,1)	27,0 (\pm 2,0)	24,2 (\pm 0,9)	23,6 (\pm 0,3)
Heptadecanóico	17:0	0,6 (\pm -)	1,0* (\pm 0,1)	0,5 (\pm 0,1)	0,7 (\pm 0,4)	1,2 (\pm 0,2)	1,3 (\pm 0,2)	1,5 (\pm 0,2)	1,5 (\pm 0,1)
Esteárico	18:0	9,2 (\pm 0,5)	11,5* (\pm 0,2)	8,6 (\pm 0,5)	8,2 (\pm 2,1)	9,0 (\pm 1,0)	10,6 (\pm 0,7)	9,3 (\pm 0,3)	9,7 (\pm 0,3)
Araquídico	20:0	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,2 (\pm 0,2)	0,3 (\pm -)	0,4 (\pm 0,1)	0,3 (\pm -)
Heneico	21:0	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,4 (\pm 0,2)	0,3 (\pm -)	0,4 (\pm -)	0,2 (\pm 0,2)
Σ		34,7	34,4	34,5	33,7	40,2	42,5	40,0	39,1
Monoinsaturados									
Palmitoléico	16:1	5,0 (\pm 0,4)	2,8* (\pm 0,4)	5,4 (\pm 0,6)	4,3 (\pm 0,8)	5,5 (\pm 0,8)	3,9* (\pm 0,4)	5,3 (\pm 0,2)	4,5* (\pm 0,2)
Cis-10 Heptadecanóico	17:1	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,5 (\pm 0,1)	0,7 (\pm 0,4)	0,7 (\pm 0,2)	0,5 (\pm 0,2)	0,9 (\pm 0,1)	0,0* (\pm -)
Elaídico	18:1 9t	0,1 (\pm 0,1)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	2,0 (\pm 0,8)	2,1 (\pm 0,3)	2,5 (\pm 0,2)	2,4 (\pm 0,1)
Oléico	18:19c	36,0 (\pm 0,9)	26,3* (\pm 2,1)	36,5 (\pm 0,6)	33,7 (\pm 5,5)	25,4 (\pm 2,9)	22,9 (\pm 3,4)	22,8 (\pm 3,0)	18,2 (\pm 0,4)
Vacênico	18:1 7c	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,6 (\pm 0,3)	0,3 (\pm 0,1)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)
Σ		41,1	29,1	42,4	38,7	34,7	29,7	31,5	25,1
Polinsaturados									
Linoléico	18:2 6c	12,6 (\pm 0,1)	11,8 (\pm 0,4)	11,7 (\pm 0,4)	13,0 (\pm 3,3)	6,9 (\pm 0,6)	6,3 (\pm 1,3)	7,9 (\pm 0,5)	8,1 (\pm 0,2)
Gamalinolênico	18:3 6c	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,6 (\pm 0,2)	0,4 (\pm 0,1)	0,8 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)
Linolênico	18:3 3c	0,7 (\pm 0,1)	0,8 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)	0,7 (\pm 0,1)	2,3 (\pm 0,9)	1,5 (\pm 0,2)	2,1 (\pm 0,3)	2,0 (\pm 0,1)
Cis 11,14 Eicosadienóico	20:2	0,5 (\pm 0,1)	0,8 (\pm 0,1)	0,6 (\pm 0,1)	0,4 (\pm 0,2)	1,4 (\pm 0,3)	1,1 (\pm 0,1)	0,0 (\pm -)	1,0* (\pm -)
Cis-11,14,17 Eico-trienóico	20:3 3c	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,3 (\pm 0,1)	0,3 (\pm 0,1)	0,3 (\pm -)	0,4* (\pm -)
Araquidônico	20:4 6c	1,2 (\pm 0,6)	5,2* (\pm 0,6)	1,4 (\pm 0,6)	2,7 (\pm 2,0)	2,0 (\pm 0,6)	3,9 (\pm 0,9)	3,4 (\pm 0,4)	5,7* (\pm 0,2)
Cis- 13,16 Docosadienóico	22:2	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,0 (\pm -)	0,5 (\pm 0,1)	0,4 (\pm 0,1)	0,3 (\pm 0,2)	0,4 (\pm -)
EPA	20:5 3c	0,3 (\pm 0,1)	1,2* (\pm 0,2)	0,0 (\pm -)	0,5 (\pm 0,4)	0,5 (\pm 0,2)	0,9 (\pm 0,2)	0,6 (\pm 0,1)	1,0* (\pm -)
DHA	22:6 3c	1,5 (\pm 0,8)	8,5* (\pm 1,5)	1,8 (\pm 1,0)	3,9 (\pm 3,3)	2,5 (\pm 2,2)	6,1 (\pm 1,4)	3,6 (\pm 0,5)	6,5* (\pm 0,2)
Σ		16,8	28,3	16,1	21,2	17,0	20,9	19,0	25,7
Σ N. ID		5,9	4,0	5,7	4,3	6,5	6,0	7,2	6,7

* diferença significativa pelo Teste t pareado ($p < 0,05$). O teste foi aplicado para cada ácido graxo separadamente, em cada tempo de congelamento. As comparações se referem ao modo de preparo com e sem pele. CP0: com pele, tempo zero de congelamento; SP0: sem pele, tempo zero de congelamento; CP15: com pele, tempo 15 de congelamento; SP15: sem pele, tempo 15 de congelamento; CP30: com pele, tempo 30 de congelamento; SP30: sem pele, tempo 30 de congelamento; CP45: com pele, tempo 45 de congelamento; SP45: sem pele, tempo 45 de congelamento; N. ID: não identificados

Ocorreu diminuição significativa dos ácidos mirístico (14:0) e palmítico (16:0) na amostra fresca e analisada sem pele. Os ácidos heptadecanóico (17:0) e esteárico (18:0) aumentaram significativamente na amostra fresca e analisada sem pele.

Os ácidos graxos monoinsaturados variaram de 25,1% na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele até 42,4% na amostra congelada, armazenada por 15 e analisada com pele.

Houve diminuição significativa do ácido palmitoleico (16:1) nas amostras fresca e congelada, armazenadas por 30 e 45 dias e analisada sem pele e do ácido oléico (18:1) na amostra fresca e analisada sem pele.

Os ácidos polinsaturados variaram de 16,1% na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada com pele até 28,3% na amostra fresca e analisada sem pele.

Constataram-se aumentos significativos na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisadas sem pele dos ácidos cis-11,14 eicosadienóico e cis-11,14,17 eicotrienóico (20:3). Nas amostras fresca e congelada, armazenada por 45 dias e analisadas sem pele ocorreram aumentos significativos os ácidos araquidônico (20:4), EPA (20:5) e DHA (22:6).

A composição de ácidos graxos do tambacu assado (Tabela 10) mostrou que os ácidos graxos saturados variaram de 34,1% na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada com pele até 42,9% na amostra congelada, armazenada por 30 dias e analisada sem pele.

Tabela 10. Percentual dos ácidos graxos (AG) do tambacu assado, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão).

AG		CP0	SP0	CP15	SP15	CP30	SP30	CP45	SP45
Saturados									
Mirístico	14:0	1,3 ($\pm 0,1$)	1,3 ($\pm -$)	1,3 ($\pm -$)	1,1 ($\pm 0,1$)	4,6 ($\pm -$)	4,2 ($\pm 0,5$)	5,2 ($\pm 0,2$)	4,6 ($\pm 0,1$)
Palmítico	16:0	23,8 ($\pm 0,6$)	24,1 ($\pm 0,3$)	22,7 ($\pm 0,6$)	22,8 ($\pm 0,6$)	26,0 ($\pm 0,4$)	26,4 ($\pm 0,3$)	25,8 ($\pm 0,4$)	25,4 ($\pm 0,6$)
Heptadecanóico	17:0	0,6 ($\pm -$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,6 ($\pm 0,1$)	1,7 ($\pm 0,1$)	1,6 ($\pm -$)	1,3 ($\pm 0,1$)	1,3 ($\pm -$)
Esteárico	18:0	9,2 ($\pm 0,6$)	9,3 ($\pm 0,6$)	9,6 ($\pm 0,4$)	9,7 ($\pm 0,4$)	9,5 ($\pm 0,2$)	9,9 ($\pm 0,2$)	8,7 ($\pm 0,3$)	8,9 ($\pm 0,1$)
Araquídico	20:0	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,4 ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm -$)	0,3 ($\pm -$)
Heneico	21:0	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,5 ($\pm -$)	0,4* ($\pm -$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm -$)
Σ		34,9	35,2	34,1	34,2	42,7	42,9	41,9	41,0
Monoinsaturados									
Miristoléico	14:1	0,8 ($\pm 0,3$)	1,0 ($\pm 0,5$)	0,9 ($\pm 0,3$)	1,1 ($\pm 0,5$)	1,2 ($\pm -$)	1,9* ($\pm 0,1$)	1,7 ($\pm 0,1$)	1,8 ($\pm 0,1$)
Palmitoléico	16:1	5,1 ($\pm 0,4$)	5,0 ($\pm 0,5$)	4,5 ($\pm 0,2$)	4,1 ($\pm 0,4$)	6,2 ($\pm 0,1$)	5,7* ($\pm 0,2$)	5,8 ($\pm 0,1$)	5,3* ($\pm 0,1$)
Cis-10 Heptadecanóico	17:1	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,6 ($\pm 0,1$)	1,0 ($\pm 0,1$)	0,9 ($\pm -$)	0,8 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm -$)
Elaidico	18:1 9t	0,1 ($\pm 0,1$)	0,1 ($\pm 0,1$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	3,1 ($\pm 0,1$)	3,0 ($\pm 0,4$)	3,1 ($\pm 0,1$)	2,9 ($\pm 0,1$)
Oléico	18:1 9c	36,4 ($\pm 0,9$)	34,4 ($\pm 1,9$)	36,4 ($\pm 1,6$)	35,1 ($\pm 1,7$)	19,9 ($\pm 0,9$)	19,5 ($\pm 1,3$)	25,0 ($\pm 0,5$)	22,7* ($\pm 0,6$)
Vacênico	18:1 7c	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,1 ($\pm -$)	0,3 ($\pm 0,2$)	0,3 ($\pm -$)	0,3 ($\pm -$)
Σ		42,4	40,5	42,3	40,9	31,5	31,3	36,7	33,7
Polinsaturados									
Linoléico	18:2 6c	12,7 ($\pm 0,1$)	12,1* ($\pm 0,2$)	12,6 ($\pm 0,3$)	12,6 ($\pm 0,2$)	6,7 ($\pm 0,2$)	6,9 ($\pm 0,6$)	8,1 ($\pm 0,1$)	8,0 ($\pm 0,1$)
Gamalinoléico	18:3 6c	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,9 ($\pm 0,1$)	0,8* ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)
Linolênico	18:3 3c	0,7 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,6 ($\pm 0,1$)	2,4 ($\pm 0,1$)	2,2 ($\pm 0,1$)	1,8 ($\pm 0,1$)	1,8 ($\pm 0,1$)
Cis 11,14 Eicosadienóico	20:3 6c	0,7 ($\pm 0,2$)	0,9 ($\pm 0,2$)	0,8 ($\pm 0,1$)	0,9 ($\pm 0,2$)	0,7 ($\pm -$)	0,7 ($\pm -$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,7* ($\pm -$)
Cis-11,14,17 Eico-trienóico	20:3 3c	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,4 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm -$)	0,2 ($\pm -$)	0,2 ($\pm -$)
Araquidônico	20:4 6c	1,3 ($\pm 0,6$)	1,7 ($\pm 0,9$)	1,7 ($\pm 0,5$)	2,1 ($\pm 0,8$)	2,3 ($\pm 0,3$)	2,7 ($\pm 0,2$)	1,4 ($\pm -$)	2,5* ($\pm 0,2$)
Cis- 13,16 Docosadienóico	22:2	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm -$)	0,4 ($\pm -$)	0,4 ($\pm -$)
EPA	20:5 3c	0,3 ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm 0,2$)	0,4 ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm -$)	0,5* ($\pm -$)
DHA	22:6 3c	1,5 ($\pm 0,8$)	2,6 ($\pm 1,4$)	2,6 ($\pm 0,8$)	3,3 ($\pm 1,5$)	2,7 ($\pm 0,4$)	3,2 ($\pm 0,2$)	1,5 ($\pm 0,1$)	2,7* ($\pm 0,2$)
Σ		17,2	18,4	18,7	19,9	17,2	17,9	14,9	17,5
Σ N. ID		5,1	5,3	4,6	4,7	7,4	6,7	5,3	6,8

* diferença significativa pelo Teste t pareado ($p < 0,05$). O teste foi aplicado para cada ácido graxo separadamente, em cada tempo de congelamento. As comparações se referem ao modo de preparo com e sem pele.

CP0: com pele, tempo zero de congelamento; SP0: sem pele, tempo zero de congelamento;

CP15: com pele, tempo 15 de congelamento; SP15: sem pele, tempo 15 de congelamento;

CP30: com pele, tempo 30 de congelamento; SP30: sem pele, tempo 30 de congelamento;

CP45: com pele, tempo 45 de congelamento; SP45: sem pele, tempo 45 de congelamento;

N.ID: não identificados

O ácido heneicosanóico (21:0) apresentou diminuição significativa na amostra congelada, armazenada por 30 dias e analisada sem pele.

Os ácidos graxos monoinsaturados variaram de 31,3% na amostra congelada, armazenada por 30 dias e analisada sem pele até 42,4% na amostra fresca e analisada com pele.

Ocorreu aumento significativo do ácido miristoléico (14:1) na amostra congelada, armazenada por 30 dias e analisada sem pele. O ácido palmitoléico (16:1) diminuiu significativamente nas amostras congeladas, armazenadas por 30 e 45 dias e analisadas sem pele.

Os ácidos graxos polinsaturados, componentes presentes em menor quantidade, variaram de 14,9% na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada com pele até 19,9% na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada sem pele.

Observou-se redução significativa do gamalinolênico (18:3) na amostra congelada, armazenada por 30 dias e analisada sem pele, e aumento significativo dos ácidos cis-8,11,14 eicosatrienóico (20:3), araquidônico (20:4), EPA (20:5) e DHA (22:6) na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele.

Para o tambacu cozido a vapor (Tabela 11) os ácidos graxos saturados variaram de 34,8% na amostra fresca e congelada, armazenada por 15 dias e analisada com pele até 43,8% na amostra congelada, armazenada por 30 dias e analisada sem pele.

Tabela 11. Percentual dos ácidos graxos (AG) do tambacu cozido a vapor, com e sem pele, em diferentes tempos de congelamento (média \pm desvio padrão).

AG		CP0	SP0	CP15	SP15	CP30	SP30	CP45	SP45
Saturados									
Mirístico	14:0	1,1 ($\pm 0,1$)	1,2 ($\pm 0,1$)	1,4 ($\pm 0,1$)	1,2 ($\pm 0,1$)	5,3 ($\pm 0,3$)	5,5 ($\pm 1,0$)	4,0 ($\pm 0,4$)	2,3* ($\pm 0,3$)
Palmítico	16:0	23,0 ($\pm 0,4$)	24,0 ($\pm 0,8$)	24,0 ($\pm 0,7$)	23,2 ($\pm 0,5$)	27,3 ($\pm 0,5$)	28,1 ($\pm 1,2$)	24,0 ($\pm 0,4$)	22,9* ($\pm 0,1$)
Heptadecanóico	17:0	0,6 ($\pm 0,1$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm -$)	0,7* ($\pm -$)	1,8 ($\pm 0,2$)	1,6 ($\pm -$)	1,6 ($\pm 0,2$)	1,7 ($\pm 0,2$)
Esteárico	18:0	10,1 ($\pm 0,3$)	9,6 ($\pm 0,1$)	8,9 ($\pm 0,3$)	9,8 ($\pm 0,3$)	7,7 ($\pm 0,5$)	8,3 ($\pm 0,3$)	11,9 ($\pm 0,3$)	12,2 ($\pm 0,6$)
Araquídico	20:0	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,4 ($\pm 0,1$)	0,0* ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)
Heneico	21:0	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,5 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm 0,2$)	0,0 ($\pm -$)	0,1 ($\pm 0,1$)
Σ		34,8	35,4	34,8	34,9	43,0	43,8	41,5	39,2
Monoinsaturados									
Miristoléico	14:1	0,9 ($\pm 0,2$)	0,7 ($\pm 0,1$)	0,8 ($\pm 0,2$)	1,7 ($\pm 0,3$)	2,0 ($\pm 0,1$)	2,1 ($\pm 0,1$)	2,7 ($\pm 0,1$)	2,8 ($\pm 0,2$)
Palmitoléico	16:1	4,1 ($\pm 0,2$)	4,4 ($\pm 0,1$)	5,3 ($\pm 0,3$)	4,2* ($\pm 0,3$)	7,8 ($\pm 0,2$)	7,5 ($\pm 0,4$)	3,8 ($\pm 0,3$)	2,5 ($\pm 0,3$)
Cis-10 Heptadecanóico	17:1	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,5 ($\pm -$)	0,7* ($\pm -$)	1,0 ($\pm 0,1$)	1,0 ($\pm -$)	0,7 ($\pm 0,2$)	0,2* ($\pm -$)
Elaidico	18:1 9t	0,2 ($\pm 0,1$)	0,2 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	2,4 ($\pm 0,2$)	2,5 ($\pm 0,1$)	2,6 ($\pm 0,2$)	1,8* ($\pm 0,1$)
Oléico	18:1 9c	35,4 ($\pm 1,0$)	35,6 ($\pm 0,8$)	36,3 ($\pm 0,8$)	31,2* ($\pm 1,2$)	17,0 ($\pm 1,0$)	16,9 ($\pm 0,5$)	14,9 ($\pm 0,6$)	11,9* ($\pm 0,7$)
Vacênico	18:1 7c	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,1* ($\pm 0,1$)	0,4 ($\pm 0,1$)	0,2 ($\pm -$)
Σ		40,6	40,9	42,9	37,8	30,8	30,1	25,1	19,4
Polinsaturados									
Linoléico	18:2 6c	12,9 ($\pm 0,1$)	13,0 ($\pm 0,2$)	12,4 ($\pm 0,3$)	12,5 ($\pm 0,2$)	6,1 ($\pm 0,1$)	6,2 ($\pm 0,3$)	6,5 ($\pm 0,2$)	6,9* ($\pm 0,2$)
Gamalinoléico	18:3 6c	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,8 ($\pm -$)	0,8 ($\pm 0,2$)	0,6 ($\pm -$)	0,5* ($\pm -$)
Linolênico	18:3 3c	0,6 ($\pm 0,1$)	0,6 ($\pm -$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,9 ($\pm 0,1$)	4,0 ($\pm 0,1$)	3,7 ($\pm 0,1$)	15 ($\pm 0,1$)	1,3 ($\pm 0,2$)
Cis 11,14 Eicosadienóico	20:2	0,5 ($\pm -$)	0,5 ($\pm -$)	0,6 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm -$)	1,5 ($\pm 0,1$)	1,5 ($\pm 0,1$)	1,0 ($\pm 0,1$)	1,0 ($\pm 0,1$)
Cis-8,11,14 Eicosatrienóico	20:3 6c	0,8 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,1$)	1,3* ($\pm 0,2$)	0,5 ($\pm -$)	0,6 ($\pm 0,1$)	1,0 ($\pm 0,1$)	1,4* ($\pm 0,1$)
Cis-11,14,17 Eicosatrienóico	20:3 3c	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,4 ($\pm -$)	0,3 ($\pm 0,2$)	0,0 ($\pm -$)	0,2* ($\pm 0,1$)
Araquidônico	20:4 6c	1,7 ($\pm 0,4$)	1,2 ($\pm 0,2$)	1,4 ($\pm 0,5$)	3,4* ($\pm 0,5$)	1,5 ($\pm 0,1$)	1,9* ($\pm 0,2$)	6,5 ($\pm 0,7$)	9,6* ($\pm 0,4$)
Cis- 13,16 Docosadienóico	22:2	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,0 ($\pm -$)	0,7 ($\pm -$)	0,7 ($\pm -$)	0,4 ($\pm 0,1$)	0,5 ($\pm 0,1$)
EPA	20:5 3c	0,4 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,3 ($\pm 0,1$)	0,7 ($\pm 0,2$)	0,6 ($\pm -$)	0,7 ($\pm 0,1$)	1,2 ($\pm 0,1$)	1,8* ($\pm 0,1$)
DHA	22:6 3c	2,4 ($\pm 0,6$)	1,7 ($\pm 0,3$)	1,9 ($\pm 0,7$)	5,2* ($\pm 0,8$)	2,3 ($\pm 0,1$)	3,1 ($\pm 0,4$)	8,4 ($\pm 0,9$)	12,3* ($\pm 0,4$)
Σ		19,3	18,0	17,9	24,7	18,4	19,5	27,1	35,5
Σ N. ID		5,3	5,6	4,8	3,5	7,6	6,8	6,4	5,9

* diferença significativa pelo Teste t pareado ($p < 0,05$). O teste foi aplicado para cada ácido graxo separadamente, em cada tempo de congelamento. As comparações se referem ao modo de preparo com e sem pele.

CP0: com pele, tempo zero de congelamento; SP0: sem pele, tempo zero de congelamento;

CP15: com pele, tempo 15 de congelamento; SP15: sem pele, tempo 15 de congelamento;

CP30: com pele, tempo 30 de congelamento; SP30: sem pele, tempo 30 de congelamento;

CP45: com pele, tempo 45 de congelamento; SP45: sem pele, tempo 45 de congelamento;

N.ID: não identificados

Houve redução significativa dos ácidos mirístico (14:0) e palmítico (16:0) na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele. O ácido araquídico (20:0) aumentou na amostra congelada, armazenada por 30 dias e analisada sem pele. O ácido heptadecanóico (17:0) houve aumento significativo na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada sem pele.

Os ácidos graxos monoinsaturados apresentaram uma variação de 19,4% na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele até 42,9% na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada com pele.

Verificaram-se reduções significativas do ácido palmitoléico (16:1) na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada sem pele, do ácido elaídico (18:1) na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele e do ácido oléico (18:1) nas amostras congeladas, armazenadas por 15 e 45 dias e analisadas sem pele.

O ácido cis-10 heptadecanóico (17:1) aumentou de forma significativa na amostra congelada, armazenada por 15 dias e diminuiu significativamente na amostra congelada e armazenada por 45 dias, ambos os tempos nas amostras sem pele.

Os ácidos poliinsaturados foram os componentes presentes em menor proporção. Os percentuais variaram de 17,9% na amostra congelada, armazenada por 15 dias e analisada com pele até 35,5% na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele.

Diferenças significativas foram verificadas para os ácidos linoléico (18:2) que aumentou na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele, gamalinolênico (18:3) que diminuiu na amostra congelada e armazenada por 45 dias e analisada sem pele; cis-8,11,14 eicosatrienóico (20:3) que aumentou nas amostras congeladas, armazenadas por 15 e 45 dias e analisadas sem pele; cis-11,14,17 eicotrienóico (20:3) que aumentou na amostra congelada, armazenada por 45 e analisada sem pele; ácido araquidônico (20:4) aumentou nas amostras congeladas, armazenadas por 15, 30 e 45 dias e analisada sem pele; EPA (20:5) e DHA (22:6) que aumentaram na amostra congelada, armazenada por 45 dias e analisada sem pele.

ANDRADE et al. (1995), analisando a composição lipídica de 17 espécies de peixe de água doce, da região Sul do Brasil, encontraram teores semelhantes de ácidos graxos nas espécies estudadas.

Independente da origem dos lipídios, os ácidos graxos monoinsaturados palmitoléico (16:1) e oléico (18:1) são os maiores constituintes (ANDRADE et al. 1995). Analisando as espécies frescas, cruas e com pele observa-se que, os teores de C18:1 foram maiores do que daqueles encontrados para C16:1 na carpa comum, na tilápia do Nilo e no tambacu.

ACKMAN (citado por ANDRADE et al., 1995), relatou que os altos teores de C16:1 são característicos de peixes de água doce. Os teores elevados de C18:1 são de origem endógena, refletindo a dieta do peixe (MENDEZ et al., 1996). Resultados semelhantes foram encontrados para os três peixes em estudo, tendo sido alimentado com ração a tilápia e o tambacu e a carpa com esterco suíno.

Analisando os resultados obtidos para cada peixe observa-se que os ácidos graxos encontrados estão de acordo com a literatura (ANDRADE et al., 1995, BADOLATO et al., 1991, MAIA e RODRIGUES-AMAYA, 1992, MAIA et al., 1994, PUWASTIEN et al., 1999, ACKMAN, 1996, MENDEZ et al., 1996).

Sabe-se que os constituintes químicos do peixe variam entre as diferentes espécies, e mesmo entre indivíduos da mesma espécie, em função da época e local de captura, habitat, sexo, idade, dieta, entre outros fatores (MAIA et al. 1999). Estudos de VAN VLIET e KATAN (1990) confirmaram que a aquicultura moderna, com alimentação à base de grãos, produz peixes com menor teor de ácidos graxos ω -3 do que os que crescem naturalmente em rios e lagos, provavelmente refletindo o tipo de alimentação. Já naquela época afirmavam que a composição química, em especial a composição de ácidos graxos do peixe é influenciada pela composição da dieta.

Durante o processo de cocção os lipídios podem sofrer várias reações como hidrólise e oxidação, que podem afetar o sabor, odor, cor e textura, além de comprometer o valor nutricional (SILVA et al., 1993).

SILVA et al., (1993) estudando as variações ocorridas no conteúdo de lipídios de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) e tainha (*Mugil cephalus*) notaram que não houve uniformidade dos resultados.

Os peixes em estudo (tilápia e tambacu) foram alimentados com ração extrusada contendo 28% de proteína bruta e criados em tanques o que pode ter afetado a composição dos lipídios. Ácidos graxos como o linoléico e linolênico são essenciais na alimentação de pescados e devem fazer parte da dieta (BADOLATO et al., 1994). Pesquisas sobre a composição de ácidos graxos de peixes cultivados e de vida livre demonstram que algumas espécies apresentam maior percentual de EPA e maior proporção de ω -3/ ω -6 quando em vida livre. O ácido linoléico apresenta-se em maior quantidade nas espécies cultivadas (SUZUKI et al., 1986).

A temperatura alta do ambiente tropical é fator condicionante da composição de ácidos graxos dos peixes brasileiros que acumulam ácidos com 16 e 18 carbonos, principalmente 16:0; 16:1; 18:0 e 18:1. Em alguns peixes os ácidos graxos monoinsaturados superam os saturados e, em outros peixes ocorre o contrário, porém o predomínio de um outro grupo de ácido graxo não é muito marcante (CONTRERAS-GUZMAN, 1994).

As alterações nos percentuais de lipídios após o processo de assar e cozer estão relacionadas com o conteúdo lipídico de cada espécie, como também com as temperaturas utilizadas, com o tamanho da espécie, a superfície exposta e a gordura perdida durante o processo de cocção. A distribuição da gordura no peixe é variável de acordo com a porção analisada (GALL et al., 1983).

As técnicas de cocção como assar e cozer parecem não promover qualquer alteração nas proporções de ácidos graxos (HEARN et al., 1987). A estabilidade dos ácidos graxos polinsaturados durante o processo de cocção parece ser relacionada com o tocoferol, antioxidante natural, pois o método de cocção o reduz mantendo constante a concentração de ácidos graxos (SILVA et al., 1993).

Durante o congelamento ocorre aumento de ácidos graxos livres, principalmente do ácido araquidônico. Este é devido, especialmente, a hidrólise dos fosfolipídios, que formam um substrato para a maior parte

destas reações, principalmente na carne branca. A temperatura e o tempo de congelamento são fatores importantes que afetam a qualidade da carne (SARMA et al., 2000). O congelamento lento, em freezer doméstico, pode levar a rompimento das membranas celulares provocando saída de água e cristalização entre as fibras musculares e aumentando a perda durante o descongelamento (FILHO, 1984).

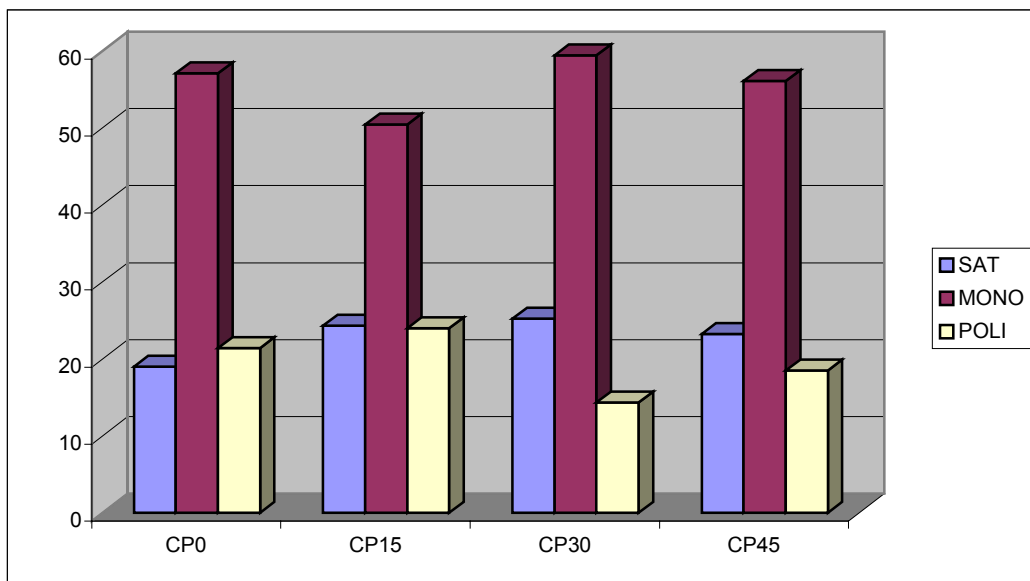
O peixe fresco é um produto altamente perecível, com vida de prateleira de 5 a 15 dias, sob refrigeração; os congelados podem ser estocados em freezer por, aproximadamente, 3 meses, método muito utilizado na conservação de peixes (BADOLATO et al., 1994).

A análise de peixes congelados desperta a atenção de nutricionistas em relação aos efeitos do congelamento sobre a composição química, principalmente, teores de ácidos graxos. Entretanto, existem poucas informações sobre a consequência destes efeitos nos peixes processados. Pesquisas mostram que o descongelamento convencional produz maiores perdas dos lipídios que em microondas, não reportando, no entanto, os efeitos sobre o reaquecimento de alimentos pré-cozidos (CASTRILLÓN, 1997).

6.4. Efeito do Tempo de Congelamento sobre a Composição dos Ácidos Graxos

O tempo zero de congelamento (amostras frescas) foi comparado com os demais tempos de estocagem por congelamento.

As Figuras 11 a 34 ilustram os resultados encontrados para os peixes estudados e submetidos a diferentes tratamentos, enfocando os três grupos de ácidos graxos (saturados, monoinsaturados e polinsaturados).



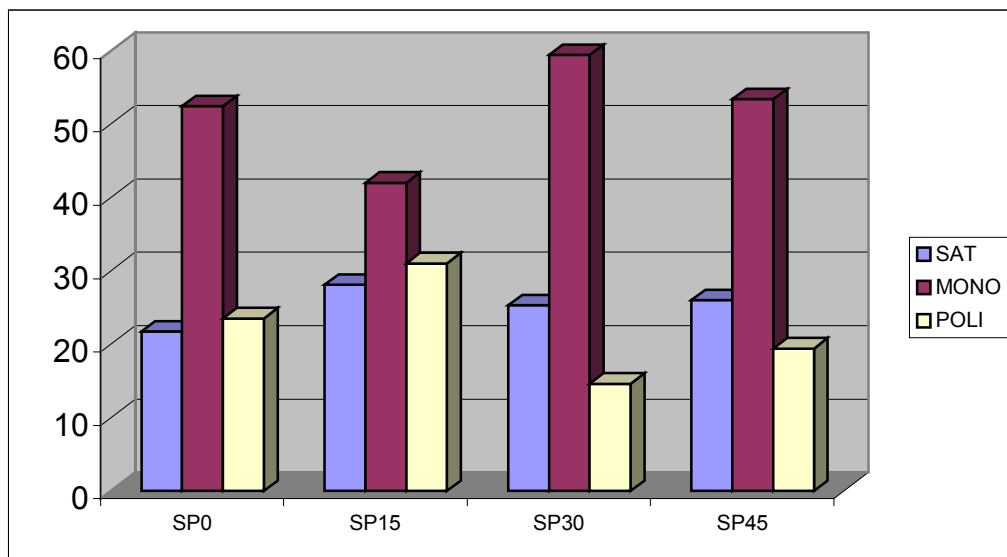
SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 CPO: com pele, tempo de congelamento zero; CP15: com pele, tempo de congelamento 15 dias ; CP30: com pele, tempo de congelamento 30 dias; CP45: com pele, tempo de congelamento 45 dias;

Figura 11. Percentuais de ácidos graxos da carpa crua, com pele, submetida a diferentes tempos de congelamento.

De acordo com a Figura 11, comparando a amostra fresca com os períodos de 15, 30 e 45 dias de armazenamento sob congelamento, observa-se que houve um aumento dos ácidos graxos saturados em todos os tempos de congelamento.

Os ácidos graxos monoinsaturados diminuíram no tempo de 15 dias e aumentaram no tempo de 30 dias de congelamento.

Os polinsaturados tiveram maiores proporções no tempo de 15 dias e diminuíram nos tempos de 30 e 45 dias de congelamento.



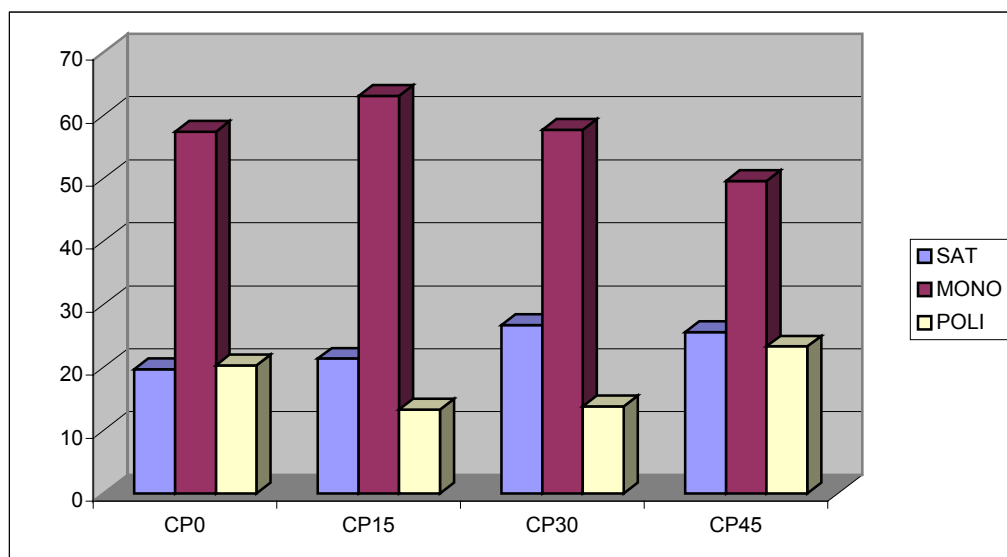
SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 SPO: sem pele, tempo de congelamento zero; SP15: sem pele, tempo de congelamento 15 dias; SP30: sem pele, tempo de congelamento 30 dias; SP45: sem pele, tempo de congelamento 45 dias;

Figura 12. Percentuais de ácidos graxos da carpa crua, sem pele, submetida a diferentes tempos de congelamento.

Verifica-se que, assim como para a carpa crua analisada com pele, os ácidos graxos saturados aumentaram em todos os tempos de armazenamento (Figura 12).

Os ácidos graxos monoinsaturados diminuíram no tempo de 15 dias e aumentaram nos tempos de 30 e 45 dias.

E os ácidos graxos polinsaturados aumentaram no tempo de 15 dias e diminuíram nos tempos de 30 e 45 dias de congelamento.



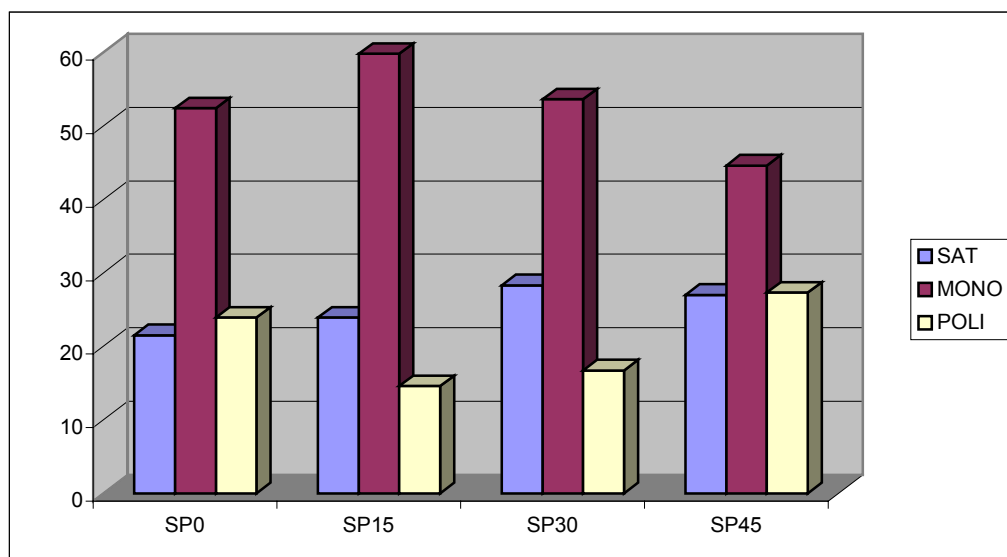
SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 CPO: sem pele, tempo de congelamento zero; CP15: sem pele, tempo de congelamento 15 dias; CP30: sem pele, tempo de congelamento 30 dias; CP45: sem pele, tempo de congelamento 45 dias;

Figura 13. Percentuais de ácidos graxos da carpa assada, com pele, submetida a diferentes tempos de congelamento.

Observa-se que os ácidos graxos saturados aumentaram em todos os tempos de congelamento (Figura 13).

Os ácidos graxos monoinsaturados, em maior proporção em todos os tempos de congelamento, aumentaram no tempo de 15 dias e diminuíram no tempo de 45 dias de congelamento.

Os ácidos polinsaturados tiveram maiores percentuais do que os ácidos graxos saturados nas amostras fresca e congelada por 45 dias. Diminuíram nos tempos de 15 e 30 dias.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 SPO: sem pele, tempo de congelamento zero; SP15: sem pele, tempo de congelamento 15 dias; SP30: sem pele, tempo de congelamento 30 dias; SP45: sem pele, tempo de congelamento 45 dias;

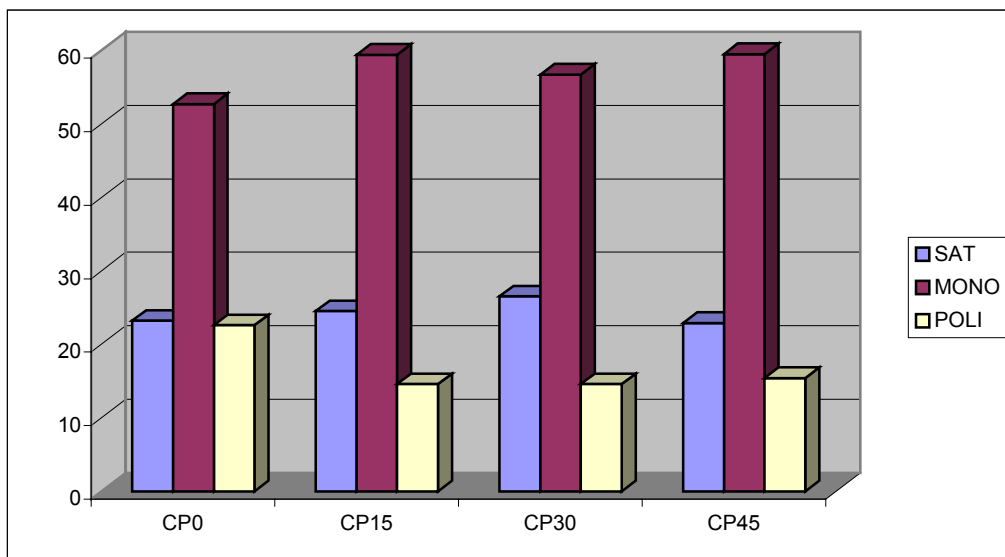
Figura 14. Percentuais de ácidos graxos da carpa assada, sem pele, submetida a diferentes tempos de congelamento.

Verifica-se que, assim como a carpa assada e analisada com pele, os ácidos graxos saturados aumentaram em todos os tempos de congelamento (Figura 14).

Os ácidos graxos monoinsaturados tiveram maiores proporções no tempo de 15 dias de congelamento.

Os ácidos graxos polinsaturados diminuiram nos tempos de 15 e 30 dias de congelamento.

Na amostra analisada com 45 dias de congelamento nota-se a maior proporção de ácidos graxos polinsaturados e menor de ácidos graxos monoinsaturados.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados

CP0: sem pele, tempo de congelamento zero; CP15: sem pele, tempo de congelamento 15 dias; CP30: sem pele, tempo de congelamento 30 dias; CP45: sem pele, tempo de congelamento 45 dias;

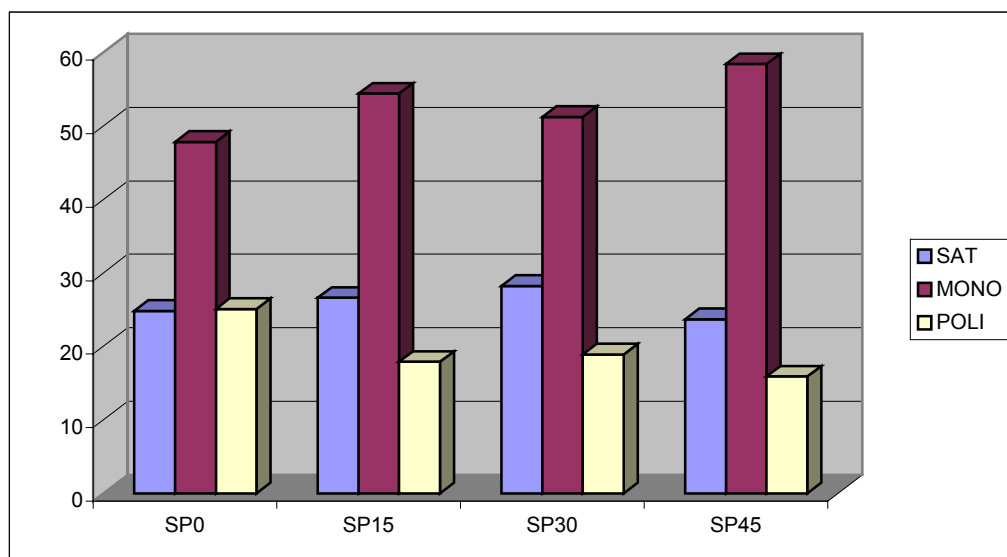
Figura 15. Percentuais de ácidos graxos da carpa cozida à vapor, com pele, submetida a diferentes tempos de congelamento.

Observa-se pela Figura 15 que os ácidos graxos saturados aumentaram nos tempos de 15 e 30 dias e diminuiram no tempo de 45 dias de congelamento.

Os ácidos graxos monoinsaturados foram os de maiores percentuais em todos os tempos de congelamento.

Os ácidos graxos polinsaturados comparados com a amostra fresca tiveram menores teores nos tempos de 15, 30 e 45 dias de congelamento. O maior teor de polinsaturados foi na amostra fresca.

Nota-se na amostra fresca menor teor de ácidos graxos monoinsaturados e maiores de ácidos graxos polinsaturados, e os ácidos graxos saturados com teores próximos aos polinsaturados.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 SPO: sem pele, tempo de congelamento zero; SP15: sem pele, tempo de congelamento 15 dias ; SP30: sem pele, tempo de congelamento 30 dias; SP45: sem pele, tempo de congelamento 45 dias;

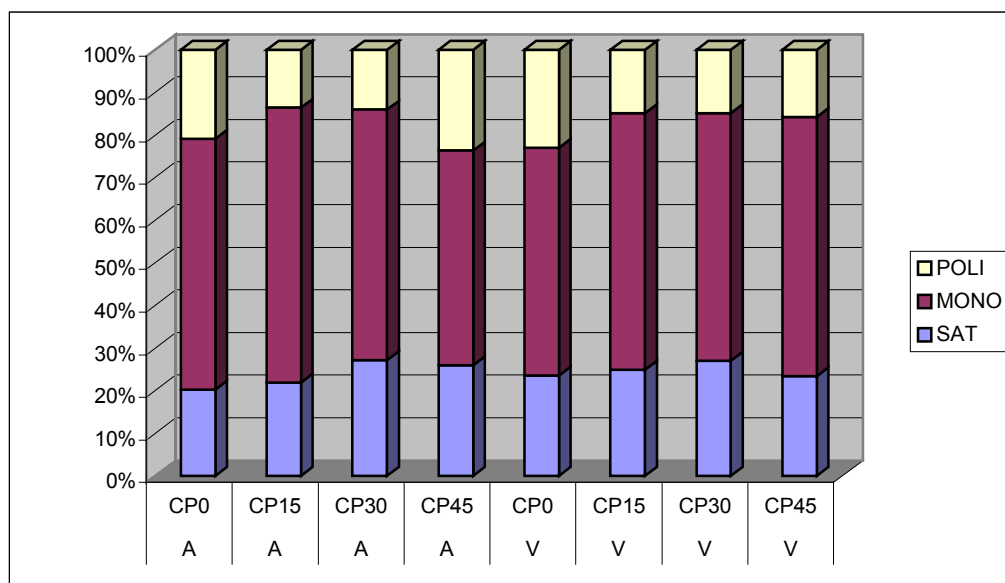
Figura 16. Percentuais de ácidos graxos da carpa cozida a vapor, sem pele, submetida a diferentes tempos de congelamento.

Observa-se que, assim como a carpa cozida a vapor e analisada com pele, os ácidos graxos saturados aumentaram nos tempos de 15 e 30 dias de congelamento (Figura 16).

Os ácidos graxos monoinsaturados foram os ácidos de maior percentual em todos os tempos de congelamento.

Os ácidos graxos polinsaturados diminuíram em todos os tempos de armazenamento.

Como na amostra fresca analisada com pele, a amostra fresca analisada sem pele apresentou menor proporção de ácidos graxos saturados e maior de ácidos graxos polinsaturados, sendo as duas classes de ácidos graxos bem próximas.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 CPO: com pele, tempo de congelamento zero; CP15: com pele, tempo de congelamento 15 dias; CP30: com pele, tempo de congelamento 30 dias; CP45: com pele, tempo de congelamento 45 dias; A: assada. V: cozida a vapor.

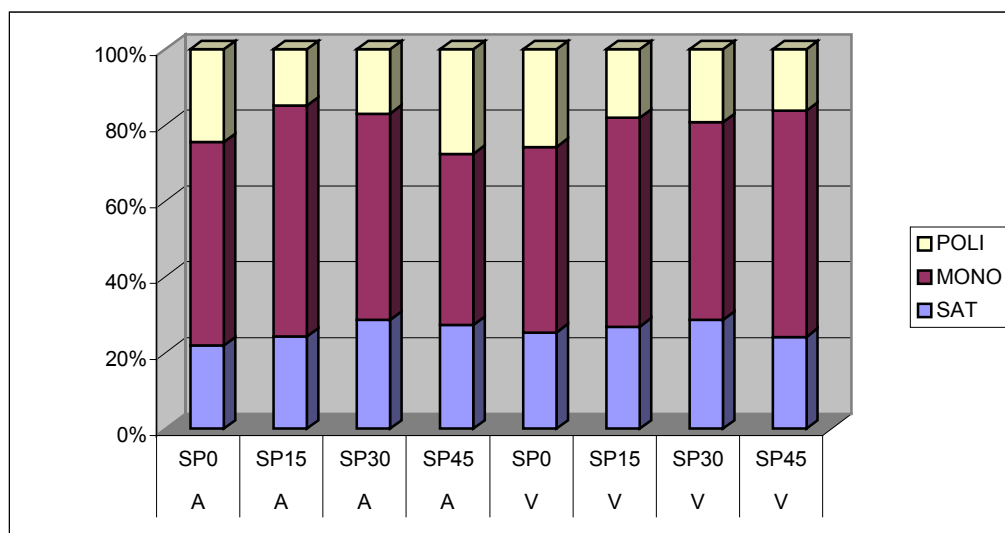
Figura 17. Comparação da composição de ácidos graxos da carpa com pele submetida a diferentes tratamentos.

Na Figura 17 observa-se que não houve grandes variações nos percentuais dos três tipos de ácidos graxos quando a carpa com pele foi submetida a cocção assada ou por vapor, e ao longo dos diferentes tempos de congelamento. Desta forma, os métodos de cocção e o congelamento por diferentes tempos parecem não ter influenciado nos percentuais dos ácidos graxos.

Os ácidos graxos monoinsaturados em todos os tempos e métodos de cocção foram os de maior proporção.

Na preparação assada com 45 dias de congelamento o teor de ácidos graxos monoinsaturados foi menor e na preparação cozida a vapor a amostra fresca apresentou menor teor.

No preparo assado os polinsaturados tiveram proporções maiores na amostra fresca e com 45 dias de congelamento, sendo o mesmo perfil nas amostras preparadas a vapor.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 SPO: sem pele, tempo de congelamento zero; SP15: sem pele, tempo de congelamento 15 dias; SP30: sem pele, tempo de congelamento 30 dias; SP45: sem pele, tempo de congelamento 45 dias;
 A: Assado; V: Cozido a vapor.

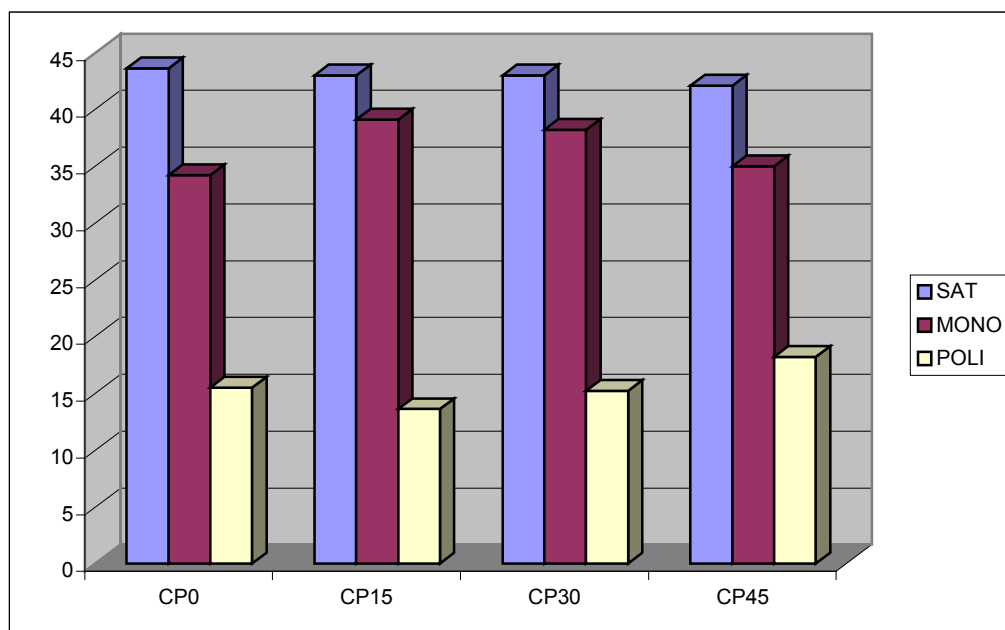
Figura 18. Comparação da composição de ácidos graxos da carpa sem pele submetida a diferentes tratamentos.

Na Figura 18 observa-se que a carpa assada e a vapor analisadas sem pele apresentaram menor percentual de ácidos graxos saturados.

Os ácidos graxos de maior proporção foram os monoinsaturados, sendo nas preparações assadas menor teor na amostra com 45 dias de congelamento e nas preparações cozidas a vapor na amostra fresca.

Os ácidos graxos polinsaturados tiveram maior percentual nas amostras fresca, congelada por 45 dias e assada, e na amostra fresca e cozida a vapor.

Na preparação assada os polinsaturados tiveram maior proporção nas amostras fresca e com 45 dias de congelamento. A preparação a vapor teve maior proporção de ácidos graxos polinsaturados na amostra fresca e com o tempo de congelamento as proporções foram diminuindo. A identificação e quantificação dos ácidos graxos polinsaturados são necessárias para determinar se o aumento está relacionado com a elevação de ácidos graxos da série ω -3, que justifica o consumo de peixe devido aos efeitos benéficos na prevenção de doenças cardiovasculares sugeridos a partir de evidências epidemiológicas (CONNOR, 2001, SIMOPOULOS 2001).



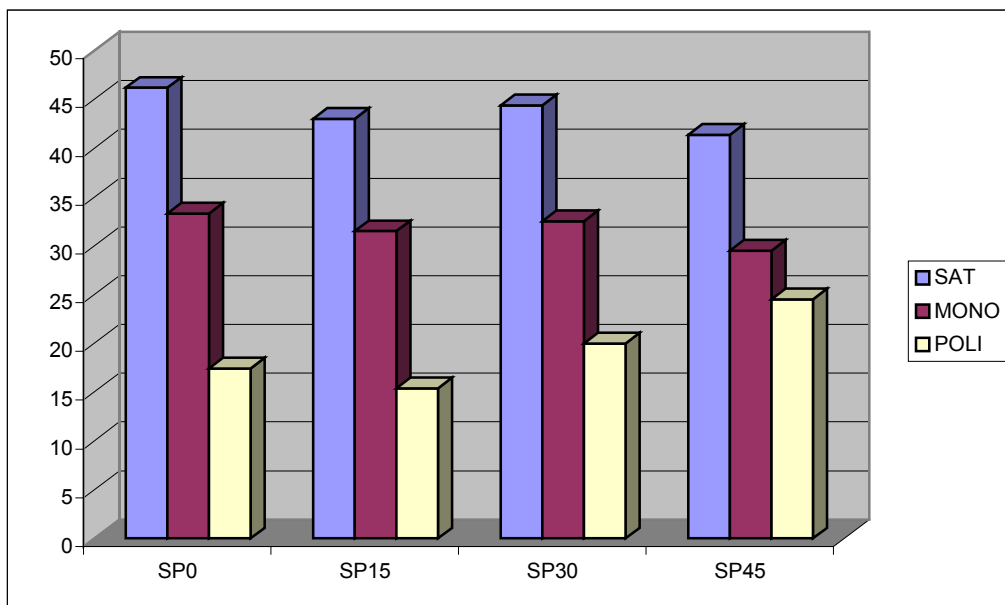
SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 CPO: com pele, tempo de congelamento zero; CP15: com pele, tempo de congelamento 15 dias; CP30: com pele, tempo de congelamento 30 dias; CP45: com pele, tempo de congelamento 45 dias;

Figura 19. Percentuais de ácidos graxos da tilápia do Nilo crua, com pele, submetida a diferentes tempos de congelamento.

Observando os ácidos saturados nota-se que foram os mais altos em todos os tempos, sendo mais alto na amostra fresca (Figura 19). Os monoinsaturados foram maiores na amostra congelada e armazenada por 15 dias. Os polinsaturados apresentaram maiores percentuais na amostra congelada e armazenada por 45 dias, sendo que ocorreu diminuição seguida de ligeira elevação nas amostras congeladas e armazenadas por 15 e 30 dias.

A tilápia analisada crua com pele mantém perfil de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados semelhante nos diversos períodos de congelamento. A temperatura de armazenamento parece não ter influenciado nos teores de ácidos graxos.

Embora a tilápia tenha maior percentual de ácidos graxos saturados, o total de lipídios é muito baixo, variando de 0,48 a 0,79%, nas amostras analisadas com e sem pele, respectivamente (Tabela 1).

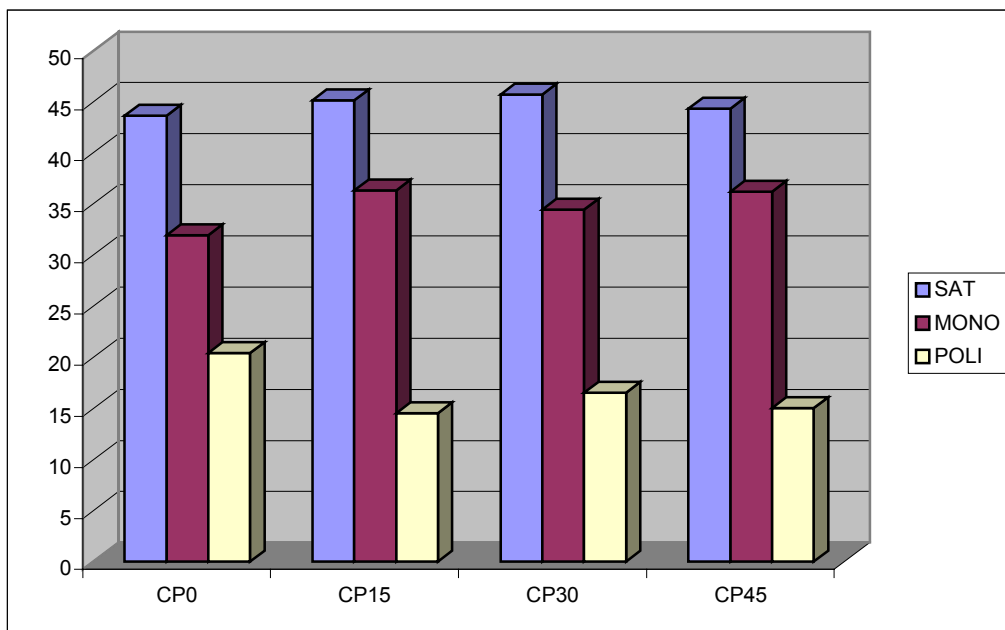


SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 SPO: com pele, tempo de congelamento zero; SP15: com pele, tempo de congelamento 15 dias; SP30: com pele, tempo de congelamento 30 dias; SP45: com pele, tempo de congelamento 45 dias;

Figura 20. Percentuais de ácidos graxos da tilápia do Nilo crua, sem pele, submetida a diferentes tempos de congelamento.

Verifica-se que os ácidos saturados, monoinsaturados e polinsaturados tiveram comportamentos bem semelhantes aos da tilápia crua com pele (Figura 20). Os ácidos graxos saturados apresentaram maior percentual em todos os tempos de congelamento e os monoinsaturados tiveram maior percentual na amostra fresca. Os polinsaturados mostraram maiores percentuais na amostra congelada, armazenada por 45 dias de congelamento.

A tilápia analisada crua, congelada e armazenada por 45 dias apresentou maior proporção de ácidos graxos polinsaturados e menor de ácidos graxos saturados.

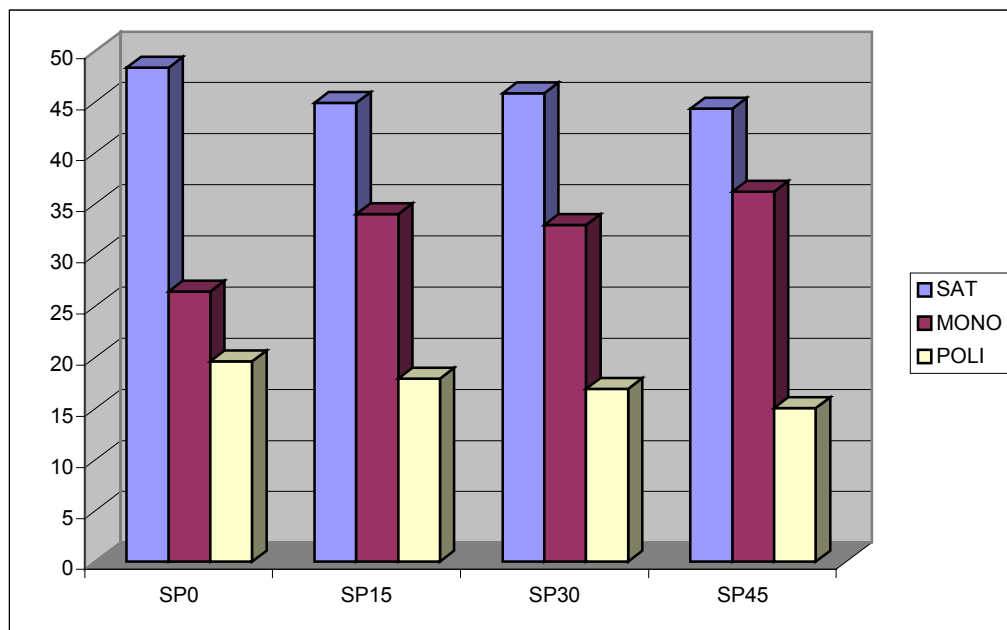


SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 CPO: com pele, tempo de congelamento zero; CP15: com pele, tempo de congelamento 15 dias; CP30: com pele, tempo de congelamento 30 dias; CP45: com pele, tempo de congelamento 45 dias;

Figura 21. Percentuais de ácidos graxos da tilápia do Nilo assada, com pele, submetida a diferentes tempos de congelamento.

Observa-se pela Figura 21 que os ácidos saturados são de maiores percentuais em todos os tempos, como nas amostras analisadas cruas com e sem pele. O maior percentual de ácidos graxos saturados foi na amostra congelada e armazenada por 30 dias. Os monoinsaturados foram maior na amostra congelada e armazenada por 45 dias. Os ácidos graxos polinsaturados foram maior na amostra fresca.

A tilápia assada analisada com pele apresentou maior percentual de ácidos graxos polinsaturados e menor de ácidos graxos saturados na amostra analisada fresca.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 SPO: sem pele, tempo de congelamento zero; SP15: sem pele, tempo de congelamento 15 dias; SP30: sem pele, tempo de congelamento 30 dias; SP45: sem pele, tempo de congelamento 45 dias;

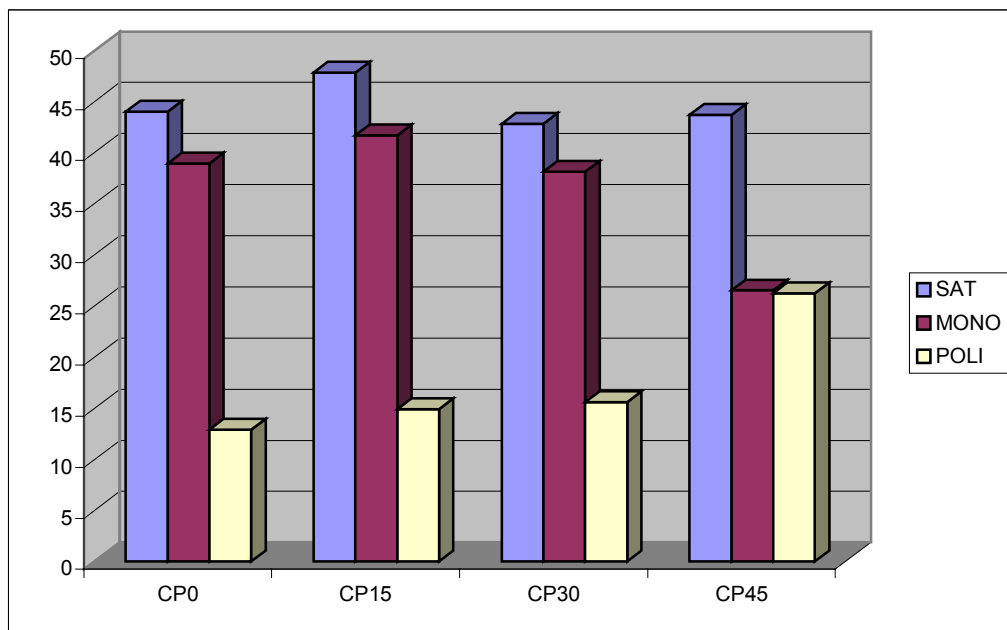
Figura 22. Percentuais de ácidos graxos da tilápia do Nilo assada, sem pele, submetida a diferentes tempos de congelamento.

Verifica-se pela Figura 22, assim como para a tilápia assada com pele, maiores percentuais de ácidos graxos saturados na amostra fresca.

Os ácidos graxos monoinsaturados na amostra congelada por 45 dias apresentaram maior proporção.

Os ácidos graxos polinsaturados tiveram maior percentual na amostra fresca.

A amostra fresca e analisada sem pele apresentou maior proporção de ácidos graxos saturados, menor de monoinsaturados e maior de polinsaturados.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 CPO: com pele, tempo de congelamento zero; CP15: com pele, tempo de congelamento 15 dias; CP30: com pele, tempo de congelamento 30 dias; CP45: com pele, tempo de congelamento 45 dias;

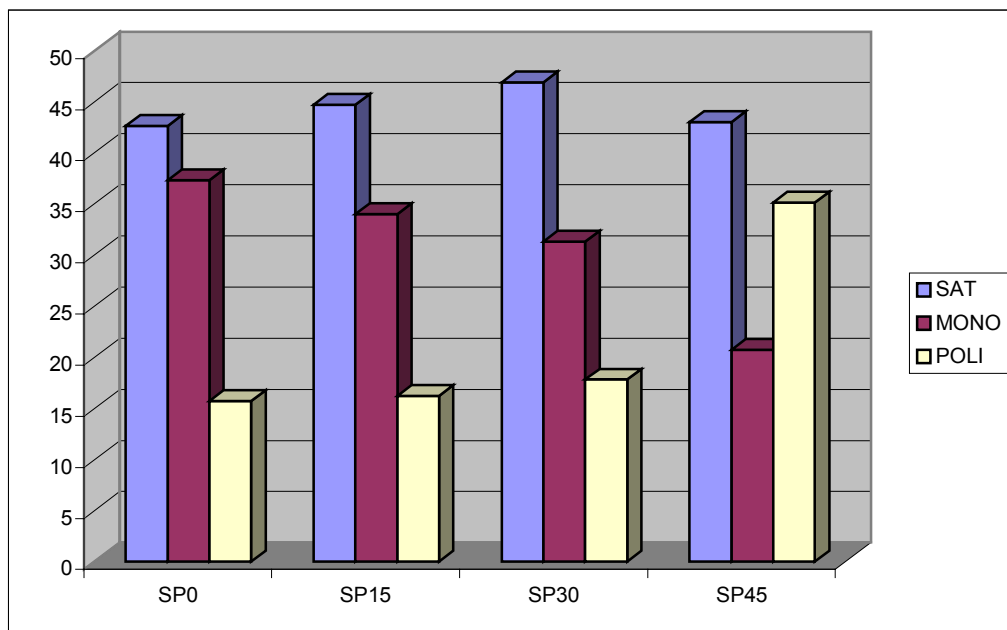
Figura 23. Percentuais de ácidos graxos da tilápia do Nilo cozida a vapor, com pele submetida a diferentes tempos de congelamento.

Na Figura 23 observa-se que os ácidos com maiores percentuais foram os ácidos graxos saturados.

Os ácidos graxos monoinsaturados em maior proporção foi na amostra congelada e armazenada por 15 dias.

Na amostra congelada e armazenada por 45 dias a tilápia apresentou maior percentual de ácidos graxos polinsaturados e menor de ácidos graxos monoinsaturados.

A amostra fresca teve o menor percentual de ácidos graxos polinsaturados.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 SPO: sem pele, tempo de congelamento zero; SP15: sem pele, tempo de congelamento 15 dias; SP30: sem pele, tempo de congelamento 30 dias; SP45: sem pele, tempo de congelamento 45 dias.

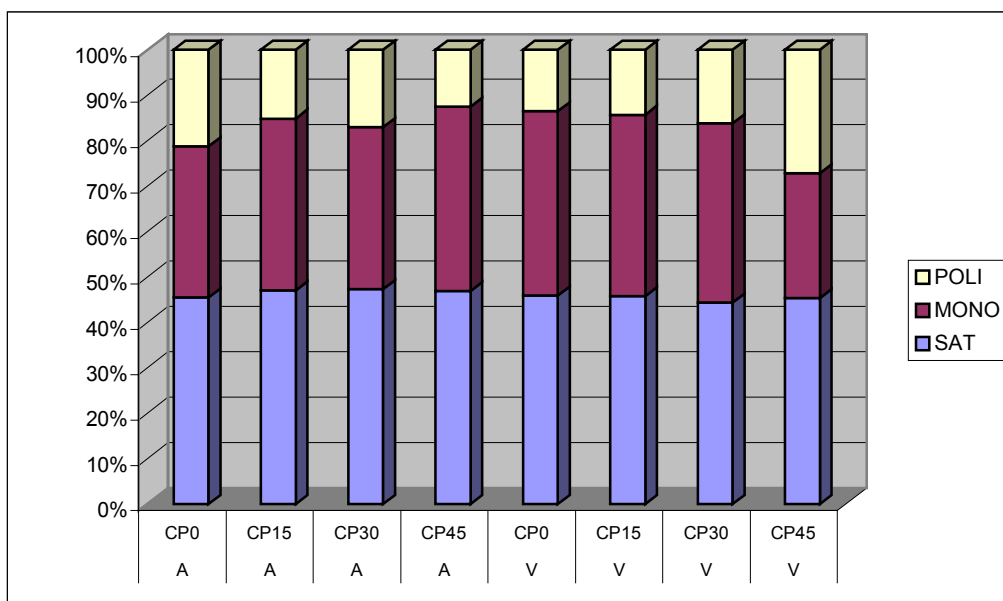
Figura 24. Percentuais de ácidos graxos da tilápia do Nilo cozida a vapor, sem pele, submetida a diferentes tempos de congelamento.

Observa-se, na amostra congelada e armazenada por 45 dias elevação acentuada de ácidos graxos polinsaturados, que foi maior que os ácidos graxos monoinsaturados (Figura 24).

Os ácidos graxos saturados foram os de maiores percentuais, sendo mais elevados na amostra congelada e armazenada por 30 dias.

Os ácidos graxos monoinsaturados com menor percentual foram na amostra congelada e armazenada por 45 dias.

A amostra fresca apresentou maior proporção de ácidos graxos monoinsaturados e menor de ácidos graxos polinsaturados. A amostra congelada e armazenada por 45 dias mostrou maior proporção de ácidos graxos polinsaturados e menor de monoinsaturados.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 CPO: com pele, tempo de congelamento zero; CP15: com pele, tempo de congelamento 15 dias; CP30: com pele, tempo de congelamento 30 dias; CP45: com pele, tempo de congelamento 45 dias; A: assada; V: cocção a vapor.

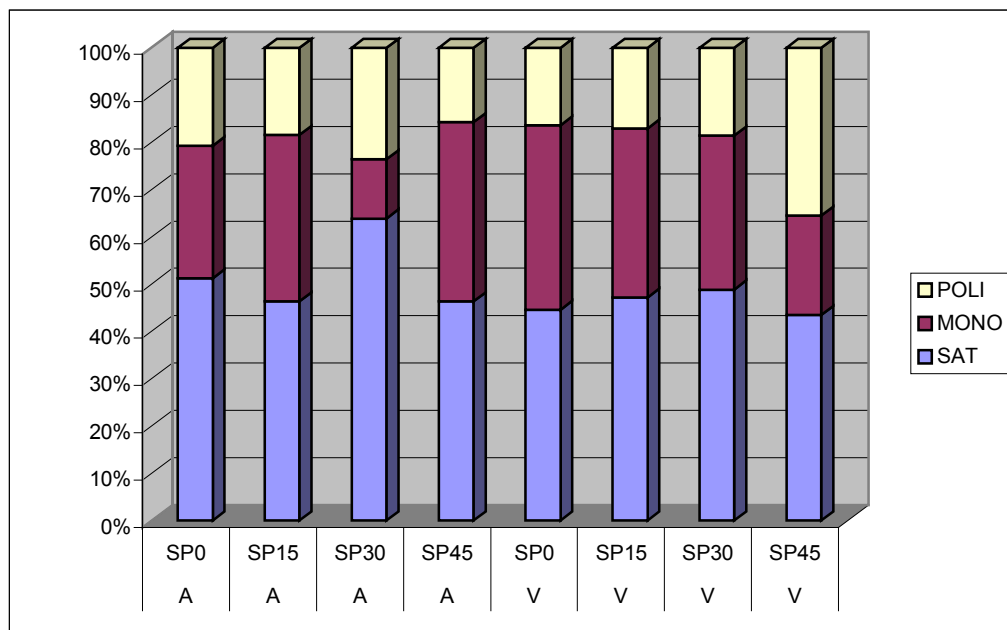
Figura 25. Comparação da composição de ácidos graxos da tilápia do Nilo com pele submetida a diferentes tratamentos.

Comparando os ácidos graxos polinsaturados (Figura 25) observa-se maior percentual na tilápia fresca e assada e congelada, armazenada por 45 dias e cozida a vapor.

Os ácidos graxos polinsaturados, na tilápia assada, foram diminuindo com o tempo de congelamento e aumentando na tilápia cozida a vapor.

Os ácidos graxos monoinsaturados, no processo a vapor, foram diminuindo durante os períodos de congelamento.

Os ácidos saturados tiveram comportamento semelhante no período de congelamento e nos processos de cocção.

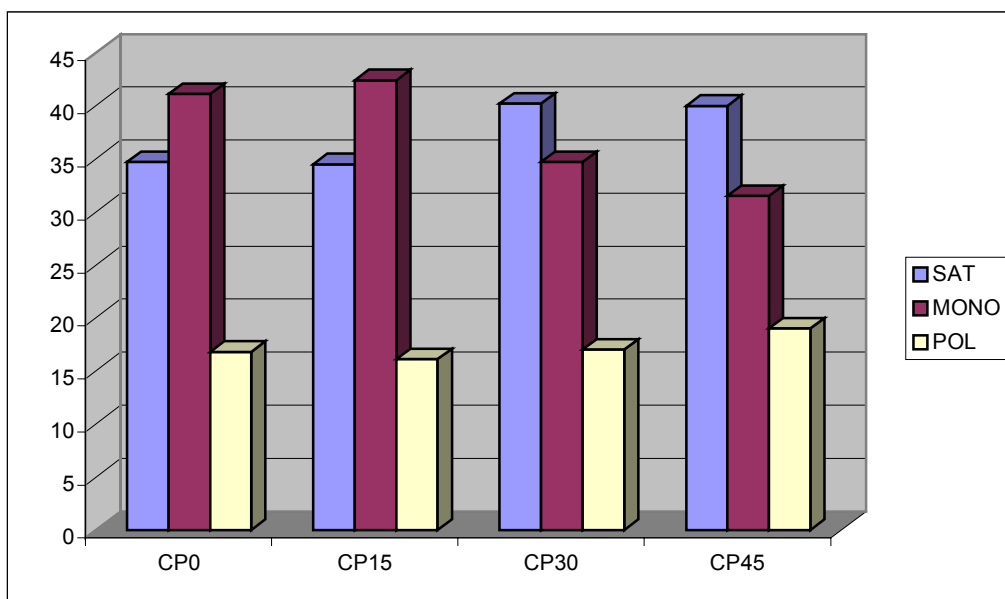


SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 SPO: sem pele, tempo de congelamento zero; SP15: sem pele, tempo de congelamento 15 dias; SP30: sem pele, tempo de congelamento 30 dias; SP45: sem pele, tempo de congelamento 45 dias; A: assada; V: cocção a vapor

Figura 26. Comparação da composição de ácidos graxos da tilápia do Nilo sem pele submetida a diferentes tratamentos.

Verifica-se através da Figura 26 que as amostras de tilápia assada e cozida a vapor, analisadas sem pele apresentaram percentuais diferentes de ácidos graxos polinsaturados. O maior percentual foi na amostra congelada, armazenada por 45 dias e cozida à vapor, assim como para as amostras com pele.

Na tilápia assada o perfil dos ácidos graxos foi semelhante nas amostras congeladas e armazenadas por 15, 30 e 45 dias. Na amostra fresca apresentaram o menor percentual de ácidos graxos monoinsaturados e maior de ácidos graxos polinsaturados. Com o tempo de congelamento os percentuais de ácidos graxos polinsaturados foram aumentando na tilápia cozida a vapor.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 CPO: com pele, tempo de congelamento zero; CP15: com pele, tempo de congelamento 15 dias ; CP30: com pele, tempo de congelamento 30 dias; CP45: com pele, tempo de congelamento 45 dias. C: cru.

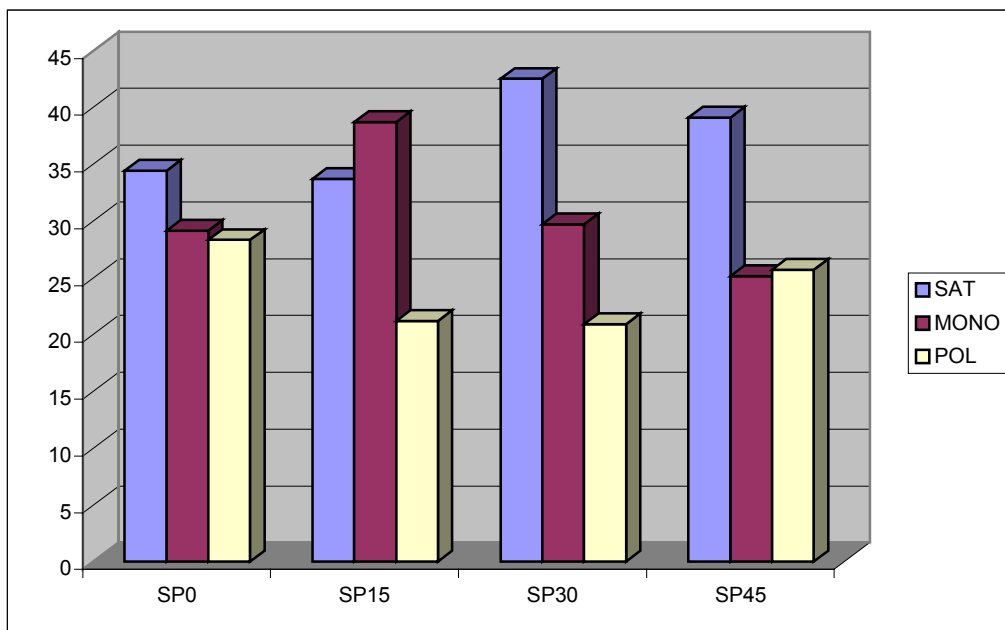
Figura 27. Percentuais de ácidos graxos do tambacu cru, com pele e submetido a diferentes tempos de congelamento.

Verifica-se que os maiores percentuais de ácidos graxos saturados ocorreram nas amostras congeladas por 30 e 45 dias de congelamento (Figura 27).

Os ácidos graxos monoinsaturados tiveram maiores percentuais no tempo de 15 dias de congelamento e sofreram reduções nos tempos de 30 e 45 dias

Os percentuais de ácidos graxos polinsaturados não sofreram grandes variações nos diversos tempos de congelamento.

A amostra congelada e analisada com 45 dias apresentou o menor percentual de ácidos graxos monoinsaturados e maior de ácidos graxos polinsaturados.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 SPO: sem pele, tempo de congelamento zero; SP15: sem pele, tempo de congelamento 15 dias; SP30: sem pele, tempo de congelamento 30 dias; SP45: sem pele, tempo de congelamento 45 dias. C: cru.

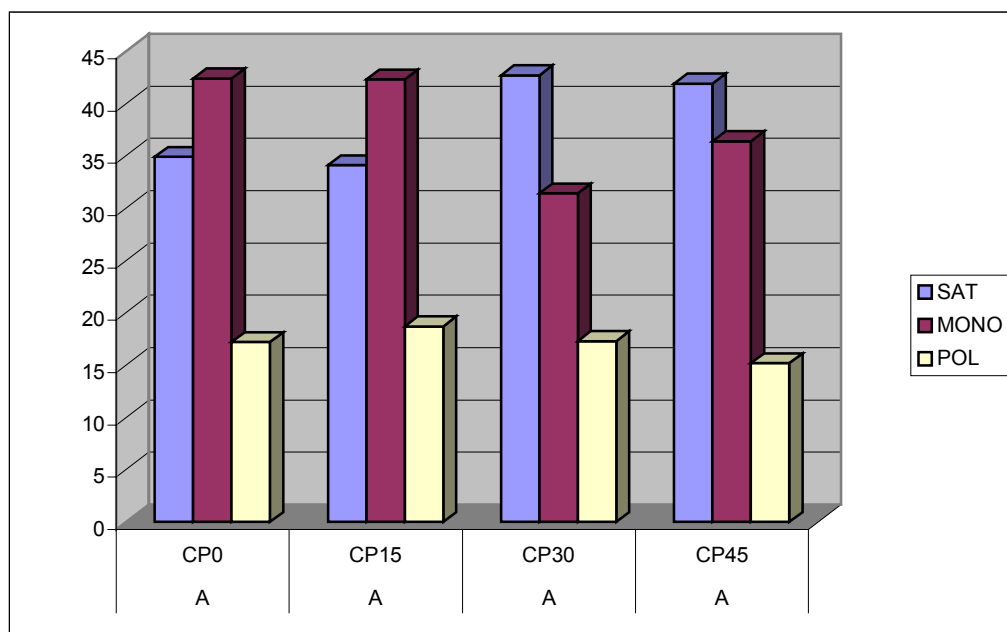
Figura 28. Percentuais de ácidos graxos do tambacu cru, sem pele e submetido a diferentes tempos de congelamento.

Na Figura 28 verifica-se que o tambacu analisado sem pele teve os ácidos graxos saturados em maiores percentuais nas amostras com 30 e 45 dias de congelamento.

Os ácidos graxos monoinsaturados tiveram o maior percentual na amostra com 15 dias. Na amostra fresca os percentuais de ácidos graxos monoinsaturados e polinsaturados ficaram bem próximos.

O maior percentual de polinsaturados foi na amostra fresca seguido de diminuição entre os tempos 15 e 30 dias de congelamento e depois elevação na amostra congelada por 45 dias.

Esse perfil não foi observado no tambacu cru com pele (Figura 27), que apresentou teores inferiores de ácidos graxos polinsaturados na amostra fresca.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 CPO: com pele, tempo de congelamento zero; CP15: com pele, tempo de congelamento 15 dias; CP30: com pele, tempo de congelamento 30 dias; CP45: com pele, tempo de congelamento 45 dias. A: assado.

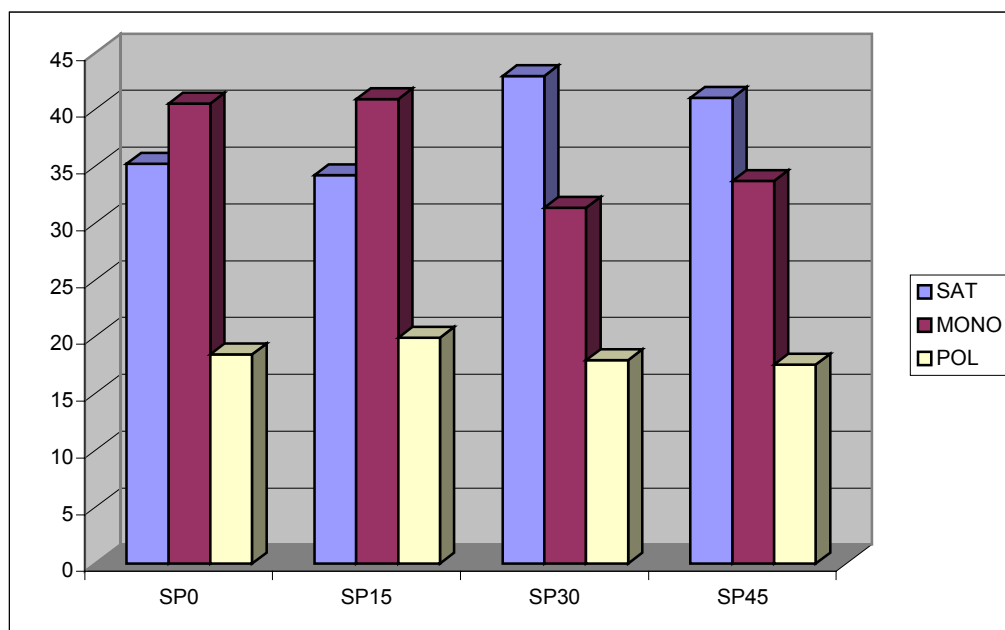
Figura 29. Percentuais de ácidos graxos do tambacu assado, com pele e submetido a diferentes tempos de congelamento.

Pela Figura 29 observa-se que o tambacu assado e analisado com pele teve maior percentual de ácidos graxos saturados na amostra com 30 dias de congelamento e iguais nas amostras fresca e congelada por 15 dias.

O comportamento dos ácidos graxos monoinsaturados e dos polinsaturados foi semelhante nas amostras frescas, congeladas por 15 e 30 dias. Diminuiu ligeiramente na amostra com 45 dias, sendo o menor percentual de ácidos graxos polinsaturados.

O tempo de congelamento que apresentou maior teor de polinsaturados foi de 15 dias.

O comportamento do tambacu assado e analisado com pele foi semelhante ao tambacu cru e analisado com pele (Figura 27).



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 SPO: sem pele, tempo de congelamento zero; SP15: sem pele, tempo de congelamento 15 dias; SP30: sem pele, tempo de congelamento 30 dias; SP45: sem pele, tempo de congelamento 45 dias. A: assado.

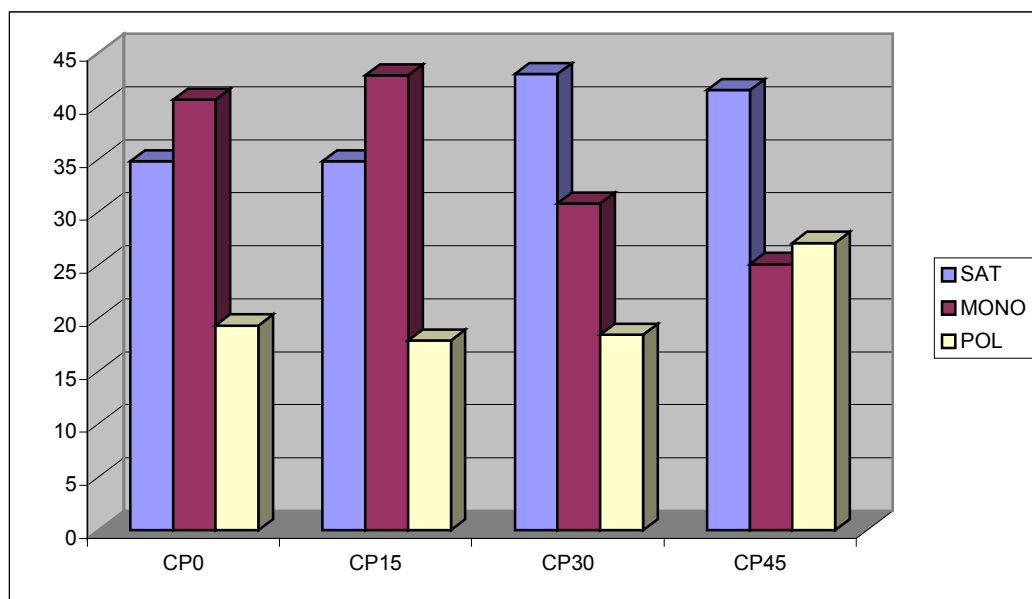
Figura 30. Percentuais de ácidos graxos do tambacu assado, sem pele e submetido a diferentes tempos de congelamento.

Verifica-se pela Figura 30 que o tambacu assado e analisado sem pele, de maneira semelhante ao tambacu assado e analisado com pele (Figura 29) apresentou percentuais próximos de ácidos graxos saturados nas amostras frescas e congelada por 15 dias, enquanto nas amostras por 30 e 45 dias apresentou elevação nos percentuais.

Para os ácidos graxos monoinsaturados os maiores percentuais foram encontrados quando se analisou amostra fresca e por 15 dias de congelamento.

Os percentuais de ácidos graxos polinsaturados foram semelhantes em todos os tempos de armazenamento sob congelamento. Tal resultado indica que o tempo de congelamento não interferiu nos teores deste grupo de ácidos graxos que trazem os maiores benefícios para a saúde.

A retirada de pele após o método de cocção não interferiu no perfil dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 CPO: com pele, tempo de congelamento zero; CP15: com pele, tempo de congelamento 15 dias; CP30: com pele, tempo de congelamento 30 dias; CP45: com pele, tempo de congelamento 45 dias;

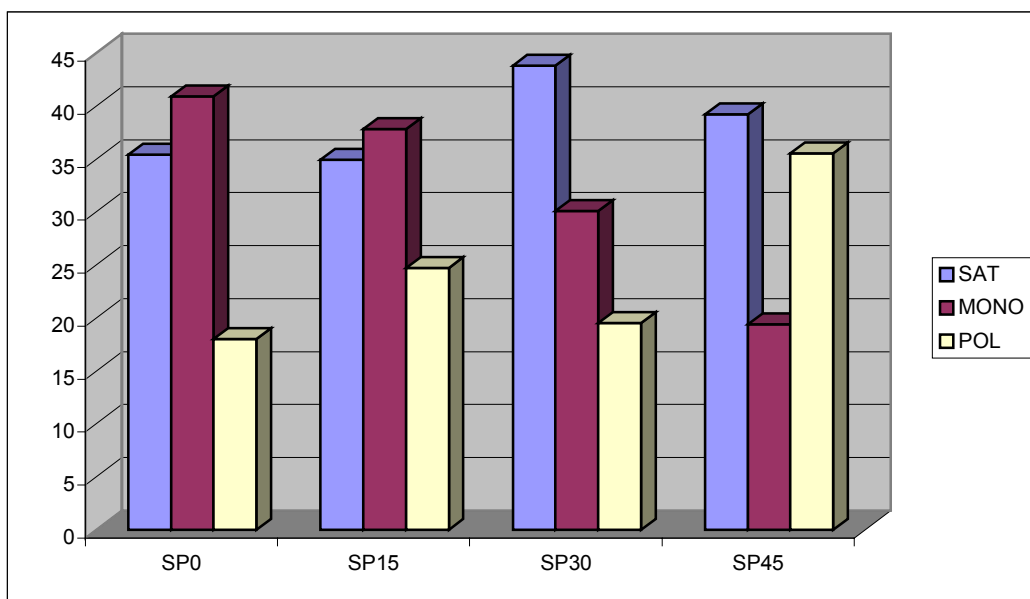
Figura 31. Percentuais de ácidos graxos do tambacu cozido a vapor, com pele e submetido a diferentes tempos de congelamento.

Observa-se que o tambacu cozido a vapor teve menor percentual de ácidos graxos saturados na amostra fresca e congelada por 15 dias e maiores nas amostras por 30 e 45 dias (Figura 31).

Os ácidos graxos monoinsaturados apresentaram maior percentual na amostra de 15 dias e menor na amostra por 45 dias de congelamento.

Para os ácidos graxos polinsaturados os percentuais foram maiores na amostra de 45 dias e menor na amostra por 15 dias de congelamento.

O período de 45 dias de congelamento para tambacu cozido a vapor e analisado com pele foi o que manteve maior teor de ácidos graxos polinsaturados e menor de ácidos graxos monoinsaturados.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 SPO: sem pele, tempo de congelamento zero; SP15: sem pele, tempo de congelamento 15 dias; SP30: sem pele, tempo de congelamento 30 dias; SP45: sem pele, tempo de congelamento 45 dias.

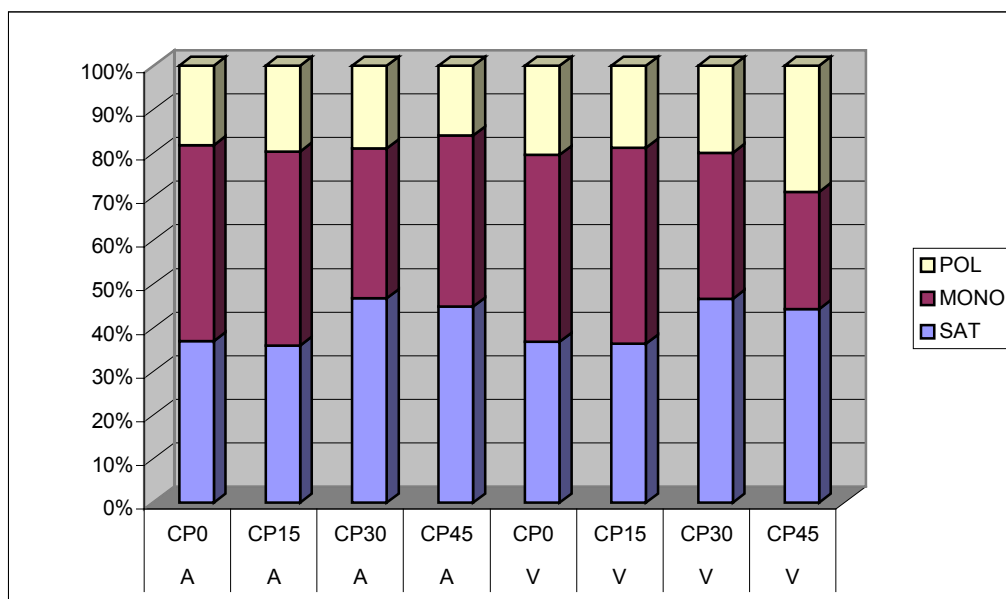
Figura 32. Percentuais de ácidos graxos do tambacu cozido a vapor, sem pele e submetido a diferentes tempos de congelamento.

Observa-se na Figura 32 que os percentuais de ácidos graxos do tambacu cozido a vapor e analisado sem pele tiveram comportamento semelhante aos percentuais encontrados no peixe com pele ao longo dos tempos de congelamento.

Os ácidos graxos polinsaturados foram marcadamente mais elevados na amostra por 45 dias de congelamento.

Os períodos menores de congelamento (fresco e 15 dias) preservaram mais os ácidos graxos monoinsaturados e menos os ácidos graxos saturados. Nos tempos mais longos (30 e 45 dias) ocorreu o inverso, ou seja, menor percentual de monoinsaturados e maior de saturados.

Os ácidos graxos polinsaturados tiveram maior proporção na cocção a vapor, método que utiliza menor tempo e temperatura de cocção.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 CPO: sem pele, tempo de congelamento zero; CP15: sem pele, tempo de congelamento 15 dias; CP30: sem pele, tempo de congelamento 30 dias; CP45: sem pele, tempo de congelamento 45 dias; A: assado; V: cozido a vapor.

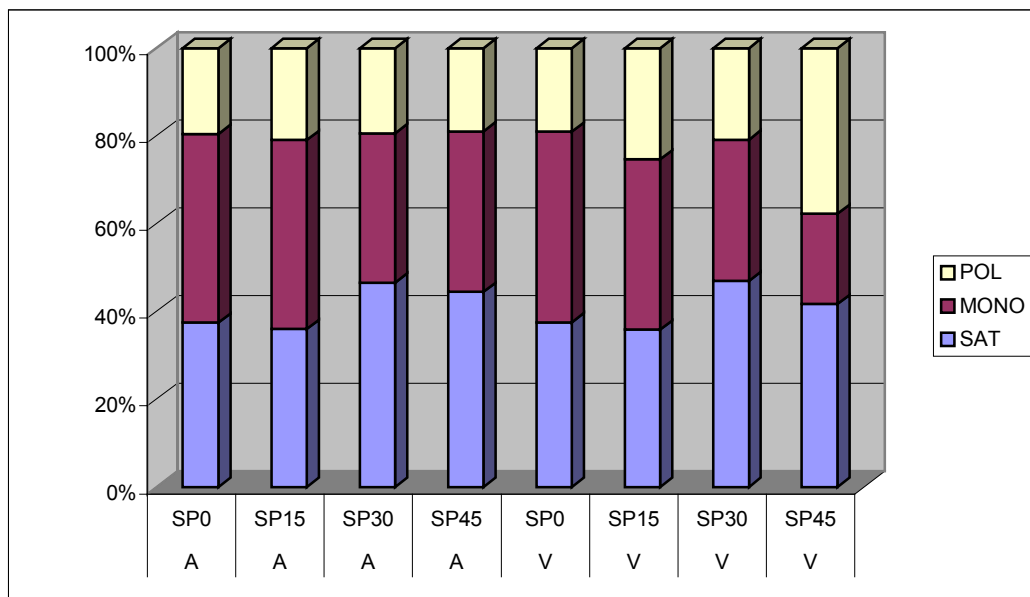
Figura 33. Comparação da composição de ácidos graxos do tambacu com pele e submetido a diferentes tratamentos.

Observando a Figura 33 nota-se que os ácidos graxos monoinsaturados são os que apresentam comportamentos bem diferenciados, sendo menor nas amostras com 45 dias de congelamento, para o tambacu cozido a vapor.

Para o tambacu assado e analisado com pele os ácidos graxos monoinsaturados foram diminuindo com o tempo de armazenamento sob congelamento.

Os ácidos graxos polinsaturados tiveram maior proporção na amostra com 45 dias e preparado a vapor. Na preparação assada o maior percentual de polinsaturados foi na amostra fresca com tempo zero de estocagem sob congelamento.

Os ácidos graxos saturados tiveram percentuais semelhantes nas preparações assadas e a vapor nos tempos 30 e 45 dias de congelamento.



SAT: AG Saturados; MONO: AG Monoinsaturados; POL: AG Polinsaturados
 SPO: sem pele, tempo de congelamento zero; SP15: sem pele, tempo de congelamento 15 dias; SP30: sem pele, tempo de congelamento 30 dias; SP45: sem pele, tempo de congelamento 45 dias; A: assado; V: cozido a vapor.

Figura 34. Comparação da composição de ácidos graxos do tambacu sem pele e submetido a diferentes tratamentos.

Na Figura 34 observa-se que, assim como o tambacu cozido a vapor e analisado com pele no tempo de 45 dias o peixe sem pele apresentou maior percentual de ácidos graxos polinsaturados e menor de monoinsaturados.

Os ácidos graxos saturados ficaram abaixo de 40% na amostra com 45 dias e cozido a vapor.

Para o tambacu assado e analisado sem pele durante os ácidos graxos monoinsaturados foram diminuindo as proporções durante o período de estocagem, os saturados foram aumentando e os polinsaturados mantiveram as proporções iniciais.

6.5. Análise dos Ácidos Graxos da Série ω -3 e ω -6 nos Peixes

Na Tabela 12 encontram-se os resultados dos efeitos do congelamento sobre as preparações cruas, assadas e a vapor da carpa comum sobre os ácidos DHA, EPA, linolênico e linoléico.

Tabela 12. Percentual dos ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 da carpa em função do tempo de congelamento e método de preparo.

Tempo Congelamento	Preparo	DHA		EPA		LINOLÊNICO		LINOLÉICO	
		CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP
0	Crua	0,7 ^a	1,7 ^a	0,0 ^b	0,0 ^b	0,6 ^b	0,7 ^b	16,6 ^a	15,4 ^a
	Assada	0,7 ^a	1,7 ^a	0,2 ^a	0,4 ^a	1,0 ^a	1,0 ^a	15,2 ^a	15,6 ^a
	Vapor	1,1 ^a	1,9 ^a	0,0 ^b	0,0 ^b	0,8 ^b	0,7 ^b	16,4 ^a	15,9 ^a
15	Crua	0,9 ^a	3,5 ^a	0,4 ^a	0,6 ^a	0,0 ^b	0,7 ^a	17,4 ^a	15,7 ^a
	Assada	0,5 ^a	0,8 ^b	0,1 ^b	0,2 ^b	0,7 ^a	0,7 ^a	9,7 ^b	10,5 ^b
	Vapor	0,5 ^a	1,1 ^b	0,2 ^b	0,3 ^b	0,8 ^a	0,7 ^a	10,7 ^b	11,7 ^b
30	Crua	1,2 ^a	1,0 ^b	0,3 ^a	0,3 ^b	0,6 ^a	0,6 ^a	8,8 ^b	9,4 ^b
	Assada	0,4 ^b	1,1 ^b	0,2 ^a	0,3 ^b	0,6 ^a	0,6 ^a	10,1 ^a	10,3 ^a
	Vapor	1,3 ^a	2,6 ^a	0,2 ^a	0,4 ^a	0,5 ^b	0,5 ^b	8,2 ^b	8,3 ^c
45	Crua	1,2 ^a	1,6 ^b	0,0 ^b	0,0 ^b	0,7 ^b	0,5 ^a	12,5 ^b	12,1 ^b
	Assada	1,2 ^a	2,2 ^a	0,2 ^a	0,4 ^a	1,1 ^a	1,0 ^a	15,9 ^a	15,9 ^a
	Vapor	0,9 ^a	0,9 ^c	0,3 ^a	0,3 ^a	0,7 ^b	0,7 ^a	10,3 ^c	10,6 ^c

CP= com pele; SP = sem pele

Análise de Variância para amostras dependentes: quando esta apresentou significância estatística, foi complementada com o Procedimento de Comparações Múltiplas de Tukey.

Para cada tempo e cada AG, as diferenças entre peixes crus, assados e a vapor são apresentados na coluna: números seguidos da mesma letra não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($P>0,05$).

O DHA apresentou os maiores percentuais após cocção a vapor na amostra com 30 dias de congelamento e analisada com e sem pele, enquanto o EPA apresentou os maiores percentuais no peixe assado na amostra com 30 dias de congelamento e analisada com e sem pele. Verificou-se que o ácido linolênico teve percentuais superiores na amostra com 45 dias de congelamento, assada e analisada com e sem pele. O ácido linoléico apresentou os maiores percentuais na amostra com 45 dias de congelamento, assado e analisado com e sem pele.

O fato de estar com ou sem a pele não afetou os teores de DHA e EPA; o DHA se manteve melhor em cocção a vapor (que dilui os constituintes) aos 30 dias de congelamento. Os ácidos linolênico e

linoléico aumentaram com 45 dias de congelamento na preparação com pele, podendo ser justificado pela perda de suco durante o descongelamento, pela evaporação da água durante o processo de cocção e pela presença destes ácidos na camada subepitelial.

Observa-se, em alguns tempos de congelamento, que a carpa crua comparada com a assada e cozida a vapor apresenta maiores teores de ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 quando o peixe está na forma crua. Entretanto, de modo geral, não houve diferenças estatisticamente significativas quando o peixe foi submetido aos dois métodos de cocção. Para os ácidos graxos da série ω -3, cujos benefícios para a saúde têm sido relatados na literatura, apesar de em alguns tempos de congelamento ter ocorrido diferenças significativas, quando se compara a forma crua da carpa com a forma assada ou cozida a vapor, não se observa redução importante. Por outro lado, considerando ainda ácidos graxos da série ω -3, observam-se percentuais maiores quando a pele do peixe foi retirada. Este é um ponto importante, uma vez que a grande maioria das pessoas costuma retirar a pele dos peixes antes da ingestão.

A Tabela 13 apresenta a evolução dos ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 da carpa em função do tempo de estocagem e modo de preparo. Os números em negritos dão idéia da evolução durante o tempo em função das preparações.

Tabela 13. Evolução do percentual dos ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 da carpa, em função do tempo de congelamento e modo de preparo.

Preparo	DHA CP	EPA CP	LINOLÊNICO CP	LINOLÉICO CP
Crua	n.s.	0 < 15 = 30 = 45	0 > 15 < 30 = 45	0 = 15 > 30 < 45
Assada	0 = 15 = 30 < 45	0 > 15 = 30 = 45	0 > 15 > 30 < 45	0 > 15 = 30 < 45
Vapor	0 > 15 < 30 > 45	0 < 15 = 30 = 45	0 = 15 > 30 < 45	0 > 15 > 30 < 45
	SP	SP	SP	SP
Crua	0 = 15 > 30 = 45	0 < 15 > 30 = 45	n.s.	0 = 15 > 30 < 45
Assada	0 > 15 = 30 < 45	0 > 15 < 30 = 45	0 > 15 > 30 < 45	0 > 15 = 30 < 45
Vapor	0 > 15 < 30 > 45	0 < 15 < 30 = 45	0 = 15 > 30 < 45	0 > 15 > 30 < 45

CP= com pele; SP = sem pele

n.s. não significativo

Números em negrito na seqüência indicam os maiores percentuais; dois negritos na mesma seqüência significam que os percentuais são iguais e maiores que os outros.

A retirada ou não da pele não afetou as porcentagens de DHA, EPA, ácido linolênico ou ácido linoléico. O tempo de congelamento de 45 dias não alterou as proporções de EPA e DHA (Tabela 13).

Os ácidos linolênico e linoléico se mantiveram melhor aos 45 dias de estocagem sob congelamento na preparação assada, e nas amostras frescas e com 15 dias de estocagem sob congelamento na preparação a vapor.

Na Tabela 14 apresentam-se os percentuais dos ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 do tambacu em função do tempo de congelamento e método de preparo.

Tabela 14. Percentual dos ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 do tambacu em função do tempo de congelamento e método de preparo.

Tempo Congelamento	Preparo	DHA		EPA		LINOLÊNICO		LINOLÉICO	
		CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP
0	Crua	1,5 ^b	8,5 ^a	0,3 ^b	1,2 ^a	0,7 ^a	0,8 ^a	12,6 ^a	11,8 ^b
	Assada	1,5 ^b	2,6 ^b	0,3 ^b	0,4 ^b	0,7 ^a	0,7 ^{ab}	12,7 ^a	12,1 ^b
	Vapor	2,4 ^a	1,7 ^b	0,4 ^a	0,3 ^b	0,6 ^b	0,6 ^b	12,9 ^a	13,0 ^a
15	Crua	1,8 ^a	3,9 ^a	0,0 ^b	0,5 ^a	0,6 ^a	0,7 ^a	11,7 ^a	13,0 ^a
	Assada	2,6 ^a	3,3 ^a	0,4 ^a	0,4 ^a	0,6 ^a	0,6 ^a	12,6 ^a	12,6 ^a
	Vapor	1,9 ^a	5,2 ^a	0,3 ^a	0,7 ^a	0,6 ^a	0,9 ^a	12,4 ^a	12,5 ^a
30	Crua	2,5 ^a	6,1 ^a	0,5 ^a	0,9 ^a	2,3 ^b	1,5 ^c	6,9 ^a	6,3 ^a
	Assada	2,7 ^a	3,2 ^b	0,5 ^a	0,6 ^a	2,4 ^b	2,2 ^b	6,7 ^a	6,9 ^a
	Vapor	2,3 ^a	3,1 ^b	0,6 ^a	0,7 ^a	4,0 ^a	3,7 ^a	6,1 ^a	6,2 ^a
45	Crua	3,6 ^b	6,5 ^b	0,6 ^b	1,0 ^b	2,1 ^a	2,0 ^a	7,9 ^a	8,1 ^a
	Assada	1,5 ^c	2,7 ^c	0,3 ^c	0,5 ^c	1,8 ^{ab}	1,8 ^{ab}	8,1 ^a	8,0 ^a
	Vapor	8,4 ^a	12,3 ^a	1,2 ^a	1,8 ^a	1,5 ^b	1,3 ^b	6,5 ^b	6,9 ^b

CP= com pele; SP = sem pele

Análise de Variância para amostras dependentes: quando esta apresentou significância estatística, foi complementada com o Procedimento de Comparações Múltiplas de Tukey.

Para cada tempo e cada AG, as diferenças entre peixes crus, assados e a vapor são apresentados na coluna: números seguidos da mesma letra não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($P > 0,05$).

No tambacu o DHA e o EPA apresentaram maiores percentuais após cocção a vapor na amostra congelada por 45 dias e analisada com e sem pele. O ácido linolênico teve percentuais superiores na amostra com 30 dias de congelamento, no peixe cozido a vapor e analisado com e sem pele. O ácido linoléico não apresentou diferença significativa nas amostras fresca, com 15 e 30 dias de congelamento nos peixes preparados assados ou a vapor e analisados com ou sem pele.

O fato de analisar a carne com ou sem pele não afetou os teores de DHA, EPA, ácido linolênico e linoléico, que pode ser justificado pela localização dos lipídios na camada subepitelial. No entanto, na amostra com 45 dias de congelamento o percentual de DHA se manteve melhor na cocção a vapor do que na preparação assada.

Os ácidos graxos da série ω -3, cujos benefícios para a saúde têm sido relatados na literatura, sofreram alterações significativas quando as amostras foram assadas ou cozidas a vapor nos tempos de 30 e 45 dias, sendo que as preparações a vapor e sem pele apresentaram maiores percentuais destes ácidos graxos. Este é um ponto importante, pois normalmente a ingestão de peixes cozidos é precedida da retirada da

pele, que é utilizada no preparo para manter a estrutura da carne durante o método de cocção.

Na Tabela 15 apresenta-se a evolução dos ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 do tambacu em função do tempo de estocagem e modo de preparo. Os números em negritos dão idéia da evolução durante o tempo em função das preparações.

Tabela 15. Evolução do percentual dos ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 do tambacu em função do tempo e modo de preparo.

Preparo	DHA CP	EPA CP	LINOLÊNICO CP	LINOLÉICO CP
Crua	n.s.	0 = 15 < 30 = 45	0 = 15 < 30 = 45	0 = 15 > 30 = 45
Assada	n.s.	0 = 15 = 30 > 45	0 = 15 < 30 > 45	0 = 15 > 30 < 45
Vapor	0 = 15 = 30 < 45	0 = 15 < 30 < 45	0 = 15 < 30 > 45	0 = 15 > 30 = 45
	SP	SP	SP	SP
Crua	n.s.	0 > 15 = 30 = 45	0 = 15 < 30 < 45 .	0 = 15 > 30 = 45
Assada	n.s.	n.s.	0 = 15 < 30 > 45	0 = 15 > 30 < 45
Vapor	0 < 15 > 30 < 45	0 < 15 = 30 < 45	0 = 15 < 30 > 45	0 > 15 > 30 < 45

CP= com pele; SP = sem pele

n.s. não significativo

Números em negrito na seqüência indicam os maiores percentuais; dois negritos na mesma seqüência significam que os percentuais são iguais e maiores que os outros.

O DHA não sofreu modificações com tempo de congelamento de 45 dias no tambacu preparado a vapor com e sem pele. Não foram observadas diferenças significativas nas preparações assadas com e sem pele em função do tempo de congelamento. O EPA manteve-se melhor nos tempos 30 e 45 dias, assado e cozido a vapor, com pele respectivamente, e no tempo 45, sem pele e cozido a vapor. O ácido linolênico não sofreu alterações na amostra com 30 dias de congelamento, assado ou cozido a vapor e analisado com e sem pele. O linoléico se manteve melhor nos menores tempos de congelamento (0 e 15 dias), tanto nas preparações assadas e cozido a vapor e analisado com e sem pele.

No tambacu os ácidos da série ω -3 não sofreram alterações nas amostras com 45 dias de congelamento e no fato de retirada ou não da pele. Os da série ω -6 se comportaram melhor em tempos menores como 0 e 15 dias de congelamento.

A Tabela 16 apresenta os percentuais dos ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 da tilápia em função do tempo de congelamento e método de preparo.

Tabela 16. Percentual dos ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 da tilápia em função do tempo de congelamento e método de preparo.

Tempo Congelamento	Preparo	DHA		EPA		LINOLÊNICO		LINOLÉICO	
		CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP
0	Crua	3,9 ^a	4,8 ^a	0,6 ^a	0,8 ^a	1,0 ^b	1,4 ^a	4,7 ^a	3,5 ^c
	Assada	5,7 ^a	6,2 ^a	0,9 ^a	0,8 ^a	2,1 ^a	1,5 ^a	5,2 ^a	5,3 ^a
	Vapor	1,8 ^a	3,0 ^a	0,3 ^a	0,5 ^a	2,2 ^a	2,2 ^a	4,7 ^a	4,9 ^b
15	Crua	2,2 ^a	3,2 ^a	0,5 ^b	0,6 ^b	2,3 ^b	2,1 ^b	4,6 ^a	4,8 ^a
	Assada	2,7 ^a	5,0 ^a	0,7 ^a	0,9 ^a	3,4 ^a	3,0 ^a	2,6 ^b	2,4 ^b
	Vapor	2,4 ^a	3,7 ^a	0,5 ^b	0,6 ^b	1,8 ^c	1,3 ^c	5,2 ^a	4,8 ^a
30	Crua	2,6 ^a	6,3 ^a	0,5 ^a	0,9 ^a	2,4 ^a	1,5 ^c	4,8 ^a	4,6 ^a
	Assada	2,9 ^a	3,4 ^b	0,5 ^a	0,6 ^a	2,5 ^a	2,3 ^b	5,0 ^a	5,0 ^a
	Vapor	3,2 ^a	3,2 ^b	0,5 ^a	0,7 ^a	2,3 ^a	3,9 ^a	4,8 ^a	4,9 ^a
45	Crua	3,8 ^b	6,9 ^b	0,6 ^b	1,0 ^b	2,2 ^a	2,1 ^a	5,5 ^a	5,5 ^a
	Assada	1,6 ^c	2,9 ^c	0,3 ^c	0,5 ^c	1,9 ^{ab}	1,9 ^a	4,4 ^b	4,5 ^b
	Vapor	8,9 ^a	13,6 ^a	1,3 ^a	1,9 ^a	1,6 ^b	1,4 ^b	5,0 ^a	5,1 ^a

CP= com pele; SP = sem pele

Análise de Variância para amostras dependentes: quando esta apresentou significância estatística, foi complementada com o Procedimento de Comparações Múltiplas de Tukey.

Para cada tempo e cada AG, as diferenças entre peixes crus, assados e a vapor são apresentados na coluna: números seguidos da mesma letra não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($P>0,05$).

Os ácidos DHA e EPA apresentaram os maiores teores após cocção a vapor no tempo de 45 dias de congelamento e analisado com e sem pele. Verificou-se que o ácido linolênico teve percentuais superiores na amostra com 15 dias e com preparação assada.

O ácido linoléico não apresentou diferença significativa nas amostras fresca e com 30 dias analisadas com pele e nas sem pele com 30 dias de congelamento. As amostras com preparo assado e analisados com e sem pele tiveram maior proporção na amostra fresca e na amostra

preparada a vapor e analisada com 15 dias de armazenamento sob congelamento.

De modo geral, não houve diferenças estatisticamente significativas na comparação das preparações nos tempos de congelamento. O DHA e EPA foram estatisticamente diferentes na amostra com 45 dias e preparada assada e cozida a vapor com e sem pele, tendo maiores percentuais na preparação cozida a vapor e analisada sem pele. O ácido linolênico também foi estatisticamente diferente no tempo 15, tendo maior percentual nas preparações assadas e analisadas com e sem pele.

A retirada da pele no momento da ingestão não diminui os teores de ácidos graxos da série ω -3 e ω -6. Normalmente ao se preparar peixes cozidos ou assados, a pele é utilizada para proteger a estrutura da carne, que é muito sensível ao calor de cocção.

Na Tabela 17 apresenta-se a evolução dos ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 da tilápia em função do tempo de estocagem e modo de preparo. Os números em negritos dão idéia da evolução durante o tempo em função das preparações.

Tabela 17 - Evolução do percentual dos ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 da tilápia, com e sem pele em função do tempo e modo de preparo.

Preparo	DHA CP	EPA CP	LINOLÊNICO CP	LINOLÉICO CP
Crua	n.s.	n.s.	0 < 15 = 30 = 45	0 > 15 < 30 < 45
Assada	0 > 15 = 30 > 45	0 > 15 > 30 > 45	0 < 15 > 30 < 45	0 > 15 < 30 > 45
Vapor	0 = 15 = 30 < 45	0 = 15 = 30 < 45	n.s.	0 < 15 > 30 > 45
	SP	SP	SP	SP
Crua	n.s.	n.s.	0 < 15 > 30 < 45	0 < 15 = 30 < 45
Assada	n.s.	n.s.	0 < 15 = 30 = 45	0 > 15 < 30 > 45
Vapor	0 = 15 = 30 < 45	0 = 15 = 30 < 45	0 > 15 < 30 > 45	0 = 15 = 30 < 45

CP= com pele; SP = sem pele

n.s. não significativo

Números em negrito na seqüência indicam os maiores percentuais; dois negritos na mesma seqüência significam que os percentuais são iguais e maiores que os outros.

Durante a evolução do tempo de congelamento, observa-se que os teores de DHA e EPA aumentaram na tilápia cozida a vapor, com ou sem pele no tempo de 45 dias de congelamento.

O teor de ácido linolênico foi maior na tilápia assada, com ou sem pele no tempo de 15 dias de congelamento.

O DHA e EPA não apresentaram diferenças estatisticamente significativas na evolução do tempo nas amostras cruas e assadas sem pele e cruas com pele. O ácido linolênico não apresentou diferença significativa nas preparações cozidas a vapor com pele.

O ácido linoléico foi maior nas amostras cruas, congelada por 45 dias e analisadas com e sem pele. As amostras assadas com e sem pele tiveram maiores percentuais nas amostras frescas. As amostras cozidas a vapor e analisada com pele no tempo de 30 dias e analisada sem pele no tempo de 45 dias de armazenamento sob congelamento.

Na Tabela 18 mostra-se a comparação dos três peixes estudados, preparados assados sem estocagem sob congelamento e sem pele, forma comum para consumo de peixes.

Não houve diferenças significativas entre os ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados para as três espécies. No

entanto, ao analisar os dados percentuais da Tabela 18 observa-se maiores valores de saturados para tambacú e de monoinsaturados e polinsaturados para carpa.

Tabela 18. Teor médio de ácidos graxos em carpa, tambacu e tilápia na forma fresca (tempo zero de congelamento), preparados assados e sem pele.

Ácido graxo	Carpa (media)	Tambacu (media)	Tilápia (media)	Análise Estatística
Saturados	5,2	7,0	6,2	p > 0,05
Monoinsaturados	16,3	8,1	5,0	p > 0,05
Polinsaturados	3,1	1,6	1,7	p > 0,05
Relações	Carpa	Tambacu	Tilápia	
P/S	0,6	0,2	0,3	-
ω -3	3,2	3,6	8,1	-
ω -6	20,0	14,7	9,6	-
ω -3/ ω -6	0,16	0,25	0,84	-

Análise de Variância para amostras independentes.
P/S: ácidos graxos polinsaturados/ ácidos graxos saturados

Os elevados percentuais de ácidos graxos polinsaturados não significam, necessariamente, altos teores de DHA e EPA. É preciso analisar do perfil dos ácidos graxos, para poder determinar os percentuais de DHA e EPA.

As relações dos lipídios das três espécies dão uma visão de como se encontram os ácidos graxos presentes nos lipídios. A relação P/S foi melhor para a carpa (mais próxima de 1). A relação ω 3/ ω -6, foi melhor para a tilápia do Nilo (0,84). Para a carpa e tambacu a relação foi baixa mostrando percentuais elevados de ω -6, que tem efeito contrário ao ω -3 na saúde cardiovascular de seres humanos, entre outros efeitos, devendo ser observados os seus teores na alimentação.

Peixes de água doce normalmente são boas fontes de DHA e EPA. Os altos teores de ácidos polinsaturados facilitam as reações de rancidez, pela incorporação de oxigênio, que diminuem o valor nutricional e modificam o sabor dos peixes. O método de estocagem, congelamento em embalagens a vácuo e com controle de baixas temperaturas, dificulta as reações de rancificação das gorduras. Métodos corretos e curtos

tempos de estocagem podem diminuir o desenvolvimento de rancidez, principal problema nos peixes com alto conteúdo de lipídios (SILVA et al., 1993).

Os efeitos benéficos relatados para a prevenção de doenças cardiovasculares são atribuídos ao consumo de ácidos graxos ω -3, sendo os óleos de peixes as melhores fontes.

7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que:

- ✓ Os peixes estudados apresentaram altos teores de ácidos graxos saturados (tilápia e tambacu) e monoinsaturados (carpa). Os ácidos graxos polinsaturados foram encontrados em menor quantidade na tilápia.
- ✓ Os ácidos palmítico (16:0) e oléico (18:1) foram os ácidos graxos presentes em maior quantidade nos peixes, considerando-se todos os tempos de congelamento e modos de cocção.
- ✓ De maneira geral, a composição de ácidos graxos dos três peixes estudados não apresentou grandes variações em função do tempo de congelamento e do modo de preparo.
- ✓ A composição dos ácidos graxos dos peixes estudados foi afetada sistematicamente pela retirada da pele. Maiores percentuais foram observados em grande parte dos ácidos graxos em todos os tempos de congelamento e modos de cocção.
- ✓ Os maiores percentuais de ácidos graxos polinsaturados foram encontrados na carpa assada (com e sem pele); na tilápia cozida a vapor (com e sem pele) e no tambacu cozido a vapor (com e sem pele), após 45 dias de armazenamento sob congelamento.
- ✓ O tempo de congelamento elevou o teor de ácidos graxos polinsaturados dos três peixes em estudo.

- ✓ Os maiores percentuais de DHA e EPA foram encontrados nos peixes submetidos à cocção (úmida e seca), indicando que os métodos de cocção utilizados não interferiram negativamente nos principais ácidos graxos polinsaturados com relevância para a saúde humana.

- ✓ Dentre os peixes estudados, apesar de menor percentual de ácidos graxos polinsaturados a tilápia mostrou-se a mais indicada para a elaboração de dietas à base de peixe, em função do baixo teor de lipídios e maior teor de ácidos graxos da série ω -3.

- ✓ Os ácidos graxos da série ω -3 e ω -6 tiveram maiores percentuais nas amostras assadas nos tempos 0, 15 e 30 dias e cozidas a vapor com 45 dias de congelamento, quando analisadas sem pele.

A carpa, o tambacu e a tilápia nas amostras analisadas frescas, assadas e sem pele não tiveram diferenças estatísticas na composição dos ácidos graxos, porém a tilápia, apesar de peixe magro apresentou melhor relação ω -3/ ω -6.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destaca-se a relevância deste trabalho que estudou a composição dos lipídios dos peixes produzidos e consumidos em Minas Gerais. Além disso, é interessante avaliar a influência das condições de manejo e alimentação sobre o teor e composição dos lipídios.

Os resultados obtidos por BADOLATO et al. (1991), mostrando a não influência sazonal sobre a composição dos lipídios de peixe do litoral sul do Brasil, não podem servir de desmotivação para a realização de pesquisas que avaliem a influência dos fatores ambientais no teor de ácidos graxos dos tecidos de peixes. Existem estudos na literatura que enfocam a possibilidade de que os peixes de água salgada possam viver sob condições mais estáveis do que os peixes de água doce e assim a composição de seus lipídios corporais se mantenham mais constante.

O aumento do conhecimento sobre o valor nutritivo da carne do peixe, especialmente quanto ao teor e composição dos lipídios, facilitará a prescrição de dietas com teores conhecidos de PUFA ω -3, motivando o consumo de carne de peixe. A informação sobre esses teores propiciará a ampliação dos conhecimentos dos seus efeitos fisiológicos e possibilitará o aumento da ingestão dietética de PUFA ω -3, visando a melhoria do estado de saúde da população.

A partir desse estudo inicial, a proposta futura é a consolidação de um grupo de pesquisa para aprofundar os conhecimentos sobre, principalmente: a) efeitos dos tipos de acondicionamento, utilizados na comercialização dos pescados, sobre a estabilidade dos ácidos graxos ômega-3; b) efeitos dos métodos de preparo (calor seco e calor úmido) sobre os teores dos ácidos graxos cis e trans dos lipídios de peixe; c) efeitos das diferentes condições de manejo e alimentação sobre o teor de ômega-3 dos peixes criados em cativeiros; d) efeitos fisiológicos em animais através de ensaios biológicos; e) contribuir com dados para tabelas brasileiras de composição química de alimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKMAN, R.G. Fatty acid analysis of freshwater fish lipids. *Journal American Oil Chemistry*, 73 (4): 537-538, 1996.

ANDRADE, A.D.; RUBIRA, A.F.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E. ω -3 fatty acids in freshwater fish from south Brazil. *Journal American Oil Chemistry*, 72 (10): 1207-1210, 1995.

AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16h ed. AOAC: Gaithersburg, 1998. Vol 1 e 2.

APOSTILA de Piscicultura. Disponível em:
<http://www.pescar.com.br?piscicultor/apostila.htm>. Acessado em: 01 de março de 2003.

ARMSTRONG, S.G.; LEACH, D.N.; WYLLYE, S.G. Nutritional evaluation of lipids in fish from temperate Australian waters. *Journal Food Science*, 56 (4): 1111-1112, 1991.

BADOLATO, E.S.G.; CARVALHO, J.B.; MELLO, M.R.A.; TAVARES, M.; CAMPOS, N.C.; AUED-PIMENTEL, S.; MORAIS, C. Composição centesimal de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, 54 (1): 27-35, 1994.

BADOLATO, E.S.G.; CARVALHO, J.B.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S. Determination of eicosapentanoic (EPA) and docosahexanoic (DHA) acids in B Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) oil and in encapsulated sardine oil supplements, In: *Proceeding International Meeting on Fats & Oils Technology*, 189-192, 1991

BITTNER, V. Women and coronary heart disease risk factors. *Journal of Cardiovascular Risk*. 9 (6): 315-322, 2002.

CANDELLA, M.; ASTIASARÁN, I.; BELLO, J. Deep-fat frying modifies high-fat fish lipid fraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, D.C., 46 (7): 2793-2796, 1998.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**, Jaboticabal: FUNEP, 1992, 189p.

CASTRILLÓN, A.M.; NAVARRO, P.; ALVÁREZ-PONTES, E. Changes in chemical composition and nutritional quality of fried sardine (*Clupea pilchardus*) produced by frozen storage and microwave reheating. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 75 (1): 125-132, 1997.

CHIARA, V.L., SILVA, R; JORGE, R; BRASIL, A.P. Ácidos graxos trans: doenças cardiovasculares e saúde materno-infantil. *Revista Nutrição*, 15 (3): 341-349, 2002.

CONNOR, W.E. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. American Journal of Clinical Nutrition, 71(supl): 171S-175S, 2000.

CONNOR, W.E. α -linolenic acid in health and disease. American Journal of Clinical Nutrition, 69 (5): 827-828, 1999.

CONNOR, W.E. n-3 fatty acids from fish and fish oil: panacea or nostrum? American Journal of Clinical Nutrition; 74:415-6, 2001.

CONTRERA-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**, Jaboticabal, São Paulo: FUNEP, 1994, 409p.

ERITSLAND, J. Safety considerations of polyunsaturated fatty acids. American Journal of Clinical Nutrition, 71 (1): 197-201, 2000.

FAO/OMS. Grasas y aceites en la nutrición humana. Consulta FAO/OMS de expertos. (Estudio FAO Alimentación y Nutrición – 57), Roma, 1997.

FERREIRA, A.C.R.; COSTA, N.M.B. Avaliação da composição centesimal e perfil de ácidos graxos de tilápias (*Oreochromis niloticus*) provenientes do comércio e do setor de piscicultura da UFV submetidas à cocção seca com ou sem pele. Trabalho de Iniciação Científica. 2002.

FILHO, L.G. do P. Conservação do pescado. In: CAMARGO, R. de. **Tecnologia de produtos agropecuários – alimentos**. São Paulo; Nobel, 1984. p.165-174.

FOLCH, J; LEES, M. STANELEY, S.P. A Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal Biological Chemistry, 226: 497-509, 1957.

FONSECA, H. Princípios e métodos gerais de conservação de alimentos: Conservação pelo calor e pelo frio. In: CAMARGO, R. de. **Tecnologia de produtos agropecuários – alimentos**. São Paulo; Nobel, 1984. p.90-94.

FUENTES, J.A.G. Que alimentos convêm ao coração? Revista Higiene Alimentar, 12 (53): 7-11, 1998.

GALL, K.L.; OTWELL, W.S.; KOBURGER, J.A.; APPLIEDORF, H. Effects of four cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of fish fillets. Journal of Food Science. 48: 1068-1074, 1983.

GUINAZI, M., PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Avaliação da composição centesimal de peixes de água doce frescos e submetidos a congelamento. Viçosa, MG, 50p, 2001. Relatório de Iniciação Científica.

HARTMAN, L.G. e LAGO, B.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. Laboratory Pratic. 22: 475-477, 1973.

HEARN, T.L.; SGOUTAS, S.A.; SGOUTAS, D.S.; HEARN, J.A. Stability of polyunsaturated fatty acids after microwave cooking of fish. Journal Food Science. 52 (2):1430-1431, 1987.

HU, F.B.; MANSON, J.E.; WILLETT, W.C. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. *Journal of the American College of Nutrition*, 20 (1): 5-19, 2001.

HU, F.B.; STAMPFER, M.J.; MANSON, J.E.; ASCHERIO, A.; COLDITZ, G.A.; SPEIZER, F.E.; HENNEKENS, C.H.; WILLETT, W.C. Dietary saturated fats and their food sources in relation to the risk of coronary heart disease in women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70: 1001-1108, 1999.

HUNTER, B.J., ROBERTS, D.C.K. Potential impact of the fat composition of farmed fish on human health. *Nutrition Research*, 20 (7):1047-1058, 2000

HYVONEN, L. KOIVISTOINEN, P. Fatty acid analysis, TAG equivalents as net fat value, and nutritional attributes of fish and fish products. *Journal Food Composition Analysis*, 7 (1): 44-58, 1994.

INGEMANSSON, T.; KAUFMANN, P.; EKSTRAND, B. Multivariate evaluation of lipid hydrolysis and oxidation data from light and dark muscle of frozen stored rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 43 (8): 2046-2052, 1995.

KHALIL, A.H.; MANSOUR, E.H. Control of lipid oxidation in cooked and uncooked refrigerated carp fillets by antioxidant and packaging combinations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*..46 (3): 1158-1162, 1998.

KRIS-ETHERTON, P.M.; LAWRENCE, W.S.H., Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Arterioscler Trombose Vascular Biological*. 23:20-31, 2003.

KRIS-ETHERTON, P.M.; TAYLOR, D.S.; YU-POTH, S.; HUTH, P.; MORIARLY, K.; FISHELL, V.; MARGROVE, R.L.; ZHAO, G.; ETHERTON, T.D. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in United States. *American Journal Clinical Nutrition*. 71:179-188, 2000.

MADEIRA, K., PENFIELD, M.P. Turbot fillet sections cooked by microwave and conventional heating methods: Objective and sensory evaluation. *Journal of Food Science*. 50 (1): 172-177, 1985.

MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição & dietoterapia**, 9ª ed. São Paulo, 1998, 1179 p.

MAI, J.; KINSELLA, J.E.; Changes in the lipid components of minced carp (*Cyprinus carpio*) following cooking. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.32: 293-299, 1981.

MAIA, E.L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Fatty acid composition of the total, neutral and phospholipids of the Brazilian freshwater fish *Colossoma macropomum*. *Food Science Human Nutrition*, 43(5): 633-642, 1992.

MAIA, E.L.; RODRÍGUEZ-AMAYA, D.B.; FRANCO, A.M.R.B. Fatty acids of the total, neutral, and phospholipids of the Brazilian freshwater

Prochilodus scrofa. Journal Food Composition and Analysis. 7(4): 240-251, 1994.

MENDEZ , E.; GONZÁLEZ, R.M.; INOCENTE, G.; GIUDICE, H. And GROMPONE, M.A. Lipid content and fatty acid composition of filets of six fishes from the Rio de la Plata. Journal of Food Composition and Analysis. 9:163-170, 1996.

MUSTAFA, F.A.; MEDEIROS, D.M. Proximate composition, mineral content and fatty acids of catfish (*Ictalurus punctatus*, Rafinesque) for different seasons and cooking methods. Journal of Food Science. 50 (1): 585-588, 1985.

PADUA, D.M.C. **Fundamentos de piscicultura**. 2ª ed. Goiânia: editora da UCG, 2001, 341p. (Série Compêndios, 3).

PAWLOSKY, R.J. Physiological compartmental analysis of alpha-linolenic acid metabolism in adult humans. Journal of Lipid Research. 42: 1257-1265, 2001.

PENFIELD, M.P.; CAMPBELL, A.M. **Experimental Food Science**. 3ª ed. San Diego: Academic Press, 1990. p. 241-256.

PEPPING, J. Omega-3 essential fatty acids. American Journal of Health-System Pharmacy, 56: 719-724, 1999.

POTTER, N.N. **Food Science**. 4ª ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1986, p.424-440.

PUWASTIEN, P.; JUDPRASONG, K.; KETTWAN, E.; VASANACHITT, K.; NAKNGAMANONG, Y.; BHATTACHARJEE, L. Proximate composition of cooked Thai freshwater and marine fish. Journal Food Composition and Analysis. 12(1): 9-16, 1999.

RANKEN, M.D. **Manual de industrias de los alimentos**. 2ª ed. Zaragoza: Acribia, 1993, 672p.

SANDERS, T.A.B. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Europe. American Journal Clinical Nutrition. 71:176S-178S, 2000.

SARMA, J.; VIDYA SAGAR REDDY, G.; SRIKAR, L.N. Effect of frozen storage on lipids and functional properties of proteins of dressed indian oil sardine (*sardinella longiceps*). Food Research International. 33: 815-820, 2000.

SILVA, S.M.C.S. da; KUGA, E.K.; FILHO, J.M. Efeito do processamento sobre ácidos graxos poliinsaturados da fração lipídica da sardinha (*Sardinella brasiliensis*) e da tainha (*Mugil cephalus*). Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo. 29 (1): 41-46, 1993.

SIMÕES, D.R.S.; PEDROSO, M.A.; RUIZ, W.A.; ALMEIDA, T.L. Hambúrgueres formulados com base protéica de pescado. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 18(4): 414-420, 1998.

SIMOPOULOS, A.P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development, *American Journal Clinical Nutrition*. 54: 438-463, 1991.

SIMOPOULOS, A.P. The Mediterranean diets what is so special about the diet of Greece? Scientific evidence. *Journal Nutrition*, 131 (11): 3065S-73S, 2001.

SORIGUER, F.; SERNA, S.; VALVERDE, E.; HERNANDO, J.; MARTIN-REYES, A.; PAREJA, A.; TINAHONES, F.; ESTEVA, I. Contenido graso, proteico y calorico de diferentes pescados, mariscos y moluscos, atlanticos y mediterraneos habitualmente consumidos en el sur de España. *Nutrition Hospital*. 11(4): 245-257, 1996.

SOUZA, E.C.P.M.; FILHO, A.R.T. **Piscicultura fundamental**. 2^a ed. São Paulo: Nobel, 1986, 86p.

STEFFENS, W. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 151 (1):97-119, 1997.

SUGANO, M.; HIRAHARA, F. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Japan. *American Journal Clinical Nutrition*. 71:189-196, 2000.

SUZUKI, H.; OKAZAHI, K. HAYAKAMA, S. WADA, S. and TAMURA, S. Influence of commercial dietary fatty acids on polyunsaturated fatty acids of cultured freshwater fish and comparison with those of wild fish of the same species. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 34:58-60, 1986.

TOLEDO, E.C., PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Avaliação da composição centesimal de peixes de água doces frescos, submetidos ao congelamento e à cocção. *Trabalho de Iniciação Científica*. 2003.

UNDELAND, I.; EKSTRAND, B.; LINGNERT, H. Lipid oxidation in minced herring (*Clupea harengus*) during frozen storage: Effect of washing and precooking. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 46 (6): 2319-2328, 1998.

VAN VLIET, T.; KATAN, M.B. Lower ratio of n-3 to n-6 fatty acids in cultured than in wild fish. *American Journal Clinical Nutrition*. 51:1-2,1990.

WEAVER, B. J.; HOLOB, B. J. Health effects and metabolism of dietary eicosapentaenoic acid. *Progress in Food and Nutrition Science*, 12:111-150, 1988.

WHITEMAN, M.C., DEARY, I.J., LEE, A.J., FOWKES, F.G.R., Submissiveness and protection from coronary heart disease in the general population: Edinburgh Artery Study. *Lancet* 350:541-545, 1997.

YEANNES, M.J., ALMANDOS, M.E. Estimation of fish proximate composition starting from water content. *Journal of Food Composition and Analysis*. 16:81-92, 2003.

ZAMULA, E. The Greenland diet: can fish oils prevent heart disease? FDA Consum., 20(8): 06-08, 1986.