

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
MESTRADO EM NUTRIÇÃO**

**EFEITO DA DEFUMAÇÃO SOBRE O VALOR NUTRICIONAL DO CAMARÃO
SETE-BARBAS (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862)**

KELLY WALKYRIA BARROS DA SILVA

**MACEIÓ
2012**

KELLY WALKYRIA BARROS DA SILVA

**EFEITO DA DEFUMAÇÃO SOBRE O VALOR NUTRICIONAL DO CAMARÃO
SETE-BARBAS (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862)**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Nutrição da Universidade Federal de
Alagoas como requisito à obtenção do título
de Mestre em Nutrição.

Orientadora: Prof^a. Dra. Giselda Macena Lira

MACEIÓ

2012

Catlogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

S586e Silva, Kelly Walkyria Barros da.
Efeito da defumação sobre o valor nutricional do camarão sete-barbas
(*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862) / Kelly Walkyria Barros da Silva. – 2012.
88 f. : il. color.

Orientadora: Giselda Macena Lira.
Dissertação (mestrado em Nutrição) – Universidade Federal de Alagoas.
Faculdade de Nutrição, Maceió, 2012.

Inclui bibliografia.

1. Camarão sete-barbas. 2. Camarão sete-barbas – Defumação. 3. Colesterol.
4. Ácidos graxos. 5. Composição centesimal. 6. Óxidos de Colesterol. I. Título.

CDU: 612.397



**MESTRADO EM NUTRIÇÃO
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**



Campus A. C. Simões
BR 104, km 14, Tabuleiro dos Martins
Maceió-AL 57072-970
Fone/fax: 81 3214-1160

**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE
DISSERTAÇÃO**

**“EFEITO DA DEFUMAÇÃO SOBRE O VALOR NUTRICIONAL DO
CAMARÃO SETE-BARBAS (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller,
1862)”**

por

Kelly Walkyria Barros da Silva

A Banca Examinadora, reunida aos 16 dias do mês de março do ano de 2012, considera a candidata **APROVADA**.

Prof.^a. Dra. Giselda Macena Lira
Faculdade de Nutrição
Universidade Federal de Alagoas
(Orientadora)

Prof.^a. Dra. Ana Maria Queijeiro Lopez
Instituto de Química e Biotecnologia
Universidade Federal de Alagoas

Prof.^a. Dra. Maria Emília Silva Menezes
Unidade Acadêmica de Saúde/Farmácia
Universidade Federal de Campina Grande

Dedico aos meus pais, Sebastião Pereira da Silva e Maria Cicera de Barros, a minha querida avó, Cicera Ferreira de Barros (*in memoriam*), com imenso amor, e aos pescadores do Pontal do Peba, Alagoas, que com esforço desenvolveram a técnica de defumação aplicada no camarão sete-barbas, importante fonte de renda local, que acabou por originar o presente estudo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as graças a mim concedidas.

A meus pais, Sebastião e Cicera, minhas irmãs, Camila, Bruna e Luana, e meus familiares pelo amor, dedicação e incentivo em todos os momentos da minha vida.

A meu amor, João, pelo carinho, cuidado e companheirismo, mesmo nas horas mais difíceis.

Aos meus amigos pelas alegrias e tristezas compartilhadas.

À Prof^a. Dra. Giselda Macena Lira, pelo apoio, confiança e paciência durante os anos de orientação e enriquecimento.

Às bolsistas Bruna Merten e Stephanie Alves, e colaboradora, Karla Isabele, pelo apoio na execução das análises.

A todos que compõem o Laboratório de Química de Alimentos, da Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, pelo apoio na injeção dos extratos lipídicos de ácidos graxos, colesterol e óxidos no Cromatógrafo Gasosos e Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência.

À amiga e companheira de mestrado Caterine Quitiliano, pelo apoio, ajuda e incentivo durante os anos de mestrado.

Em especial, ao Dr. João Gomes, do Instituto de Química e Biotecnologia –UFAL, pela importante ajuda na análise estatística dos resultados.

Aos professores e colegas de mestrado que tanto contribuíram para a minha formação.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

Os crustáceos destacam-se por seu grande interesse comercial e boa aceitação no mercado consumidor. Entretanto, apresentam fácil deterioração, principalmente devido ao seu pH próximo da neutralidade, a elevada atividade de água e composição em termos de lipídeos insaturados passíveis de oxidação. Por isso, a defumação tem o intuito de aumentar a vida útil e agregar valor ao produto. Porém, este processamento pode ocasionar alterações nas propriedades nutricionais do alimento, tornando-o mais suscetível à oxidação lipídica com conseqüente formação de óxidos de colesterol, compostos biologicamente ativos considerados citotóxicos, mutagênicos, aterogênicos e cancerígenos. Considerando-se a escassez de informações acerca da composição química do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) defumado no Pontal do Peba – Alagoas (Brasil), estudou-se, neste trabalho, a influência da defumação sobre seu valor nutritivo. Determinou-se, então, nas formas *in natura* e defumada desse alimento, a composição centesimal, o valor calórico, pH, a concentração de cloretos, perfil de ácidos graxos, colesterol e óxidos de colesterol. Para o camarão sete-barbas *in natura* e defumado, respectivamente, obteve-se os seguintes resultados: em base seca - lipídeos: 6,85% e 5,18%; proteínas: 88,93% e 72,36%; cinzas: 8,00% e 23,58%; calorias: 424,37 Kcal/100 g e 341,46 Kcal/100 g; cloretos: 3,61% e 17,86%; e em base úmida - umidade: 77,87% e 40,32%; pH: 7,30 e 7,37; ácidos graxos: saturados, 39,78% e 52,35%; poli-insaturados: 39,58% e 28,30%; ômega-3: 26,61% e 19,22%; ômega-6: 8,79% e 6,03%; colesterol: 145,08 mg/100 g e 297,59 mg/100 g; óxidos de colesterol (base seca): 7-ceto: 8,47 µg/g e 8,56 µg/g; 7-alfa: 8,40 µg/g e 5,14 µg/g; 7-beta: 2,83 µg/g e 1,39 µg/g. Concluiu-se que o camarão sete-barbas possui alto valor nutricional e boa fonte de ácidos graxos essenciais, porém a defumação conduz a modificações significativas na sua composição química, especialmente no seu perfil lipídico, não apresentando influência na formação de óxidos de colesterol.

Palavras-chave: Camarão sete-barbas. *Xiphopenaeus kroyeri*. Defumação. Composição centesimal. Valor calórico. Cloretos. pH. Ácidos graxos. Colesterol. Óxidos de colesterol.

ABSTRACT

Crustaceans are distinguished for their great commercial interest and good acceptance in the marketplace. However, they present easy deterioration, mainly due to their pH close to the neutral point, high water activity and composition in terms of unsaturated lipids to suffer oxidation. Therefore, the process of smoking extends the life and adds value to the product. However, this process may cause changes in the nutritional properties of food, making it more susceptible to lipid oxidation with consequent formation of cholesterol oxides, which are biologically active compounds, considered cytotoxic, mutagenic, carcinogenic and atherogenic. Considering the dearth of information about the chemical composition of the “seven-beards” shrimp (*Xiphopenaeus kroyeri*) smoked in the Pontal do Peba – Alagoas (Brazil), during this work we studied the influence of smoking for its nutritional value. Then, the proximate composition, calorific value, pH, chlorides concentration and profile of fatty acids, cholesterol and cholesterol oxides were determined in the natura and smoked forms of this food. For the natura and smoked “seven-beards” shrimp, we obtained the following results, respectively: on a dry basis – lipids: 6.85% and 5.18%; protein: 88.93% and 72.36%; ash: 8.00% and 23.58%; calories: 424.37 Kcal/100 g and 341.46 Kcal/100 g; chlorides: 3.61% and 17.86%; and on a wet basis - moisture: 77.87% and 40.32%; pH: 7.30 and 7.37; fatty acids: saturated: 39.78% and 52.35%; polyunsaturated: 39.58% and 28.30%; omega-3: 26.61% and 19.22%; omega-6: 8.79% and 6.30%; cholesterol: 145.08 mg/100 g and 297.59 mg/100 g; cholesterol oxides (dry basis): 7-keto: 8.47 $\mu\text{g/g}$ and 8.56 $\mu\text{g/g}$; 7-alpha: 8.40 $\mu\text{g/g}$ and 5.14 $\mu\text{g/g}$; 7-beta: 2.83 $\mu\text{g/g}$ and 1.39 $\mu\text{g/g}$. It was concluded that “seven-beards” shrimp has a high nutritional value and it is a good source of essential fatty acids, but its smoked form leads to significant changes in their chemical composition, especially in their lipid profile, with no significant influence on the formation of cholesterol oxides.

Key words: “Seven-beards” shrimp. *Xiphopenaeus kroyeri*. Smoking. Proximate composition. Caloric value. Chlorides. pH Fatty acids. Cholesterol. Cholesterol oxides.

LISTA DE TABELAS

1º artigo: artigo de revisão

Tabela 1	Composição centesimal em pescado, segundo estudos envolvendo o processo de defumação tradicional a quente.....	26
Tabela 2	Composição centesimal em pescado, segundo estudos envolvendo o processo de defumação com fumaça líquida.....	29
Tabela 3	Composição centesimal em pescado, segundo estudo envolvendo o processo de defumação a frio.....	30
Tabela 4	Perfil de ácidos graxos em pescado (%), segundo estudos envolvendo o processo de defumação tradicional a quente.....	32
Tabela 5	Perfil de ácidos graxos em pescado (%), segundo estudo envolvendo o processo de defumação a frio.....	34

2º artigo: artigo de resultados

Tabela 1	Composição centesimal, valor calórico, teor de cloretos e pH do camarão sete-barbas (<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>) <i>in natura</i> e defumado.....	55
Tabela 2	Ácidos graxos (mg/100 g) do camarão sete-barbas (<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>) <i>in natura</i> e defumado.....	60
Tabela 3	Índices de qualidade nutricional da fração lipídica do camarão sete-barbas (<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>) <i>in natura</i> e defumado.....	67
Tabela 4	Teor de colesterol e óxidos de colesterol do camarão sete-barbas (<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>) <i>in natura</i> e defumado.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS

ACAT – Acil colesterol aciltransferase

AG – Ácido(s) graxo(s)

AGMI – Ácido(s) graxo(s) monoinsaturado(s)

AGPI – Ácido (s) graxo(s) poli-insaturado(s)

AGPI-CML – Ácido(s) graxo(s) poli-insaturado(s) de cadeia muito longa

AGS – Ácido(s) graxo(s) saturado(s)

AGT – Ácido(s) graxo(s) trans

AH – Amina(s) heterocíclica(s)

AHA – *American Heart Association*

AHANC – *American Heart Association Nutrition Committee*

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC – *Association of Official Analytical Chemists*

APCI – Ionização química à pressão atmosférica

B(a)P – Benzo(a)pireno

CLAE – Cromatografia líquida de alta eficiência

CLAE-APCI-MS – Cromatografia líquida de alta eficiência associada à espectrometria de massa utilizando a interface Ionização química a pressão atmosférica

DAC – Doença arterial coronariana

DHA – Ácido docosahexaenóico

DHSS – *Department of Health And Social Security, UK*

DRI – *Dietary Reference Intake*

EPA – Ácido eicosapentaenóico

HDL – Lipoproteína de alta densidade

H/H – Razão entre os ácidos graxos hipocolesterolêmico e hipercolesterolêmico

HPAs – Hidrocarboneto(s) poliaromático(s)

IA – Índice de aterogenicidade

ILSI – Instituto Internacional de Ciências da Vida

IQN – Índices da Qualidade Nutricional

IT – Índice de trombogenicidade

LDL – Lipoproteína de baixa densidade

MS – Espectrometria de Massas

NaCl – Cloreto de sódio

NCEP – *National Cholesterol Education Program*

NDEA – Nitrosodietilamina

NDMA – N-nitrosodimetilamina

NPIP – Nitrosopiperidina

NPIR – Nitrosopirrolidina

n-3 – Ácidos graxos da família ômega-3

n-6 – Ácidos graxos da família ômega-6

n-6/n-3 – Relação ômega-6 e ômega-3

n-9 – Ácidos graxos da família ômega-9

pH – Potencial Hidrogeniônico

PPAR-gama – Receptor gama ativado pelo proliferador de peroxissomo

P/S – Relação ácidos graxos poli-insaturados/saturados

SAEG – Sistema para Análises Estatísticas

SBC – Sociedade Brasileira de Cardiologia

UV – Ultra Violeta

VLDL – Lipoproteína de muito baixa densidade

7-alfa ou 7 α -OH – 7 α -hidroxicolesterol

7-beta ou 7 β -OH – 7 β -hidroxicolesterol

7-ceto – 7-cetocolesterol

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 COLETÂNEA DE ARTIGOS	14
2.1 1º artigo: artigo de revisão A defumação em pescado e suas implicações nutricionais.....	15
2.2 2º artigo: artigo de resultados Efeito da defumação sobre o valor nutricional do camarão sete-barbas <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> , Heller, 1862).....	47
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
4 REFERÊNCIAS	86

A defumação é uma das tecnologias mais antigas empregadas na conservação de alimentos, se baseando na exposição do alimento à fumaça proveniente da queima de madeira, serragem, carvão, etc. Utiliza-se preferencialmente madeiras duras, como carvalho, bétula, mogno e tipos de nogueira. As madeiras macias, devido à presença de lignina e por serem mais resinosas, dão sabor desagradável ao produto e apresentam um risco maior de formação de substâncias nocivas aos seres humanos. A combustão é, portanto, a formação de substâncias aromáticas desejáveis, sendo afetada por inúmeros fatores, como a estrutura e espessura da madeira, a profundidade da camada de cinzas que se forma e o arraste da fumaça pelo ar aquecido (BRESSAN et al., 2001; SOUZA et al., 2004; SCHNEIDER et al., 2006).

A utilização da defumação se dá principalmente com o objetivo de melhorar a qualidade dos alimentos, provocando mudanças nas características sensoriais como sabor, textura, aroma e coloração. Além disso, quando realizado de maneira convencional, ocorre redução da atividade de água e alteração do pH dos alimentos, o que acaba por inativar enzimas e microorganismos responsáveis pela deterioração, aumentando assim a vida útil dos mesmos. A deposição de fenóis presentes na fumaça, devido a seu efeito antioxidante, também pode inibir a oxidação das gorduras e evitar a formação de ranço. A criação de novos produtos, a partir da defumação, apresenta-se como um benefício para a população, por ampliar suas possibilidades de escolha, e para os pequenos produtores, pois se torna uma fonte adicional de renda para estes (SIMKO, 1991; SIGURGISLADOTTIR et al., 2000; BRESSAN et al., 2001; SOUZA et al., 2004; SCHNEIDER et al., 2006).

Este processo é utilizado, principalmente, para carnes bovinas, suínas, aves pescado e embutidos. O pescado é altamente perecível, mas tem sua vida útil e aceitação aumentadas quando defumado, tornando-se um alimento de preparo fácil e rápido para o consumidor (SOUZA et al., 2004; SANTOS et al., 2007).

A defumação é separada em três etapas distintas: a salmouragem, a secagem e a defumação propriamente dita, sendo todas estas importantes para aumentar a qualidade do produto (SOUZA et al., 2004). Durante estas fases o produto passa por alterações que acabam por: retardar os fenômenos de autólise, conseqüentemente os de putrefação; desidratar e dar resistência ao produto, deixando seu sabor mais apurado e impedindo a perda excessiva de nutrientes e componentes intrínsecos durante todo o processo; formar coloração peculiar dos

produtos defumados; absorver os compostos de fumaça, atuando em sua conservação, como já citado anteriormente (BRESSAN et al., 2001; SCHNEIDER et al., 2006).

O camarão é um dos crustáceos cujo consumo vem aumentando com o passar dos anos no Brasil, sofrendo influência da busca por alimentos balanceados e saudáveis (MOURA et al., 2002). Tal fato contribui para que a pesca deste seja realizada em larga escala no litoral brasileiro, com significativa importância social, cultural, histórica e econômica (BRANCO, 2005).

A foz do rio São Francisco, em especial o Pontal do Peba, município de Piaçabuçu – AL, tem o camarão como principal recurso pesqueiro (SANTOS; COELHO, 1998). Neste local, a pesca e defumação artesanal nos barracões dos pescadores de camarão sete-barbas ou espigão (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862) contribui de forma significativa para o sustento econômico da maioria da população. Entretanto a composição química deste crustáceo é desconhecida, justificando a necessidade de uma investigação sobre o seu potencial nutricional.

O camarão possui considerável importância nutricional, sendo fonte alimentar de proteínas, minerais e ácidos graxos insaturados (PEDROSA; COZZOLINO, 2001). Dentre os ácidos graxos insaturados, podem-se destacar os poli-insaturados das famílias ômega-3 e ômega-6, além de colesterol. A presença de tais nutrientes torna este crustáceo passível de oxidação, principalmente durante a defumação, com formação de substâncias maléficas aos seres humanos.

O estudo detalhado sobre as alterações sofridas durante o processamento do camarão sete-barbas, através de técnicas analíticas disponíveis, contribuirá com os profissionais da área de saúde para uma adequada orientação dietética, bem como na obtenção de dados que podem ser utilizados em tabelas de composição de alimentos Regionais/Nacionais. Tais fatos, aliados as poucas pesquisas que são realizadas com o objetivo de detectar as modificações nutricionais ocorridas durante algum tipo de processamento em crustáceos, constituem subsídios suficientes para justificar a necessidade de desenvolver estudos visando preencher esta lacuna.

1º artigo: artigo de revisão

SILVA, KWB; LIRA, GM. A defumação em pescado e suas implicações nutricionais.

A DEFUMAÇÃO EM PESCADO E SUAS IMPLICAÇÕES NUTRICIONAIS

RESUMO

Este estudo teve por objetivo estudar as implicações nutricionais da defumação em pescado. Para isso, realizou-se uma revisão de literatura das publicações sobre defumação. A revisão bibliográfica foi realizada nas bases de dados do Scielo e *PubMed*, sem limite de tempo, incluindo estudos publicados em português, inglês ou espanhol, utilizando os seguintes unitermos e suas combinações: *smoking, proximate composition, fatty acids, cholesterol, cholesterol oxides, fish, shellfish, crustaceans*. Após aplicação dos critérios de exclusão, considerando inadequados os artigos que não tratavam da composição centesimal, perfil de ácidos graxos, colesterol e óxidos de colesterol no processo de defumação de pescado, vinte e um (21) artigos foram selecionados. Os resultados destes artigos foram agrupados, sendo que onze (11) artigos tratavam da análise da composição centesimal utilizando o processo de defumação tradicional a quente; três (3) deles visavam a composição centesimal utilizando a defumação líquida; um (1) deles identificou a composição centesimal utilizando tanto a defumação tradicional a quente quanto a defumação líquida; um (1) deles apresentou a composição centesimal utilizando a defumação a quente e a frio; dois (2) mostraram o perfil de ácidos graxos utilizando a defumação tradicional a quente; dois (2) apresentaram tanto a composição centesimal quanto o perfil de ácidos graxos em pescado defumado tradicionalmente a quente; um (1) expôs o perfil de ácidos graxos utilizando a defumação tradicional a quente e a defumação a frio. A partir da apreciação de tais artigos, verificou-se que a defumação causa alterações consideráveis no teor de umidade, proteínas, cinzas e teor de lipídios. Algumas dessas alterações são favoráveis, visto que aumentam a vida útil do alimento. Também foram observadas alterações no perfil lipídico após a defumação na maioria dos estudos. A exposição a esse tipo de processamento pode favorecer o aparecimento de substâncias indesejáveis e prejudiciais à saúde humana.

Palavras-chave: Defumação. Composição centesimal. Ácidos graxos. Colesterol. Óxidos de colesterol. Pescado.

ABSTRACT

This study has aimed to study the nutritional implications of smoking in fish. For this, we carried out a literature review of publications on smoking. The literature review was conducted in the databases Pubmed and Scielo, no time limit, including studies published in English, Portuguese or Spanish, using the following keywords and combinations thereof: *smoking, proximate composition, fatty acids, cholesterol, cholesterol oxides, fish, shellfish, crustaceans*.

cholesterol oxides, fish, shellfish, crustaceans. After application of exclusion criteria, considering inadequate the items that did not address the proximate composition, fatty acid profile, cholesterol and cholesterol oxides in the process of smoking fish, twenty-one (21) articles were selected. The results of these articles have been grouped, being the purpose of eleven (11) of them the analysis of the proximate composition using the traditional process of hot smoking; three (3) of them identified the proximate composition using liquid smoked; one (1) of them identified the proximate composition using both the traditional hot smoking as the liquid smoking; one (1) of them showed the proximate composition using both hot and cold smoking; two (2) of them presented the fatty acid profile using the traditional hot smoking; two (2) of them showed both the proximate composition as the fatty acid profile in fish traditionally hot smoked; one (1) of them exposed the fatty acid profile using the traditional hot and cold smoking. From the assessment of such articles, it was found that smoking causes considerable changes in moisture content, protein, ash and lipid content. Some of these modifications are favorable, since they increase the life of the food. Changes were also seen in lipid profile after smoking in most studies. Exposure to this type of processing may favor the onset of undesirable and harmful substances to human health.

Keywords: Smoking. Proximate composition. Fatty acids. Cholesterol. Cholesterol oxides. Fish.

INTRODUÇÃO

O beneficiamento de alimentos é utilizado como opção para a restrita capacidade de armazenamento e estocagem, buscando garantir qualidade e aumentar a vida útil dos mesmos (EMERECINO; SOUZA; FRANCO, 2008). Existem diversos métodos de conservação de alimentos, e estes são baseados na eliminação total ou parcial dos agentes que alteram os produtos, tanto de natureza biológica (microorganismos) quanto química (enzimas), e consistem na aplicação de alguns princípios físicos, químicos ou biológicos, como: eliminação de água, uso de altas e baixas temperaturas, aplicação de aditivos e conservantes, fermentação, uso de certas radiações e filtração, armazenamento em atmosfera controlada, etc. Os melhores são aqueles que, além de aumentar o prazo de validade, preservem as características naturais dos alimentos ou minimizem suas alterações (LOPES, 2007).

Dentre os tipos de processamento conhecidos pode-se destacar a defumação, uma das tecnologias mais antigas empregadas na conservação de alimentos. Este processo se baseia na submissão do alimento à fumaça proveniente da queima de madeira, serragem, carvão, etc (SOUZA et al., 2004; SCHNEIDER; BASTOS; PLÜMER, 2006).

Essa técnica é utilizada atualmente como um artifício para melhorar a qualidade e aumentar a vida útil dos alimentos, uma vez que provoca mudanças nas características sensoriais como sabor, textura, aroma e coloração e inativa as enzimas e microorganismos responsáveis pela deterioração (SIMKO, 1991; SIGURGISLADOTTIR et al., 2000; SOUZA et al., 2004).

Segundo Emereciano, Souza e Franco (2008), a utilização deste tipo de tecnologia em espécies de alto valor nutritivo ou comercial seria principalmente agregar valor ao produto, diferenciando as qualidades sensoriais deste alimento em relação ao produto original e ampliando seu valor econômico. Este processo é utilizado, principalmente, para carnes bovinas, suínas, aves, embutidos e pescado.

O pescado é um grupo alimentar altamente perecível às temperaturas tropicais, devido principalmente a presença de pH próximo da neutralidade, elevada atividade de água, composição química e gorduras insaturadas passíveis de oxidação (TANCREDI, 2002). Na tentativa de estimular o consumo deste tipo de alimento busca-se a utilização de mecanismos que produzam um pescado com vida útil aumentada e com melhores formas de elaboração e apresentação, visto que o consumidor exige alimentos de preparo fácil e rápido (SOUZA et al., 2004; SANTOS et al., 2007).

Porém, o tipo de processamento pode alterar o conteúdo e valor nutritivo dos alimentos. Mudanças estas que podem ser desfavoráveis para os seres humanos, contribuindo para o desenvolvimento de câncer e/ou aparecimento de doenças crônico-degenerativas e diminuindo sua qualidade de vida (PEDROSA; COZZOLINO, 2001). Por isso faz-se necessário conhecer as alterações decorrentes da defumação efetuada em pescado, visto que a utilização de tal técnica está se tornando cada vez mais comum.

MÉTODOS

A revisão bibliográfica foi realizada nas bases de dados do Scielo (<http://www.scielo.org/php/index.php>) e do *PubMed* da *U.S. National Library of Medicine* (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), sem limite de tempo, incluindo estudos publicados em português, inglês ou espanhol, utilizando os seguintes

unitermos e suas combinações: *smoking, proximate composition, fatty acids, cholesterol, cholesterol oxide, fish, shellfish, crustaceans*.

Numa segunda etapa, foram aplicados os critérios de exclusão, considerando inadequados para os objetivos propostos os artigos que não tratavam da composição centesimal, perfil de ácidos graxos, colesterol e óxidos de colesterol no processo de defumação de pescado. Resumos de artigos cujo conteúdo possibilitasse sua exclusão pelos critérios pré-definidos não tinham o texto completo selecionado para passar à fase seguinte.

Nenhum artigo contendo teor de colesterol e óxidos de colesterol em pescado defumado foi encontrado. Após a identificação e leitura, foram selecionados vinte e um (21) artigos. A partir da leitura e fichamento dos estudos selecionados, procedeu-se o trabalho de redação enfatizando os principais achados relacionados ao objetivo do trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram incluídos nesta revisão vinte e um (21) estudos que avaliaram a composição centesimal, o perfil lipídico e/ou colesterol e óxidos de colesterol de pescado defumado. Destes, onze (11) analisaram a composição centesimal utilizando o processo de defumação tradicional a quente (SZENTTAMÁSY et al., 1993; VISHWANATH; LILABATI; BIJEN, 1998; TOMÉ; KODAIRA; MATSUNAGA, 1999; SOUZA et al., 2004; SOUZA et al., 2005; ASSIS et al., 2009; BOWER et al., 2009; FEIDEN et al., 2009; FLINKLER et al., 2010; SILVA et al., 2010; MANSKE et al., 2011), três (3) investigaram a composição centesimal utilizando a defumação líquida (GONÇALVES; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 1998; COSTA et al., 2008; HUBINGER et al., 2009), um (1) realizou a composição centesimal utilizando a defumação tradicional a quente e a defumação líquida (GONÇALVES; CEZARINI, 2008), um (1) analisou a composição centesimal utilizando a defumação a quente e a defumação a frio (FRANCO et al., 2010), dois (2) analisaram o perfil de ácidos graxos utilizando a defumação tradicional a quente (BELTRÁN et al., 1991; KAYA; TURAN; ERDEM, 2008), dois (2) analisaram tanto a composição centesimal quanto o perfil de ácidos graxos em pescado defumado tradicionalmente a quente (STEINER-ASIEDU; JULSHAMN; LIE, 1991; VASILIADOU et al., 2005) e um (1)

analisou o perfil de ácidos graxos utilizando a defumação tradicional a quente e a defumação a frio (USYDUS et al., 2009).

Caracterização do processo de defumação

O produto defumado é considerado nobre (OLIVEIRA; INHAMUNS, 2005). Segundo Souza et al. (2005), pescado de menor porte é defumado inteiro e eviscerado, enquanto o de grande porte pode ser defumado tanto em filé, quanto posta, pedaço, partes, etc.

A defumação pode variar de acordo com o método de aplicação da fumaça e a combinação de fatores físicos e químicos, sendo necessário um controle rigoroso de cada uma de suas etapas. Os métodos ou tipos de defumação variam de acordo com os produtos desejados, tipos de defumadores, madeiras utilizadas, entre outros. Porém, faz-se necessária a combinação da defumação com outros métodos de conservação, como a salga e secagem ou congelamento, pois apenas o efeito preservativo da fumaça é insuficiente. Sem uma dessas combinações o produto defumado permanece adequado para o consumo apenas por um período um pouco maior do que o pescado fresco (SOUZA et al., 2004; FEIDEN et al., 2009).

Para a defumação de pescado, existem três fases distintas e imprescindíveis à boa qualidade do produto: a salmouragem, a secagem e a defumação propriamente dita (SOUZA et al., 2004).

A primeira fase, ou salmouragem é de suma importância por retardar os fenômenos de autólise e, conseqüentemente os de putrefação do alimento. A carne do pescado é desidratada e adquire maior resistência, deixando seu sabor mais apurado. Podem ser utilizados nesta etapa o sal propriamente dito (NaCl) e/ou sais de cura (nitrito ou nitrato de sódio ou de potássio). A secagem posterior permite certa desidratação superficial, tornando o produto mais resistente e formando uma película que, durante a defumação, impede a perda excessiva de nutrientes e componentes intrínsecos, facilitando ao mesmo tempo o aparecimento da coloração peculiar dos produtos defumados. Na defumação, o produto não só se desidrata mais, como absorve os compostos presentes na fumaça, o que lhe oferece o sabor e a coloração característicos deste tipo de produto, além de atuar em sua conservação (TAVARES et al., 1988; BRESSAN et al., 2001; SOUZA et al., 2004).

O método de geração de fumaça utilizado na defumação tem uma grande influência nas características sensoriais do produto final. Existem duas formas tradicionais utilizadas em pescado: a defumação a quente ou a frio, alterando-se a temperatura da câmara de defumação (defumador) utilizada. Na defumação a frio as proteínas do alimento sofrem um processo de maturação enzimática, onde as condições são favoráveis para que as enzimas endógenas tornem a carne mais tenra e aromática, enquanto que na defumação a quente, as mesmas são desnaturadas pelo efeito do calor para se tornarem comestíveis. Como consequência, os produtos obtidos nos dois procedimentos diferem em suas características sensoriais e vida útil. A defumação a frio é muito utilizada para aumentar a quantidade de compostos com funções preservativas devido ao maior tempo de exposição do pescado à fumaça quando comparada à defumação a quente. A principal função da defumação a quente é proporcionar aroma, sabor e cor característicos, com melhores qualidades sensoriais (SIMKO, 1991; SOUZA et al., 2004; MARQUES, 2005).

Segundo Ferreira et al. (2002), na defumação a frio a temperatura é inferior a 40°C e defumação a quente entre 50-120°C. Souza et al. (2004), relata ainda que o pescado que utiliza a defumação a frio apresenta baixo teor de umidade (40%) e conteúdo de sal relativamente elevado (7 a 15%), e que a secagem prolongada aumenta sua vida útil. Já na defumação a quente refere-se umidade do produto de 55 a 65%.

Também há outras formas, como a defumação eletrostática e a defumação líquida, esta última muito utilizada atualmente (SOUZA et al., 2004). No sistema de fricção ou eletrostático, um tronco de aproximadamente um metro de comprimento e 15 cm de largura é mantido verticalmente, com a fricção de uma placa na sua superfície à 1700 rpm, originando calor por atrito e assim a pirólise da madeira. Os fragmentos resultantes da fricção caem em um recipiente com água e a fumaça é encaminhada para uma câmara. A água contida no recipiente impede a combustão daqueles fragmentos. O maior custo da madeira em relação à serragem, o barulho da operação e preocupação com a manutenção mecânica é compensada pela conveniência, limpeza e facilidade de mecanização (KLETTNER, 1979).

A defumação de alimentos por meio de aspersão de fumaça (defumação convencional ou tradicional) está sendo substituída cada vez mais pelo emprego do aroma líquido de fumaça (fumaça líquida), principalmente pela ausência de

compostos cancerígenos e pelo mesmo perfil aromático da fumaça tradicional. Tal método consiste na mistura superaquecida de vapor d'água e ar, que induz a combustão e funciona como veículo para as substâncias derivadas da pirólise da madeira, as quais se precipitam sobre o produto a defumar. A fumaça, úmida devido ao esfriamento, vai para a câmara de defumação por meio de condutores, com uma temperatura inicial de 80 °C. Por este motivo, a fumaça vinda deste meio pode ser empregada tanto na defumação a quente como a frio (GONÇALVES; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 1998; LOPES, 2007; GONÇALVES; CEZARINI, 2008).

A maior higiene e um menor tempo de processo podem ser destacadas como vantagens desse tipo de defumação. Além disso, destacam-se a menor poluição e a variedade de utilização da fumaça, o que amplia as diferenças sensoriais do produto, proporcionando uniformidade de sabor e cor, incorporação de substâncias antimicrobianas e antioxidantes e baixa concentração de compostos indesejáveis (GONÇALVES; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 1998; STOLYHWO; SIKORSKI, 2005).

A defumação líquida pode ser realizada por imersão ou por aspersão. No primeiro método a fumaça líquida é diluída diretamente na salmoura, ocorrendo uma maior penetração do sabor no tecido do produto. Já no método por aspersão ou por atomização, ocorre a aplicação na superfície da matéria-prima, produzindo sabor agradável, além de coloração diferenciada na superfície do produto (ADICON, 1996; SCHINDLER, 1997).

De acordo com Sanchez (1989), a gordura ajuda a reter os compostos aromáticos da fumaça que além de conferir odor e sabor agradável, aumentam a durabilidade dos mesmos, por lubrificá-los, impedindo a desidratação. Por este motivo, peixes gordurosos são mais indicados para a defumação, apesar de serem utilizados peixes magros como a tilápia.

Além da composição do pescado influenciar na defumação, a composição e o efeito da fumaça utilizada depende da temperatura de queima, da presença de ar, tipo e quantidade de madeira em relação ao tempo e distância do produto em relação à fonte de fumaça. A madeira utilizada na defumação deve ser criteriosamente escolhida. Entre as recomendadas estão eucalipto, ipê, pau-ferro, jabuticabeira, goiabeira, jacarandá, aroeira e paraju. Toxicologicamente, há preferência pelo uso de madeiras duras, como carvalho, bétula, mogno e tipos de nogueira. As madeiras macias dão sabor desagradável ao produto e oferecem um

risco maior de formação de substâncias maléficas aos seres humanos, por serem mais ricas em lignina e mais resinosas. A combustão da madeira não deve ser incompleta, pois desse modo não se formarão as substâncias desejadas, nem excessivas, a fim de evitar e/ou diminuir o surgimento de substâncias cancerígenas, como benzo(a)pirenos e hidrocarbonetos poliaromáticos – HPAs (BRESSAN et al., 2001; SOUZA et al., 2004; SCHNEIDER; BASTOS; PLÜMER, 2006; LOPES, 2007).

Esses componentes da fumaça são exatamente o que confere ao alimento as propriedades de produto defumado. São mais de 200 substâncias formadas durante o processo, como hidrocarbonetos, substâncias orgânicas, fenóis, aldeídos, benzóis e ácidos alifáticos, que atuam nos alimentos desenvolvendo cor, textura e sabor típicos, inibindo o desenvolvimento de bactérias, evitando o ranço e promovendo a conservação dos produtos. A defumação a quente utiliza de vários artifícios como o calor, salga, cocção e a deposição de substâncias químicas bactericidas presentes na fumaça, para inativar enzimas e microrganismos deterioradores, reduzir a atividade de água do alimento e alterar seu pH. Os fenóis presentes na fumaça atuam também como antioxidantes, inibindo a oxidação das gorduras e evitando a formação de ranço. A criação de novos produtos, a partir deste tipo de processamento, tanto é benéfica para o mercado consumidor, que aumenta suas possibilidades de escolha, quanto para os pequenos produtores, sendo uma fonte adicional de renda para estes (SIMKO, 1991; SIGURGISLADOTTIR et al., 2000; BRESSAN et al., 2001; SOUZA et al., 2004; SCHNEIDER; BASTOS; PLÜMER, 2006; LOPES, 2007).

As desvantagens da defumação tradicional estão relacionadas com: a) a presença de compostos benzo(a)pirenos e hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs) na fumaça, que podem se depositar na superfície da carne, em altas temperaturas ou quando a distância entre a fonte de calor e o produto é pequena (igual ou menor do que 40 cm) ou na combustão incompleta da madeira ou utilização de madeiras ricas em lignina e resinosas; b) as perdas no rendimento do produto, que variam de 5% a 10%, dependendo do corte e/ou tamanho do alimento escolhido e do tempo de defumação (BRESSAN et al., 2001). Tais mudanças, dentre outras, podem ser desfavoráveis para os seres humanos, contribuindo para o desenvolvimento de câncer e/ou aparecimento de doenças crônico-degenerativas e diminuindo sua qualidade de vida.

As fumaças líquidas eliminaram muito dos problemas associados com o método tradicional de defumação de pescado, além de proporcionar uma uniformidade de sabor e cor, sem o inconveniente uso de serragem e limpeza dos fumeiros. Alguns compostos podem ser eliminados nas fumaças líquidas naturais por envelhecimento e filtragem. Porém, a composição da fumaça líquida comercial é muito variável, pois depende principalmente da fonte de fumaça (madeira utilizada). O produto de melhor qualidade só será obtido se parâmetros como temperatura, umidade relativa e concentração de fumaça líquida, bem como o tempo de defumação, estiverem em proporções adequadas ao tipo e tamanho do pescado exposto. Além disso, para aumentar a vida-de-prateleira do produto elaborado, também devem ser levadas em conta as condições de higiene durante o processamento, além do local de estocagem e da embalagem utilizada (GONÇALVES; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 1998).

Implicações nutricionais da defumação em pescado

O pescado é fonte de diversos componentes com significativo valor nutricional e o seu consumo tem crescido nos últimos anos devido ao maior interesse da população em busca de qualidade de vida através de uma alimentação mais equilibrada e saudável (BADOLATO et al., 1994; VILA NOVA et al., 2005; VIEIRA et al., 2007).

Este grupo alimentar é considerado componente importante de uma dieta nutricional equilibrada por apresentar teor protéico com alto valor biológico, além de ser boa fonte de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa da série ômega 3, tais como α -linolênico (C18:3 n-3), precursor do eicosapentaenóico (EPA-C20:5 n-3) e docosahexaenóico (DHA- C22:6 n-3); e da série ômega 6 (n-6), que corresponde ao ácido linoléico (C18:2 n-6), convertido enzimaticamente em ácido araquidônico (C20:4 n-6). Estes ácidos graxos poli-insaturados atuam em diversos processos fisiológicos e metabólicos. São considerados primordiais na manutenção das membranas biológicas, na retina, no córtex cerebral, tecidos nervosos, na ação pró e anti-inflamatória, redutores de risco de doenças coronarianas, hipertensão moderada, incidência de diabetes e na prevenção de vários tipos de câncer (LIMA et al., 2002; TURATTI; GOMES; ATHIÉ, 2002; DUARTE et al., 2005; MARTIN et al., 2006; SIMÃO et al., 2007; LOTTENBERG, 2009).

Vários estudos sugerem que os ácidos graxos dietéticos produzem significativos impactos nos níveis de lipídios circulantes, influenciando na relação LDL/HDL e no surgimento de diversas doenças (SILVA et al., 2005). O pescado apresenta níveis elevados de ácidos graxos poli-insaturados e contém colesterol, que podem ser oxidados dando origem aos óxidos de colesterol. A ocorrência destes óxidos em alimentos assinala-se como uma das preocupações fundamentais em saúde pública, devendo-se evitar esta oxidação tanto durante o processamento quanto o armazenamento dos produtos (SAMPAIO et al., 2006). Os óxidos de colesterol têm relação com processos citotóxicos, angiotoxícos, aterogênicos, mutagênicos e carcinogênicos (MORALES-AIZPURIA; TENUTA-FILHO, 2002).

Segundo Pedrosa e Cozzolino (2001) o tipo de processamento pode alterar o conteúdo e valor nutritivo dos alimentos. O processo de defumação afeta de maneira parcial o valor nutricional do pescado (BELTRÁN; MORAL, 1991; HAARD, 1992). As mudanças aparentes na composição centesimal, normalmente, são devidas às perdas de umidade e acréscimo do sal durante a salmouragem (GONÇALVES; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 1998; ROOB et al., 2002; SOUZA et al., 2004). A salga baseia-se no princípio da desidratação osmótica, onde os tecidos do pescado atuam como membranas permeáveis, permitindo a entrada do sal por difusão à medida que ocorre sua desidratação, ocorrendo redução de umidade (GONÇALVES, 1998; SIGURGISLADOTTIR et al., 2000).

De acordo com Gonçalves e Prentice-Hernández (1998) e Ribeiro (2000), em pescado defumado, o conteúdo de proteína e lipídios é mais elevado que no pescado *in natura*, principalmente devido a uma maior perda de umidade do que proteínas e lipídeos, decorrente do processo de desidratação e lixiviação de lipídios do músculo que ocorre durante a defumação (SIGURGISLADOTTIR et al., 2000).

Segundo Gonçalves e Prentice-Hernández (1998) o aumento nos teores de cinzas ocorre devido à desidratação e a absorção de cloreto de sódio no músculo, durante o processo de salmouragem para a defumação.

Composição centesimal em pescado defumado tradicionalmente a quente

Foram incluídos quinze artigos envolvendo amostras de pescado defumado tradicionalmente a quente. A Tabela 1 sumariza os resultados encontrados.

Tabela 1. Composição centesimal em pescado, segundo estudos envolvendo o processo de defumação tradicional a quente.

Fonte	Amostra	Umidade(%)	Proteínas(%)	Lipídios(%)	Cinzas(%)
Steiner-Asiedu; Julshamn; Lie, 1991*	Sardinha <i>in natura</i>	75,40	20,69	0,17	3,22
	Sardinha defumada	46,80	45,06	1,92	4,31
	Pargo <i>in natura</i>	74,30	20,33	2,57	2,21
	Pargo defumado	23,00	60,37	8,24	6,62
	Tilápia <i>in natura</i>	74,10	17,53	4,35	2,80
Szenttamásy et al., 1993	Tilápia defumada	20,70	50,51	17,84	8,80
	Pacu <i>in natura</i>	76,54	18,99	2,25	1,99
Vishwanath; Lilabati; Bijen, 1998*	Pacu defumado	70,25	23,80	2,69	3,13
	Enguia <i>in natura</i>	77,00	18,17	2,47	1,61
Tomé; Kodaira; Matsunaga, 1999	Enguia defumada	45,70	41,27	5,33	3,26
	Bagre <i>P. fasciatum in natura</i>	78,25	18,66	1,88	1,12
	Bagre <i>P. fasciatum</i> defumado	67,92	21,15	2,95	3,98
Souza et al., 2004	Bagre <i>P. pirinampu in natura</i>	63,48	18,80	16,52	1,58
	Bagre <i>P. pirinampu</i> defumado	63,36	16,80	18,06	1,58
	Tilápia filé <i>in natura</i>	77,91	25,65	2,55	1,04
	Tilápia filé defumada	63,00	33,04	4,47	5,13
	Tilápia inteira <i>in natura</i>	70,84	19,20	8,06	3,41
Souza et al., 2005**	Tilápia inteira defumada	57,18	25,27	11,31	7,30
	Tilápia filé C1 <i>in natura</i>	79,99	17,51	1,41	1,09
	Tilápia filé C1 defumado	61,00	30,37	3,51	5,25
	Tilápia filé C2 <i>in natura</i>	78,00	19,31	1,60	1,09
	Tilápia filé C2 defumado	61,68	29,32	3,69	5,31
Vasiliadou et al., 2005	Tilápia filé C3 <i>in natura</i>	78,58	18,55	1,79	1,10
	Tilápia filé C3 defumado	61,60	29,52	3,49	5,30
Gonçalves; Cezarini, 2008	Dourada <i>in natura</i>	69,96	20,65	7,55	ND
	Dourada defumada	57,45	25,67	12,92	
Assis et al., 2009	Jundiá filé <i>in natura</i>	71,13	14,67	2,38	2,55
	Jundiá filé defumado	57,35	28,91	2,71	3,62
	Carcaça de rã <i>in natura</i>	75,00	23,40	2,27	0,85
Bower et al., 2009	Carcaça de rã defu-mada sem alecrim	63,00	26,37	5,30	2,60
	Carcaça de rã defu-mada com alecrim	60,00	30,40	4,97	2,96
Feiden et al., 2009***	Salmão <i>in natura</i>	70,10	12,30	14,80	2,30
	Salmão defumado	53,80	17,40	24,30	2,80
Finkler et al., 2010	Lambari defumado A	61,91	26,26	3,84	10,83
	Lambari defumado B	40,31	26,16	2,95	12,11
	Lambari defumado C	38,90	28,26	2,53	13,46
	Lambari defumado D	31,63	28,12	3,60	13,53
Franco et al., 2010	Mandi-pintado filé <i>in natura</i>	68,71	17,39	12,34	1,11
	Mandi-pintado filé defumado	39,16	31,50	25,31	9,73
Silva et al., 2010	Matrinxã <i>in natura</i>	72,91	20,07	3,37	1,25
	Matrinxã defumado	58,51	28,07	8,09	3,28
	Camarão gigante da Malásia <i>in natura</i>	78,22	16,80	0,30	0,89
Manske et al., 2011	Camarão gigante da Malásia defumado	49,88	45,89	1,33	3,10
	Jundiá grande eviscerado defumado	71,77	24,14	10,10	
	Jundiá pequeno eviscerado defumado	68,82	25,22	9,16	ND
	Jundiá filé defumado	64,85	28,10	7,09	

* Os valores de proteínas, lipídios e cinzas aqui apresentados foram convertidos para base úmida segundo os valores em base seca apresentados no artigo original.

** Grupos separados por peso: C1 = 500-600g; C2 = 601-700g; C3 = 701-800g.

*** Grupos separados por tempo de defumação: A = 90 min; B = 180 min; C = 240 min; D = 360 min.

ND = Não Determinado.

Fonte: Steiner-Asiedu; Julshamn; Lie, 1991; et al.

Pesquisadores citados na tabela abaixo, através da análise estatística, observaram que a umidade, proteínas, lipídeos e cinzas do pescado *in natura* diferiram estatisticamente das obtidas no pescado defumado tradicionalmente a quente, com exceção do estudo de Assis et al. (2009), que não encontraram diferença significativa entre o percentual de proteína da carcaça de rã *in natura* e daquelas defumadas com e sem alecrim. Nesta pesquisa também não foram detectadas diferença significativa entre composição centesimal da defumação com e sem alecrim da carcaça de rã.

Tomé, Kodaira e Matsunaga (1999), também não constataram diferença significativa entre proteína, lipídeos e cinzas do bagre *P. fasciatum in natura* e defumado, e de umidade, lipídeos e cinzas do bagre *P. pirinampu in natura* e defumado. Estes pesquisadores citam que a umidade pode ter sido diferente significativamente na espécie *P. fasciatum* e não na espécie *P. pirinampu* devido ao conteúdo elevado de gordura da última espécie, visto que, os teores de gorduras podem influenciar nas perdas durante o processo de defumação, porque peixes com maior teor de gorduras perdem menos água no processamento (SOUZA et al., 2005).

Para os demais artigos que analisaram a composição centesimal do pescado *in natura* comparando-o ao defumado, os valores de umidade encontrados sofreram redução após o processamento, sendo justificado pela desidratação osmótica ocorrida durante a salmouragem e defumação propriamente dita. Já em relação aos percentuais de proteínas e lipídios, estes aumentaram após o processamento do pescado, devido à desidratação ocorrida em função da defumação, o que acabou por concentrar os demais nutrientes. O aumento dos teores de cinzas no pescado defumado ocorreu devido à absorção de cloreto de sódio ao pescado durante o processo da salmouragem para a defumação, além da perda de umidade sofrida.

Szenttamásy et al. (1993) estudaram peixe pacu proveniente dos reservatórios de piscicultura da Prefeitura do Município de Piracicaba - SP, sendo o este peixe uma boa opção para utilização em processamento. Com a pesquisa concluíram que seria viável a defumação, devido ao seu de baixo investimento, podendo ser destinado à utilização na merenda escolar do município, propondo novas opções de consumo.

No estudo de Souza et al. (2005), foi realizada estatística apenas entre as amostras *in natura* das diferentes classes de peso, e uma outra estatística apenas entre as amostras defumadas das diferentes classes de peso, porém observa-se redução da umidade e aumento na concentração dos demais nutrientes quando comparado cada classe *in natura* e defumada entre si. Quando observado apenas as classes de peso dos filés de tilápia defumados, não foram apresentadas diferenças estatísticas na composição centesimal, demonstrado que o peso não proporcionou interferência nestes nutrientes. Este estudo analisou ainda a composição centesimal dos filés de tilápia defumados com e sem pele, e também não houve diferença significativa entre os valores encontrados.

Vasiliadou et al. (2005) pesquisaram a composição centesimal de dourada de uma fazenda de peixes da costa do norte da Grécia. A produção desta espécie dominante tem aumentado entre 1987 e 2001. Estes autores concluíram que o processo de defumação pode ser usado para este peixe, como alternativa para a superprodução desta espécie em viveiros da Grécia, e que esta tecnologia aplicada levou à produção de um item de alta qualidade.

Gonçalves e Cezarini (2008), ao analisarem filés de Jundiá comercializados na cidade de Porto Alegre - RS, concluíram que a defumação deste peixe pode constituir uma alternativa para agregar valor ao produto, tornando-o importante e significativo nutricionalmente e aumentando o consumo do mesmo, por causa da sua desejável propriedade sensorial.

Feiden et al. (2009) observaram um efeito linear decrescente para a umidade de acordo com o tempo de defumação em carcaça de lambari do rabo vermelho defumado. Para as outras variáveis analisadas, não foram observadas diferenças significativas entre os tempos de exposição à defumação. Com o aumento do tempo de defumação houve uma pequena perda de lipídeos sem diferença significativa, devido ao baixo percentual de gordura deste peixe. Estes autores concluíram que para a defumação do peixe em questão o tempo C (aproximadamente 240 min) proporciona melhor qualidade e rendimento ao produto final.

Finkler et al. (2010) estudaram o mandi-pintado cultivado em tanques-rede no reservatório da usina hidrelétrica Governador José Richa, município de Boa Vista da Aparecida/PR. Com a pesquisa observaram resultados positivos na defumação

deste peixe, visto que o mesmo apresenta grande potencial para aproveitamento através deste tipo de processamento, o que acaba por agregar valor ao produto.

Manske et al. (2011) não encontraram diferença estatística entre a defumação do jundiá em diferentes categorias, inteiro eviscerado (pequeno com cabeça e grande sem cabeça) e filé, demonstrando que as diversas forma de apresentação do pescado defumado não altera sua composição centesimal. Estes autores não pesquisaram o teor de cinzas nem a composição do peixe jundiá *in natura*.

Composição centesimal em pescado defumado com fumaça líquida

Foram incluídos quatro artigos, envolvendo amostras de pescado defumado com fumaça líquida. A Tabela 2 expõe os resultados encontrados.

Tabela 2. Composição centesimal em pescado, segundo estudos envolvendo o processo de defumação com fumaça líquida.

Fonte	Amostra	Umidade(%)	Proteínas(%)	Lipídios(%)	Cinzas(%)
Gonçalves; Prentice-Hernández, 1998	Anchova <i>in natura</i>	69,38	16,80	12,43	1,09
	Anchova defumada	59,79	22,30	15,21	2,45
	Piau-vermelho <i>in natura</i>	78,50	18,20	2,80	0,90
Costa et al., 2008	Piau-vermelho defumado por aspersão	55,10	30,90	4,80	9,30
	Piau-vermelho defumado por imersão	51,70	32,60	7,00	10,20
Gonçalves; Cezarini, 2008	Jundiá filé <i>in natura</i>	71,13	14,67	2,38	2,55
	Jundiá filé defumado	58,94	31,64	2,73	3,58
Hubinger et al., 2009	Bonito filé <i>in natura</i>	72,94	16,94	6,95	1,39
	Bonito filé defumado	71,00	18,15	7,44	4,05

Fonte: Gonçalves; Prentice-Hernández, 1998; et al.

Gonçalves e Prentice-Hernández (1998) estudaram o efeito da defumação líquida por aspersão em anchovas, capturadas na região sul do Rio Grande do Sul. A anchova é um peixe que apresenta alto teor de gordura, sendo indicada para a defumação, visto que a gordura serve como agente absorvente das substâncias aromáticas presentes na fumaça (BRESSAN et al., 2001; FRANCO et al., 2010). O percentual de umidade de anchovas defumadas com fumaça líquida diminuiu em relação aos filés *in natura*. Os teores de proteínas, lipídios e cinzas de anchovas defumadas com fumaça líquida foram mais elevados do que os teores dos mesmos

em anchova *in natura*. Estes nutrientes sofreram as mesmas alterações que o pescado defumado tradicionalmente a quente, de estudos citados anteriormente.

Costa et al. (2008) analisaram a defumação líquida por aspersão e por imersão de piau-vermelho obtido das peixarias do município de Itaocara – RJ. Após os processos de defumação, também houve alteração na relação percentual dos componentes da matéria-prima. Apenas os teores de proteína dos dois tipos de defumação líquida, por aspersão (30,9%) e por imersão (32,6%), não apresentaram diferença estatística entre si. Estes pesquisadores observaram ainda que defumação líquida por aspersão proporcionou produto defumado de melhor aceitabilidade, devido ao baixo teor de gordura deste pescado.

Gonçalves e Cezarini (2008) pesquisaram a defumação tradicional a quente e a defumação líquida em filés de jundiá da cidade de Porto Alegre - RS. Os valores encontrados para umidade, cinzas, proteínas e lipídeos do pescado *in natura* diferiram estatisticamente dos obtidos no pescado defumado tradicionalmente a quente e com fumaça líquida. Porém, não houve diferença significativa entre a composição centesimal dos produtos finais nos dois tipos de defumação.

Hubinger et al. (2009), encontraram valor elevado de umidade para o peixe bonito, mesmo após a defumação. Os autores explicam que o produto final apresentou alta umidade porque foi submetido a um processo de desidratação osmótica sob pulso de vácuo, que pode ser considerado brando, reduzindo pouco a umidade do filé de bonito defumado.

Composição centesimal em pescado defumado a frio

Apenas um artigo envolvendo amostras de pescado defumado a frio foi encontrado. A Tabela 3 sumariza o resultado encontrado.

Tabela 3. Composição centesimal em pescado, segundo estudo envolvendo o processo de defumação a frio.

Fonte	Amostra	Umidade(%)	Proteínas(%)	Lipídios(%)	Cinzas(%)
Franco et al., 2010	Matrinxã <i>in natura</i>	72,91	20,07	3,37	1,25
	Matrinxã defumado	59,68	27,14	7,76	3,47

Fonte: Franco et al., 2010.

Na pesquisa de Franco et al. (2010), foi analisada as duas formas de defumação (a quente e a frio) em filés de matrinxã. Quando comparado com as

amostras *in natura*, a defumação a frio apresentou diferença estatística em todos os nutrientes analisados. No entanto, quando comparados os dois métodos de defumação entre si, observou-se diferença estatística apenas no percentual de proteínas. Os valores da defumação a quente do filé de matrinxã pode ser observado na Tabela 1.

Estes autores concluíram que o processo de defumação a quente em filés de matrinxã é mais apropriado, por proporcionar melhores características sensoriais e possuírem um nível mais elevado de proteína, além deste processo ser muito mais rápido (5h) que a defumação a frio (10h).

Perfil de ácidos graxos em pescado defumado tradicionalmente a quente

Foram incluídos cinco artigos, envolvendo amostras de pescado defumados tradicionalmente a quente. A Tabela 4 sumariza os resultados encontrados.

Steiner-Asiedu, Julshamn e Lie (1991) pesquisaram três tipos de peixes de Gana, sendo dois de água salgada, a sardinha (*Sardinella sp.*) e o pargo (*Dentex sp.*), e um de água doce, tilápia (*Tilapia sp.*), em diferentes tipos de processamento. Observou-se pouca alteração entre a tilápia *in natura* e defumada. Nota-se ainda que os peixes de água salgada possuem mais ácidos graxos poli-insaturados que o peixe de água doce. Segundo Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (1997), o percentual de poliinsaturados é inferior em pescado de água doce comparados com marinho porque no meio marinho existe grande disponibilidade de alimento natural, como zooplâncton e principalmente fitoplâncton, com elevados valores de ácidos graxos poli-insaturados, refletindo-se diretamente no teor de lipídios totais e no perfil de ácidos graxos do músculo dos organismos que consomem tal alimento. A tilápia também apresenta proporção maior de ácido palmítico (C16:0) e reduzida de ácido esteárico (C18:0), mas uma quantidade maior de ácido oléico (C18:1 n-9).

Beltrán e Moral (1991) citam que a sardinha é um peixe de alto teor de gordura, contendo grande quantidade de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) da família n-3. As amostras de sardinha (*Sardina pilchardus W.*) pesquisadas foram coletadas na Espanha, pescadas no Mar Mediterrâneo, no mês de junho. Pode-se observar que a maior parte dos ácidos graxos não apresentou alteração após a defumação. Porém os ácidos graxos palmítico (C16:0) e cetoléico (C22:1 n-11)

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos em pescado (%), segundo estudos envolvendo o processo de defumação tradicional a quente.

Ácidos Graxos	Steiner-Asiedu; Julshamn; Lie, 1991						Beltrán; Moral, 1991				Vasiliadou et al., 2005		Kaya; Turan; Erdem 2008		Usyduş et al., 2009		
	Sardinha in natura	Sardinha defumada	Pargo in natura	Pargo defumado	Tilápia in natura	Tilápia defumada	Sardinha in natura	Sardinha defumada	Dourada in natura	Dourada defumada	Esturção in natura	Esturção defumado	Cavala defumada	Espadilha defumada	Arenque defumado	Truta defumada	
4:0	ND*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,10	0,41	ND	ND	ND	ND
8:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,22	ND	ND	ND	ND
10:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,21	ND	ND	ND	ND
12:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,09	0,74	ND	ND	0,10	ND
13:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,03	ND	ND	ND	ND	ND
14:0	2,30	9,00	3,00	3,70	5,20	5,20	8,83	8,50	4,59	4,68	2,94	2,83	6,80	5,00	7,10	3,90	
14:1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,14	0,25	0,10	0,10	0,10	ND
15:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,52	0,87	0,50	0,60	0,40	0,30
15:1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,12	0,11	ND	ND	0,12	ND
16:0	28,00	29,00	25,20	22,90	30,20	28,90	18,34	19,34	17,98	18,07	17,70	27,52	11,80	19,70	11,50	14,00	
16:1 n-7	4,00	6,80	6,80	4,70	15,10	16,10	12,05	12,70	7,12	7,28	0,62	1,38	3,00	4,90	3,50	4,50	
16:2 n-4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
16:4 n-3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,51	0,59	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
17:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,44	1,57	0,40	0,50	0,20	0,30
17:1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,95	0,50	0,20	0,50	0,20	0,20
18:0	7,40	6,60	10,00	9,20	5,60	5,50	4,65	4,85	4,08	4,09	7,49	13,63	2,10	2,40	1,20	3,00	
18:1 n-7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2,43	2,49	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
18:1 n-9t	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,21	ND	0,10	0,10	0,10	0,10
18:1 n-9c	9,50	8,70	13,40	13,60	16,50	17,40	6,32	6,35	22,95	22,84	28,29	25,93	11,90	22,60	17,90	20,80	
18:2 n-6t	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,50	0,51	ND	0,11	ND	ND
18:2 n-6c	1,40	1,70	1,00	1,10	2,60	2,90	ND	ND	7,39	7,69	1,59	1,41	1,70	3,50	1,30	10,30	
18:3 n-6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,18	0,31	0,20	0,20	0,10	0,20
18:3 n-3	0,50	0,30	0,30	0,30	0,30	4,20	0,73	0,70	5,56	5,46	0,32	0,12	1,40	3,20	0,70	2,10	
18:4 n-3	0,20	0,70	0,10	0,20	2,30	0,40	2,08	1,62	ND	ND	ND	ND	2,30	0,70	1,20	0,20	
20:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,44	0,45	0,20	0,20	0,20	0,20
20:1 n-9	1,50	0,50	2,00	1,80	4,70	0,50	2,65	2,66	ND	ND	1,03	3,36	10,70	0,50	14,20	4,30	
20:1 n-11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,75	1,75	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20:2 n-6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,51	0,91	4,70	2,80	1,60	1,80	
20:3 n-6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,10	ND	0,10	0,30	
20:3 n-3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,11	0,23	0,20	0,30	0,30	0,20	
20:4 n-6	3,10	2,30	2,10	2,40	1,30	1,20	ND	ND	5,47	5,27	ND	ND	1,10	0,70	0,40	1,00	
20:4 n-3	-	0,20	0,40	0,20	0,60	0,60	0,82	0,61	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
20:5 n-3 (EPA)	3,50	8,60	6,20	5,70	1,00	1,80	9,44	8,72	6,08	5,83	4,65	0,49	5,30	7,00	3,60	4,10	
21:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,20	0,11	0,10	0,10	ND	0,20	
22:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2,34	0,45	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
22:1 n-9	0,50	0,30	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND	0,16	0,18	14,20	0,30	17,30	0,70	
22:1 n-11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3,11	5,94	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
22:2 n-6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,77	0,44	ND	0,10	0,10	0,10	0,10
22:5 n-3	0,50	1,30	2,80	2,60	3,20	2,80	1,74	1,24	2,12	2,20	ND	ND	1,20	0,60	0,50	1,60	
22:6 n-3 (DHA)	28,20	16,00	19,00	17,80	3,40	3,40	11,30	10,49	10,12	10,03	12,41	0,51	8,80	10,50	4,30	10,10	
23:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,17	1,16	0,40	0,60	0,50	0,50	0,50
24:0	-	0,20	-	0,30	-	-	ND	ND	ND	ND	0,15	0,14	ND	0,10	ND	0,10	0,10
24:1 n-9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,96	0,83	1,00	1,90	1,10	0,60	
Outros	9,40	7,80	7,70	13,50	8,10	9,10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9,60	10,10	10,10	14,20	
ΣAGS	37,70	44,60	38,20	35,80	40,90	39,60	31,82	32,69	26,64	26,84	33,61	49,29	22,20	29,30	21,30	22,60	
ΣAGMI	15,50	16,50	22,20	20,40	36,20	34,00	26,56	30,14	31,82	31,87	32,46	32,53	41,20	30,90	54,40	31,20	
ΣAGPI	37,40	31,10	31,90	30,30	14,70	17,30	27,73	24,89	36,74	36,49	21,03	14,93	27,00	29,70	14,20	32,00	

*ND = Não Determinado.

Fonte: Steiner-Asiedu; Julshamn; Lie, 1991; et al.

tiveram suas concentrações aumentadas após o processamento. Além disso, a defumação causou uma redução nas concentrações dos ácidos graxos poli-insaturados da família n-3, fato indesejado, visto que pode indicar oxidação lipídica.

Vasiliadou et al. (2005) relataram que o processo de defumação não teve efeito significativo sobre a composição total dos ácidos graxos, em especial os poli-insaturados da série n-3, nutrientes que são extremamente importantes devido ao seu papel importante para saúde humana.

Kaya, Turan e Erdem (2008) encontraram um teor de ácidos graxos saturados (AGS) de 33,61% para o filé de esturjão *in natura*. O ácido palmítico (C16:0) foi o ácido graxo saturado mais encontrado, seguido pelo ácido esteárico (C18:0), contribuindo com cerca de 53% e 22% do conteúdo total de AGS do filé de esturjão *in natura*, respectivamente, tendo os teores destes ácidos aumentados após o processamento. O ácido oléico (C18: 1 n-9c) foi identificado como o ácido graxo monoinsaturado (AGMI) de maior quantidade, cerca de 87% do total de AGMI. O percentual de ácido oléico no esturjão defumado diminuiu de 28,29% para 25,93%, porém esta redução não alterou significativamente conteúdo total de ácidos graxos monoinsaturado (Σ AGMI) do filé de esturjão após a defumação. O conteúdo total de ácidos graxos poli-insaturados (Σ AGPI) deste pescado *in natura* foi de 21,03%. Segundo os autores, peixes são conhecidos por serem uma rica fonte de ácidos graxos poli-insaturados da família ômega-3, EPA (20:5 n-3) e DHA (22:6 n-3), porém, após a defumação, observa-se uma redução significativa de EPA, DHA e do total de ácidos graxos poli-insaturados. A justificativa para tais perdas exposta pelos pesquisadores, foi que os ácidos graxos insaturados são mais instáveis ao calor, e esta instabilidade é crescente com o aumento do grau de insaturação. Sendo assim, em combinação com oxigênio, ocorre degradação mais rápida dos AGPI's, ocorrendo oxidação. Com estes resultados os autores mostraram que a temperatura e a fumaça da lenha, componentes no processo de defumação, afetam negativamente a composição de ácidos graxos, especialmente EPA, DHA.

Usydus et al. (2009) pesquisaram vários tipos de peixes defumados, dentre outros tipos de processamento. Entre as diversas análises realizadas, foi estudado o perfil lipídico de quatro espécies de peixe submetidos à defumação a quente: cavala, espadilha, arenque e truta. O arenque defumado foi o peixe que apresentou menor concentração de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) e ácidos da família n-3. As

espécies defumadas de pescado estudadas apresentam baixo teor de ácidos graxos saturados e uma concentração importante de ácidos graxos poli-insaturados, contribuindo para uma razão de Poli-insaturado/Saturado (P/S) dentro dos limites estabelecidos, maior que 0,45 (DHSS, 1994).

Perfil de ácidos graxos em pescado defumado a frio

Foi incluído um artigo, envolvendo amostra de pescado defumado a frio. A Tabela 5 sumariza os resultados encontrados.

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos em pescado (%), segundo estudo envolvendo o processo de defumação a frio.

Ácido graxo	Usydus et al., 2009	
	Salmão do Báltico defumado	Salmão norueguês defumado
12:0	ND*	0,1
14:0	3,6	4,2
14:1	0,1	ND
15:0	0,4	0,3
16:0	15,2	13,6
16:1	4,3	4,8
17:0	0,4	0,3
17:1	0,4	0,2
18:0	2,9	3,0
18:1 n-9t	0,1	0,1
18:1 n-9c	23,1	22,0
18:2 n-6t	0,4	ND
18:2 n-6c	5,1	7,3
18:3 n-6	1,0	0,1
18:3 n-3	2,6	2,3
18:4 n-3	1,2	1,1
20:0	0,3	0,3
20:1	1,8	4,7
20:2 n-6	2,0	1,8
20:3 n-6	0,1	0,2
20:3 n-3	0,4	0,3
20:4 n-6	1,3	1,4
20:5 n-3 (EPA)	4,8	5,7
21:0	0,1	ND
22:0	0,1	0,1
22:1	0,7	0,8
22:2	ND	0,1
22:5 n-3	3,0	3,1
22:6 n-3 (DHA)	12,1	7,3
23:0	0,5	0,5
24:0	0,1	0,2
24:1	1,3	0,7
ΣSFA	23,6	22,6
ΣMUFA	31,8	33,3
ΣPUFA	34,0	30,7

* ND = Não Determinado.

Fonte: Usydus et al., 2009.

Usyodus et al. (2009) pesquisaram, dentre outros peixes, duas espécies de salmão submetidos à defumação frio: salmão do Báltico e salmão norueguês. O salmão do Báltico foi o peixe que apresentou maior concentração de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) e ácidos da família n-3. Estes autores ratificam este achado, pois, numa dieta saudável, para evitar riscos cardiovasculares, deve-se substituir os ácidos graxos saturados e trans por ácidos graxos insaturados, presentes em maior proporção nestas espécies de peixes defumados. Porém, faz-se necessário um equilíbrio entre o aporte dos ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6 através da dieta. Segundo os pesquisadores, a razão entre n-6/n-3 encontrada para estes pescados defumados é benéfica, pois ajuda a enriquecer a dieta da população com ácidos graxos da família n-3.

Implicações da defumação em pescado sobre a saúde humana

A produção de substâncias tóxicas nos alimentos, que implicam em perdas do valor nutricional, pode ocorrer de diferentes maneiras, mas se dá especialmente quando os produtos são submetidos a altas temperaturas, e devido à interação de compostos durante o processamento (LABUZA, 1973; KNIZE et al., 2002).

Segundo Marques, Valente e Rosa (2009), a hidrogenação de gorduras, a oxidação lipídica e a pirólise estão entre as principais reações na formação de compostos tóxicos. Pode-se ainda destacar a defumação, dentre os tipos de processamento que produzem substâncias tóxicas, sendo as mais relevantes: ácidos graxos *trans* (AGT), peróxidos, nitrosaminas, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs) e aminas heterocíclicas (AH). Para cada produto não desejável há um tipo de dano, dependendo da dose, do tempo e da frequência de exposição e vias de absorção, conferindo-lhes toxicidade característica.

O câncer está associado ao consumo desses compostos tóxicos formados durante o processamento de alimentos. As neoplasias malignas têm seu desenvolvimento influenciado direta ou indiretamente pela qualidade e tipo do alimento, assim como pelo emprego de métodos inadequados de preparo e de conservação dos produtos alimentícios (KNIZE et al., 2002; GARÓFOLO, 2004).

O consumo de ácidos graxos *trans* altera as concentrações séricas de lipídios, aumentando a lipoproteína de baixa densidade (LDL colesterol) e diminuindo a lipoproteína de alta densidade (HDL colesterol), por isso associa-se ao

aumento no risco de doença arterial coronariana (DAC) (SEPPÄNEN-LAAKSO; LAAKSO; HILTUNEN, 2002; CHARDIGNY et al., 2006). Além disso, o aumento dos níveis de lipoproteína A e de triglicerídeos séricos e os efeitos adversos no metabolismo de ácidos graxos essenciais e no balanço das prostaglandinas (há inibição da enzima delta-6-dessaturase) também constituem fatores relacionados ao consumo de AGT que podem desencadear DAC (MARQUES; VALENTE; ROSA, 2009).

O contaminante denominado hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPAs) são largamente distribuídos no ambiente (CAMARGO et al., 2006), tendo relação com alguns tipos de câncer (BETTIN; FRANCO, 2005). Segundo Zabik e Zabik (1996), o benzo(a)pireno (B(a)P) tem sido utilizado como indicador da presença de HPAs em alimentos, por ser o mais bem estudado do grupo e por sua potente ação carcinogênica (LO; SANDI, 1978; FALCÓN et al., 1999).

As concentrações de HPAs em peixes não processado são bem reduzidas, independente da contaminação do local de captura, visto que esta classe tem a capacidade de metabolizar HPAs em dióis, epóxidos e outras substâncias (POINTET; MILLIET, 2000). Segundo Azeredo, Toledo e Camargo (2006), a defumação excessiva de peixes aumenta a concentração de benzo(a)pireno, que durante um processamento controlado apresenta, normalmente, quantidade entre 0,1 a 0,5 µg/kg.

Em estudo com diversos tipos de pescado não defumado e defumado para verificar a quantidade de benzo(a)pireno, foi encontrado um valor menor que 0,27 µg/kg nas amostras de filés de peixe, menor que 0,34 µg/kg em amostras de camarão não defumados e menor que 0,32 µg/kg em amostras de carne de siri. Porém, em amostras de diversos tipos de peixes defumados observou-se um valor médio de 2,52 µg/kg de benzo(a)pireno. Indica-se que um controle maior durante a defumação seja adotado, na tentativa de diminuir os níveis de benzo(a)pireno. Além disso, observa-se ainda que as amostras de mexilhão foram as únicas espécies de pescado não processado a apresentarem valores superiores a 0,45 µg/kg de benzo(a)pireno (entre 0,46 e 4,65 µg/kg), pois os moluscos são organismos filtradores que, ao contrário de outros pescado, possuem a característica de acumular HPAs e outros poluentes (AZEREDO; TOLEDO; CAMARGO, 2006).

As aminas heterocíclicas (AH) são substâncias indesejadas produzidas durante a exposição de alimentos a altas temperaturas e por longo período. Estudos

experimentais comprovam seu efeito mutagênico e carcinogênico (MARQUES; VALENTE; ROSA, 2009). A formação de amins heterocíclicas se dá pela pirólise de alguns aminoácidos, entre eles a lisina, o triptófano, a fenilalanina e o ácido glutâmico, ou pela reação entre creatina (também denominada creatinina) e os produtos da reação de Maillard (FELTON et al., 2007).

Kaya, Turan e Erdem (2008), analisaram a composição de aminoácidos do esturjão defumado tradicionalmente a quente. O processo de defumação em esturjão causou um aumento ($p < 0,05$) no ácido aspártico, isoleucina, metionina, hidroxiprolina e valina, e uma diminuição ($p < 0,05$) de ácido glutâmico, serina, treonina, leucina, tirosina, histidina, lisina, prolina. No entanto, não houve mudança significativa para fenilalanina, alanina e glicina. Durante o processo de defumação, a alta temperatura aumenta o desenvolvimento da reação de Maillard, conferindo a cor característica deste produto. As alterações no perfil de aminoácidos do esturjão defumado em relação ao *in natura* podem ter ocorrido devido a interação entre os grupos carbonilas presentes na fumaça e os grupos amino livre do pescado. Tais reações afetam com mais frequência o conteúdo de lisina, um aminoácido essencial (MORRIS; BARNETT; BURROWS, 2004).

As concentrações de nitrosaminas, substâncias que podem estar presentes nos alimentos defumados, são dependentes do tempo e temperatura de defumação, dentre outros fatores, e podem ser formadas a partir da reação de nitrosação de amins presentes nos alimentos. Em alguns países o uso de nitrito é permitido como conservante e para fixação de cor em pescado defumado, e nestes casos as altas temperaturas durante o processamento aumenta a formação de N-nitrosaminas, devido à presença em peixes de precursores de N-nitrosodimetilamina (NDMA), uma nitrosamina volátil. Este conjunto de compostos necessita de uma ativação metabólica para exercer ação mutagênica, teratogênica e carcinogênica, não sendo bioacumulado. Seu efeito carcinogênico em humanos é reconhecido pela Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) (DUTRA; RATH; REYES, 2007).

Dentre as diversas nitrosaminas, as voláteis são as que apresentam maior potencial carcinogênico. Podem ser encontrados, em alimentos, alguns tipos de nitrosaminas voláteis, como a nitrosodietilamina (NDEA,) que apresenta maior potencial carcinogênico. A NDMA e as nitrosaminas heterocíclicas como nitrosopiperidina (NPIP) e nitrosopirrolidina (NPIR), apresentam potencial carcinogênico menor (JÄRGESTAD; SKOG, 2005; DUTRA; RATH; REYES, 2007).

CONCLUSÃO

A defumação de uma maneira geral melhora as características sensoriais como sabor, textura, aroma e coloração e inativa as enzimas e microorganismos responsáveis pela deterioração, sendo um método de conservação eficaz, segundo essas características. O processo de defumação tradicional a quente e a frio em pescado afeta a sua composição centesimal e, segundo alguns estudos, altera consideravelmente o seu perfil de ácidos graxos. Porém, estes alimentos continuam sendo boas fontes de proteínas e ácidos graxos poli-insaturados. Durante esse processamento pode ocorrer a formação de substâncias tóxicas no alimento; por este motivo, pesquisas mostraram que a defumação por fumaça líquida é melhor quando comparada a defumação tradicional a quente, pois favorece a diminuição da formação de toxinas, mas poucos pesquisadores têm analisado a formação de toxinas em pescado.

REFERÊNCIAS

ADICON – Indústria e Comércio de Aditivos Ltda. **SMOKEZ - Peixes e Frutos do Mar (Defumação - Mariscos, peixes e alimentos marinhos)**. São Bernardo do Campo, ADICON Boletim técnico, 1996. 7p.

ASSIS, M. F.; FRANCO, M. L. R. S.; STÉFANI, M. V.; FRANCO, N. P.; GODOY, L. C.; OLIVEIRA, A. C.; VISENTAINER, J. V.; SILVA, A. F.; HOCH, A. L. V. Efeito do alecrim na defumação da carne de rã (*Rana catesbeiana*): características sensoriais, composição e rendimento. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v. 29, n. 3, p. 553-556, jul./set. 2009.

AZEREDO, A.; TOLEDO, M. C. F.; CAMARGO, M. C. R. Determinação de benzo(a)pireno em pescados. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v. 26, n. 1, p. 89-93, jan./mar. 2006.

BADOLATO, E. S. G.; CARVALHO, J. B.; AMARAL MELLO, M. R. P.; 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**, v. 54, n. 1, p. 27-35, 1994.

BELTRÁN, A.; MORAL, A. Changes in fatty acid composition of fresh and frozen sardine (*Sardina pilchardus* W.) during smoking. **Food Chemistry**, Barking, v. 42, p. 99-109, 1991.

BETTIN, S. M.; FRANCO, D. W. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) em aguardentes. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 234-238, 2005.

BOWER, C. K.; HIETALA, K. A.; OLIVEIRA, A. C. M.; WU, T. H. Stabilizing Oils from Smoked Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). **Journal of Food Science**, v. 74, n. 3, p. 248-257, 2009.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Otimização da determinação de colesterol por clae e teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em camarão rosa (*Penaeus brasiliensis*). **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 3, p. 275-280, 1997.

BRESSAN, M. C.; ODA, S. H. I.; FARIA, P. B.; RODRIGUES, G. H.; MIGUEL, G. Z.; VIEIRA, J. O.; MARTINS, F. M. **Produtos cárneos curados e defumados: mais sabor e maior valor agregado. Boletim de extensão**. Lavras-MG: Ed. UFLA, 2001. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_76.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2010.

CAMARGO, M. C. R.; TFOUNI, S. A. V.; VITORINO, S. H. P.; MENEGÁRIO, T. F.; TOLEDO, C. F. Determinação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAS) em guaraná em pó (*Paullina cupana*). **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 230-234, 2006.

CHARDIGNY, J. M.; MALPUECH-BRUGÈRE, C.; DIONISI, F.; BAUMAN, D. E.; GERMAN, B.; MENSINK, R. P.; COMBE, N.; CHAUMONT, P.; BARBANO, D. M.; ENJALBERT, F.; BEZELGUES, J. B.; CRISTIANI, I.; MOULIN, J.; BOIRIE, Y.; GOLAY, P. A.; GIUFFRIDA, F.; SÉBÉDIO, J. L.; DESTAILLATS, F. Rationale and design of the TRANSFACT project phase I: a study to assess the effect of the two different dietary sources of trans fatty acids on cardiovascular risk factors in humans. **Contemporary Clinical Trials**, v. 27, n. 4, p. 364-73, 2006.

COSTA, A. P. R.; ANDRADE, D. R. A.; JUNIOR, M. V. V. J.; CORDEIRO, C. A. M.; SOUZA, G. JUNIOR, M. R.; SOUZA, C. L. M. Defumação de filés de piau-vermelho (*Leporinus copelandii*) com o uso de fumaça líquida. **Revista Ceres**, v. 55, n. 4, p. 251-257, jul./ago. 2008.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY (DHSS). Nutritional aspects of cardiovascular disease. **Report on Health and Social Subjects**, n. 46, 178p. London: HSMO, 1994.

DUARTE, A. C.; DIAS, C. O.; FELGA, J. E.; BARROA, T. E. **Tópicos de bioquímica celular**, 2ª edição, PROMED, 2005.

DUTRA, C. B.; RATH, S.; REYES, F. G. R. Nitrosaminas voláteis em alimentos. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.18, n.1, p.111-120, jan./mar. 2007.

EMERENCIANO, M. G. C.; SOUZA, M. L. R.; FRANCO, N. P. Avaliação de técnicas de defumação para mexilhão *Perna perna*: análise sensorial e rendimento. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 213-219, 2008.

FALCÓN, M. S. G.; AMIGO, S. G.; YUSTY, M. A. L.; LOZANO, J. S. Determination of benzo(a)pyrene in some Spanish commercial smoked products by HPLC-FL. **Food Additives and Contaminants** v. 16, n. 1, p. 9-14, 1999.

FEIDEN, A.; MASSAGO, T.; BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A. A.; ZORZO, A. L.; WEIRICH, C. E. Rendimento e análise bromatológica do lambari do rabo vermelho *Astyanax sp F* (Pisces: characidae) submetido ao processo de Defumação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 859-866, out./dez. 2009.

FELTON, J. S.; KNIZE, M. G.; WU, R. W.; COLVIN, M. E.; HATCH, F. T.; MALFATTI, M. A. Mutagenic potency of food-derived heterocyclic amines. **Mutation Research**, v. 616, n. 1-2, p. 90-4, 2007.

FERREIRA, M. W.; SILVA, V. K.; BRESSAN, M. C.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; ODA, S. H. I. **Pescados processados: maior vida de prateleira e maior valor agregado**. **Boletim Técnico – Série Extensão Rural**. Lavras: UFLA, 2002.

FINKLER, J. K.; BOSCOLO, W. R.; VEIT, J. C.; GOES, E. S. R.; MOORE, O. Q.; FEIDEN, A. Defumação de mandi-pintado (*Pimelodus britzkii*). **II Simpósio Nacional de Engenharia de Pesca e XII Semana Acadêmica de Engenharia de Pesca – 30 de agosto a 03 de setembro de 2010**.

FRANCO, M. L. R. S.; VIEGAS, E. M. M.; KRONKA, S. N.; VIDOTTI, R. M.; ASSANO, M.; GASPARINO, E. Effects of hot and cold smoking processes on organoleptic properties, yield and composition of matrinxa fillet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.695-700, 2010.

GARÓFOLO, A.; AVESANI, C. M.; CAMARGO, K. G.; BARROS, M. E.; SILVA, S. R. J.; TADDEI, J. A. A. C.; SIGULEM, D. M. Dieta e câncer: um enfoque epidemiológico. **Revista de Nutrição**, Campinas-SP, v. 17, n. 4, p. 491-505, 2004.

GONÇALVES, A. A. **Estudo do processamento da anchova, *Pomatomus saltatrix* (Pisces: Pomatomidae), utilizando aroma natural de fumaça**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – FURG, Rio Grande, 1998 *apud* GONÇALVES, A. A.; CEZARINI, R. Agregando valor ao pescado de água doce: defumação de filés de Jundiá (*Rhamdia quelen*). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 3, n. 2, p. 63-79, jul. 2008.

GONÇALVES, A. A.; CEZARINI, R. Agregando valor ao pescado de água doce: defumação de filés de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 3, n. 2, jul. 2008.

GONÇALVES, A. A.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Defumação líquida de anchova (*Pomatomus saltatrix*): Efeito do processamento nas propriedades químicas e microbiológicas. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v. 18, n. 4, p. 438-443, 1998.

HAARD, N. F. Review: control of composition and food quality attributes of cultured fish. **Food Research International**, New York, v. 25, n. 4, p. 289-307, 1992.

HUBINGER, M. D.; VIVANCO-PEZANTES, D.; KUROZAWA, L. E.; SOBRAL, P. J. A. Isotermas de dessecção de filé de bonito (*Sarda sarda*) desidratado osmoticamente e defumado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.3, p.305–311, 2009.

JÄRGESTAD, M.; SKOG, K. Review: genotoxicity of heat-processed foods. **Mutation Research - Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, Amsterdam, v. 574, p. 156-172, 2005.

KAYA, Y.; TURAN, H.; ERDEM, M. E. Fatty acid and amino acid composition of raw and hot smoked sturgeon (*Huso huso*, L. 1758). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 59, n. 7-8, p. 635-42, nov./dez. 2008.

KLETTNER, P. G. Modern methods of smoking meat products. **Fleischwirtsch**, n. 1, p. 59,1979 *apud* LOPES, R. L. T. **Dossiê técnico - conservação de alimentos**. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais / CETEC, out. 2007. Disponível em: <<http://www.sbrc.ibict.br/dossie.do>>. Acesso em: 03 ago. 2010.

KNIZE, M. G.; KULP, K. S.; SALMON, C. P.; KEATING, G. A.; FELTON, J. S. Factors affecting human heterocyclic amine intake and the metabolism of PhIP. **Mutation Research**, 506-7:153-62, 2002.

LABUZA, T. P. Effects of dehydration and storage. . **Food Technology**, v.27, n.2, p.20-26, 1973.

LIMA, M. M. R.; MOREIRA, N. X.; SANTOS, B. M. A.; MANCINI FILHO, J.; FERNANDES, L. C. Ácidos graxos e câncer. In: CURI, R.; POMPEIA, C.; MIYASAKA, K.; PROCOPIO, J. **Entendendo as gorduras – os ácidos graxos**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2002.

LO, M. T.; SANDI, E. Polycyclic aromatic hydrocarbons (polynuclears) in foods. **Residue Reviews**, v. 69, p. 35-86, 1978.

LOPES, R. L. T. **Dossiê técnico - conservação de alimentos**. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais / CETEC, out. 2007. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br/dossie.do>>. Acesso em: 03 ago. 2010.

LOTTENBERG, A. M. P. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 53, n. 5, 2009.

MANSKE, C.; MALUF, M. L. F.; SOUZA, B. E.; SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Composição centesimal, microbiológica e sensorial do jundiá (*Rhamdia quelen*) submetido ao processo de defumação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 181-190, jan./mar., 2011.

MARQUES, G. **Maturação e amaciamento da carne (Parte II)**. ReHAgro, Artigos técnicos, 28/09/2005. Disponível em: <<http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia=534>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

MARQUES, A. C.; VALENTE, T. B.; ROSA, C. S. Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e as possíveis consequências para o organismo humano. **Revista de Nutrição**, v. 22, n. 2, p. 283-293, 2009.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M. R.; VISENTEINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTEINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas-SP, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.

MORALES-AIZPURIA, I. C.; TENUTA-FILHO, A. Óxidos de colesterol: ocorrência em alimentos, formação e efeitos biológicos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 38, n. 4, p. 431-442, out./dez. 2002.

MORRIS, A.; BARNETT, A.; BURROWS, O. J. 2004. **Effect of processing on nutrient content of foods**. Disponível em: <<http://www.paho.org/English/CFNI/cfni-caj37No304-art-3.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2011.

OLIVEIRA, M. J. M.; INHAMUNS, A. J. **Defumação a quente de diferentes cortes do pirarucu (*Arapaima gigas* CUVIER, 1829)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 14, 2005, Fortaleza. Anais. Fortaleza: FAEP/BR, p. 1553-1554, 2005.

PEDROSA, L. F. C.; COZZOLINO, S. M. F. Composição centesimal e de minerais de mariscos crus e cozidos da cidade de Natal/RN. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v. 21, n. 2, p. 154-157, maio/ago. 2001.

POINTET, K.; MILLIET, A. PAHs analysis of fish whole gall bladders and livers from the Natural Reserve of Camague by GC/MS. **Chemosphere**, v. 40, p. 293-299, 2000.

RIBEIRO, S.C. A. **Secagem e defumação líquida de filé de peixe matrinhã (*Brycon cephalus*)**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2000. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, 2000.

ROBB, D. H. F.; KESTIN, S. C; WARRISS. P. D.; NUTE, G. R. Muscle lipid content determines the eating quality of smoked and cooked Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 205, p. 345-358, 2002.

SAMPAIO, G. R.; BASTOS, D. H. M.; SOARES, R. A. M.; QUEIROZ, Y. S.; TORRES, E. A. F. S. Fatty acids and cholesterol oxidation in salted and dried shrimp. **Food Chemistry**, Barking, v. 95, p. 344-351, 2006.

SANCHEZ, L. **Pescado matéria prima e processamento**. São Paulo: Fundação Cargill, 1989.

SANTOS, L. D.; ZARA, R. F.; VISENTAINER, J. V.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; FRANCO, M. L. R. S. Avaliação sensorial e rendimento de filés defumados de tilápia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757) na presença de alecrim (*Rosmarinus officinalis*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 31, n. 2, mar./abr. 2007.

SCHINDLER, J. Processo de defumação com um toque diferente. **Revista Nacional da Carne**, v. 241, p. 60-70, 1997.

SCHNEIDER, F.; BASTOS, A. C.; PLÜMER, E. C. **Defumação em pescados e crustáceos**. Resposta Técnica produzida pelo Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas/SBRT, SENAI-RS, jul. 2006. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/pages/exemplos/sbrt3140.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2010.

SEPPÄNEN-LAAKSO, T.; LAAKSO, I.; HILTUNEN, R. Analysis of fatty acids by gas chromatography, and its relevance to research on health and nutrition. **Analytica Chimica Acta**, v. 465, n. 1-2, p. 39-62, 2002.

SIGURGISLADOTTIR, S.; SIGURGISLADOTTIR, M. S.; TORRISSEN, O.; VALLET, J. L.; HAFSTEINSSON, H. Effects of different salting and smoking processes on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo solar*) fillets. **Food Research International**, v. 33, p. 847-855, 2000.

SILVA, A. P.; NASCIMENTO, L.; OSSO, F.; MIZURINI, D.; CAMPOS, D.; MARTINEZ, A. M. B.; CARMO, M. G. T. Ácidos graxos plasmáticos, metabolismo lipídico e lipoproteínas de ratos alimentados com óleo de palma e óleo de soja parcialmente hidrogenado. **Revista de Nutrição**, Campinas-SP, v. 18, n. 2, p. 229-237, mar./abr. 2005.

SILVA, A. F.; GODOY, L. C.; FRANCO, M. L. S.; ASSIS, M. F.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Avaliação sensorial e composição proximal de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* defumados. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 4, 2010.

SIMÃO, A.N.C.; BARBOSA, D. S; NUNES, L.B.; GODENY, P.; LOZOVYOY, M.A.B; DICH, I. Efeitos e mecanismos de ação dos ácidos graxos poliinsaturados N-3 na prevenção de doenças cardiovasculares. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, Umuarama-PR, v. 11, n. 3, p. 225-233, set./dez. 2007.

SIMKO, P. Changes of benzo(a)pyrene contents in smoked fish during storage. **Food Chemistry**, Inglaterra, v. 40, n. 3, p. 293-300, 1991.

SOUZA, M. L. R.; BACCARIN, A. E.; VIEGAS, E. M. M.; KRONKA, S. N. Defumação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 27-36, 2004.

SOUZA, M. L. R.; MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOBRAL, P. J. A.; KRONKA, S. N. Efeito do peso de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento e a qualidade de seus filés defumados com e sem pele. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 51-59, 2005.

STEINER-ASIEDU, M.; JULSHAMN, K.; LIE, O. Effect of local processing methods (cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana: Part I. Proximate composition, fatty acids, minerals, trace elements and vitamins. **Food Chemistry**, v. 40, p. 309-321, 1991.

STOLYHWO A.; SIKORSKI Z. E. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish - a critical review. **Food Chemistry**, v. 91, p. 303-311, 2005.

SZENTTAMÁSY, E. R.; BARBOSA, S. M. V. B.; OETTERER, M.; MORENO, I. A. M.; Tecnologia do pescado de água doce: aproveitamento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v. 50, n. 2, p. 303-310, jun./set. 1993.

TANCREDI, R. C. P. **Pescado na alimentação: aspectos nutricionais, tecnológicos e sanitários**. Boletim de Divulgação Técnica e Científica da Superintendência de controle de Zoonoses Vigilância e Fiscalização Sanitária, Rio de Janeiro-RJ, a. 4, n. 13, nov. 2002.

TAVARES, M.; AUED, S.; BACETTI, L. B.; ZAMBONI, C. Q. Métodos sensoriais, físicos e químicos para análise de pescado. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, UNISANTOS. **Controle de qualidade de pescados**. Santos-SP: Loyola, p. 117, 1988.

TOMÉ, E.; KODAIRA, M.; MATSUNAGA, Y. Efect de las condiciones de procesamiento, contenido de grasa y grado de frescura de la materia prima em la calidad de filetes de bagre ahumados. **Food Science and Technology International**, Oxford, v. 5, n. 2, p.167-176, 1999.

TURATTI, J.M.; GOMES, R.A.R.; ATHIÉ, I. **LIPÍDEOS: Aspectos funcionais e novas tendências**. Campinas-SP: ITAL, 2002.

USYDUS, Z.; SZLINDER-RICHERT, J.; POLAK-JUSZCZAK, L.; KOMAR, K.; ADAMCZYK, M.; MALESA-CIECWIERZ, M; RUCZYNSKA, W. Fish products available in Polish market – Assessment of the nutritive value and human exposure to dioxins and other contaminants. **Chemosphere**, n. 74, p. 1420–1428, 2009.

VASILIADOU, S.; AMBROSIADIS, L.; VARELTZIS, K.; FLETOURIS, D. GAVRIILIDOU, I. Effect of smoking on quality parameters of farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) and sensory attributes of the smoked product. **European Food Research and Technology**, v. 221, n. 3-4, p. 232-6, 2005.

VIEIRA, J. O.; BRESSAN, M. C.; FARIA, P. B.; FERREIRA, M. W.; FERRÃO, S. P. B.; SOUZA, X. R. Efeito dos métodos de cocção na composição centesimal e colesterol do peito de frangos de diferentes linhagens. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 31, n. 1, p. 164-170, jan./fev. 2007.

VILA NOVA, C. M. V. M.; GODOY, H. T.; ALDRIGUE, M. L. Composição química, teor de colesterol e caracterização dos lipídios totais de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e pargo (*Lutjanus purpureus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v. 25, n. 3, p. 430-436, 2005.

VISHWANATH, W.; LILABATI, H.; BIJEN, M. Biochemical, nutritional and microbiological quality of fresh and smoked mud eel fish *Monopterus albus* - a comparative study. **Food Chemistry**, v. 61, n. 1/2, p. 153-156, 1998.

ZABIK, M. E.; ZABIK, M. J. Influences of processing on environmental contaminants in foods. **Food Technology**, v. 10, p. 225-229, 1996.

2º artigo: artigo de resultados

SILVA, KWB; LIRA, GM. Efeito da defumação sobre o valor nutricional do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862).

EFEITO DA DEFUMAÇÃO SOBRE O VALOR NUTRICIONAL DO CAMARÃO SETE-BARBAS (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862)

RESUMO

Na localidade conhecida como Pontal do Peba, município de Piaçabuçu – Alagoas (Brasil), os camarões sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862), conhecidos também por camarões espigão, são defumados logo após a pesca e comercializados em Maceió e em outras cidades, como Aracaju (Sergipe) e Salvador (Bahia). Entretanto, não há informações na literatura científica sobre as alterações que o camarão sete-barbas pode sofrer decorrentes deste processamento. Com o objetivo de avaliar a influência da defumação sobre o valor nutricional do camarão sete-barbas, determinaram-se nas suas formas *in natura* e beneficiada a composição centesimal, valor calórico, teor de cloretos, pH, perfil de ácidos graxos, teor de colesterol e óxidos de colesterol. Os resultados dos parâmetros físico-químicos para as formas *in natura* e beneficiado foram, respectivamente: umidade (77,87% e 40,32%), lipídeos (6,85% e 5,18%, base seca), proteínas (88,93% e 72,36%, base seca), cinzas (8,00% e 23,58%, base seca), calorias (424,37 Kcal/100 g e 341,46 Kcal/100 g, base seca), cloretos (3,61% e 17,86%, base seca), pH (7,30 e 7,37) e perfil lipídico dos ácidos graxos saturados (39,78% e 52,35%), poli-insaturados (39,58% e 28,30%), ômega-3 (26,61% e 19,22%) e ômega-6 (8,79% e 6,03%). Concluiu-se que o beneficiamento favoreceu alterações significativas ($p < 0,01$) no camarão sete-barbas. Os índices de qualidade nutricional dos lipídeos apresentaram-se mais favoráveis no camarão *in natura* e defumado, evidenciando que este processamento seria adequado para evitar o aparecimento de componentes que induzem a doenças cardiovasculares. A diferença estatística também foi significativa ($p < 0,01$) para os teores de colesterol *in natura* e defumado (145,08 mg/100 g e 297,59 mg/100 g), e para o óxido de colesterol 7-beta (2,83 µg/g e 1,39 µg/g, base seca), demonstrando que a defumação teve efeito negativo na formação de óxidos de colesterol.

Palavras-chave: Camarão sete-barbas. Defumação. Composição centesimal. Ácidos graxos. Colesterol. Óxidos de colesterol.

ABSTRACT

In the Pontal do Peba locality, in the city of Piaçabuçu – Alagoas (Brazil), “seven-beards” shrimp (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862), also known as spike shrimp, are smoked after fishing and marketed in Maceió and other cities, as Aracaju (Sergipe) and Salvador (Bahia). However, there is no information on scientific literature about the changes that the “seven-beards” shrimp may suffer due to this processing. In order to evaluate the influence of smoking on the nutritional value of the “seven-beards” shrimp, analysed the proximate composition, caloric value, chloride content,

pH, fatty acid profile, cholesterol and cholesterol oxides in their natura and smoked forms. The results for the physico-chemical parameters for natura and processed forms, were respectively: moisture (77.87% and 40.32%), lipids (6.85% and 5.18%, dry basis), protein (88.93% and 72.36%, dry basis), ash (8.00% and 23.58%, dry basis), calories (424.37 Kcal/100 g and 341.46 Kcal/100 g, dry basis), chlorides (3.61% and 1.86%, dry basis), pH (7.30 and 7.37) and lipid profile of saturated fatty acids (39.78% and 52.35%), polyunsaturated (39.58% and 28.30%), omega-3 (26.61% and 19.22%) and omega-6 (8.79% and 6.03%). We concluded that smoking carried out significant changes ($p < 0.01$) in "seven-beards" shrimp. The rates of nutritional quality of lipids were more favorable in the natura and smoked shrimp, indicating that this process would be appropriate to prevent the appearance of components that lead to cardiovascular disease. The statistically significant difference ($p < 0.01$) was found also for cholesterol levels natura and smoked forms on the shrimp (145.08 mg/100 g and 297.59 mg/100 g), and for oxide cholesterol 7-beta (2.83 $\mu\text{g/g}$ and 1.39 $\mu\text{g/g}$, dry basis), demonstrating that smoking had a negative effect on the formation of cholesterol oxides.

Keywords: Seven-beards shrimp. Smoking. Proximate composition. Fatty acids. Cholesterol. Cholesterol oxides.

INTRODUÇÃO

A defumação está entre os tipos de processamento utilizados como alternativa para a limitada capacidade de armazenamento e estocagem, na tentativa de garantir a qualidade e aumentar a vida útil dos alimentos (EMERENCIANO; SOUZA; FRANCO, 2008). É uma das tecnologias mais antigas empregadas na conservação de alimentos. Este processo tem como base a exposição do alimento à fumaça proveniente da queima de madeira, serragem, carvão, etc. Do ponto de vista toxicológico, há preferência pelo uso de madeiras duras, como carvalho, bétula, mogno e tipos de nogueira, pois as madeiras macias são mais ricas em lignina e mais resinosas, dando sabor desagradável ao produto e um risco maior de formação de substâncias não desejáveis, nocivas aos seres humanos (BRESSAN et al., 2001; SOUZA et al., 2004; SCHNEIDER et al., 2006).

Essa técnica provoca mudanças nas características sensoriais como sabor, textura, aroma e coloração. Além disso, quando realizada de maneira convencional, o calor, salga, cocção e deposição de substâncias químicas bactericidas presentes na fumaça, como derivados dos fenóis, aldeídos e ácidos orgânicos, reduzem a atividade de água e alteram o pH dos alimentos, inativando as enzimas e microorganismos responsáveis pela deterioração e aumentando assim a vida útil dos

mesmos. A presença de fenóis ainda inibe a oxidação das gorduras e evita a formação de ranço, por seu efeito antioxidante (SIMKO, 1991; SIGURGISLADOTTIR et al., 2000; BRESSAN et al., 2001; SOUZA et al., 2004; SCHNEIDER et al., 2006).

Segundo Emerenciano, Souza e Franco (2008), para espécies de alto valor nutritivo ou comercial a importância deste beneficiamento seria principalmente agregar valor ao produto, sendo uma forma a mais de incrementar as qualidades sensoriais diferenciadas em relação ao produto original, assim como o valor econômico.

O camarão possui considerável importância nutricional, sendo fonte alimentar de proteínas de alto valor biológico, minerais (PEDROSA; COZZOLINO, 2001) e ácidos graxos poli-insaturados, especialmente o eicosapentaenóico (EPA – n-3) e o docosahexaenóico (DHA – n-3) (BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; FURUYA et al., 2006). Por outro lado, quando *in natura* constitui um alimento altamente perecível.

A sua fácil deterioração deve-se principalmente a presença de pH próximo da neutralidade, elevada atividade de água, composição química e gorduras insaturadas passíveis de oxidação (TANCREDI, 2002).

Atualmente, o pescado defumado tem uma boa aceitação no mercado, estando pronto para consumo e, por isso, não precisa de qualquer outra forma de preparo adicional.

No estado de Alagoas, a foz do rio São Francisco caracteriza-se por ter o camarão como principal recurso pesqueiro, merecendo destaque o Pontal do Peba, município de Piaçabuçu (SANTOS; COELHO, 1998). Neste local, os camarões sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862), conhecidos também por camarões “espigão”, são defumados logo após a pesca, de forma empírica e artesanal. Sendo comercializado em Maceió, onde é vendido para restaurantes, em saquinhos na praia, utilizado no recheio do acarajé, e também em outras cidades, como Aracaju e Salvador.

O processo de defumação pode ocasionar alterações nas propriedades nutricionais do alimento, tornando-o mais susceptível a oxidação lipídica, alterando o seu perfil de ácidos graxos e levando a formação de óxidos de colesterol, compostos biologicamente ativos, considerados citotóxicos, mutagênicos, aterogênicos e cancerígenos (BRAGAGNOLO, 2009). O camarão apresenta níveis elevados de ácidos graxos poli-insaturados e contém colesterol, que podem ser oxidados, dando

origem aos óxidos de colesterol. Baseado neste contexto, o camarão defumado no Pontal do Peba - AL possui atributos adequados para a formação de óxidos de colesterol. Apesar do relevante papel na alimentação, sua composição química é desconhecida, não havendo também informações na literatura científica sobre as alterações que pode sofrer decorrentes deste processamento.

Considerando o valor nutritivo deste crustáceo e a sua importância sócio-econômica para tal região o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da defumação sobre o valor nutricional do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862) proveniente do Pontal do Peba - Alagoas.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras

Foram coletados, logo após a pesca, 12 lotes de 400 g de camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862), procedentes do Pontal do Peba, município de Piaçabuçu - Alagoas, no período de outubro de 2009 a março de 2010, quinzena ou semanalmente, respeitando-se o período de defeso, ou seja, em que a pesca do camarão sete-barbas é proibida (01/12/09 a 15/01/10). Cada lote foi dividido em dois grupos de 200 g, sendo o grupo 1 constituído pelas amostras *in natura* e o grupo 2 foi submetido ao processo de defumação. No beneficiamento, os camarões foram lavados, pesados e submetidos ao cozimento em água e sal, sem padronização de quantidades, em forno de barro, por 15 minutos. Em seguida, foram secos, sem padronização de tempo e temperatura, em uma esteira sob fogo brando e fumaça provenientes de cascas de coco, conforme o método utilizado na região. Logo após, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, mantidas em isopor com gelo e imediatamente transportadas ao Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Alagoas, em Maceió. Das amostras recém chegadas, foram retirados o exoesqueleto, o cefalotórax e o intestino. Após estes procedimentos, foram identificadas, pesadas e congeladas a – 17° C até o momento de realização das análises, iniciadas no dia seguinte.

Métodos

Após trituração em um processador de carnes até obtenção de uma pasta homogênea, foram realizadas as seguintes determinações em triplicata:

Composição centesimal

- Umidade – Determinada pela perda de peso em estufa regulada a 105 °C (AOAC, 1990).
- Proteínas – Foi dosada pelo método Kjeldahl, que consiste na determinação do nitrogênio total. Para converter o resultado em proteína bruta foi utilizado o fator 6,25 (AOAC, 1990).
- Cinzas – Obtidas por incineração de uma quantidade conhecida da amostra, em mufla a 550 °C, até obtenção de peso constante (AOAC, 1990).
- Lipídeos Totais – Extraídos a frio pelo método de Folch, Lees e Stanley (1957). Alíquotas foram tomadas para determinação gravimétrica.
- Carboidratos – Quantificados por diferença, através da subtração dos percentuais de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos da percentagem total dos nutrientes.
- Valor Calórico – Foi calculado a partir dos coeficientes calóricos correspondentes para proteínas, lipídeos e fração nifext (como carboidrato), respectivamente, 4, 9, 4 Kcal/g (BRASIL, ANVISA, 2001).

Os resultados encontrados foram expressos em porcentagem, em relação ao peso da amostra integral e seca.

Cloretos totais

Determinados por volumetria (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

pH

Medido em potenciômetro digital no homogenato da carne do crustáceo em água destilada na proporção de 1:9 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Perfil de ácidos graxos

Inicialmente, foi efetuada a extração da fração lipídica, segundo o método de Folch, Lees e Stanley (1957). Posteriormente, foram tomados 25 mg de lipídeos e efetuada uma metilação dos ácidos graxos, segundo Hartman e Lago (1973), visando à determinação da composição dos ácidos graxos por cromatografia gasosa. Os extratos lipídicos esterificados foram colocados em frasco âmbar, sob nitrogênio gasoso, fechado com batoc e tampa, acondicionados dentro de isopor contendo bolsas de gel congeladas e encaminhados via aérea, à noite, para o Laboratório de Química de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, onde foram injetados em Cromatógrafo Gasoso. Para a identificação dos ácidos graxos, foram utilizados padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos puros, comparando-se o tempo de retenção dos ésteres metílicos das amostras e dos padrões.

Índices da qualidade nutricional (IQN) dos lipídeos

A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada por três índices a partir dos dados de composição em ácidos graxos, conforme os seguintes cálculos:

Índice de Aterogenicidade (IA) =

$$[(C12:0+(4 \times C14:0)+C16:0)]/(\sum AGMI+\sum n6+\sum n3);$$

Índice de Trombogenicidade (IT) =

$(C14:0+C16:0+C18:0)/[(0,5 \times \sum AGMI)+(0,5 \times \sum n6 + (3 \times \sum n3) + (\sum n3/\sum n6)]$, ambos segundo Ulbricht e Southgate (1991). Em que: AGMI = todos os ácidos monoinsaturados.

Razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (H/H) =

$(C18:1_{cis9} + C18:2n6 + C20:4n6 + C18:3n3 + C20:5n3 + C22:5n3 + C22:6n3)/(C14:0 + C16:0)$, segundo Santos-Silva, Bessa, Santos-Silva (2002).

Colesterol e óxidos de colesterol livres

As amostras foram homogeneizadas e submetidas à saponificação direta a frio, segundo Mariutti, Nogueira e Bragagnolo (2008). Os extratos obtidos foram colocados em frasco âmbar, sob nitrogênio gasoso, fechado com batoc e tampa, acondicionados dentro de isopor contendo bolsas de gel congeladas e encaminhados via aérea, à noite, para o Laboratório de Química de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, onde

foram redissolvidos na fase-móvel, filtrados em membrana Millipore de 0,45 μm e injetados no cromatógrafo líquido de alta eficiência, utilizando as condições cromatográficas estabelecidas por Saldanha et al. (2006).

Utilizou-se um cromatógrafo líquido (Shimadzu), com detectores UV-visível (SPD-10 AVvp) e índice de refração (RID- 10 A) ligados em série. A coluna analítica usada foi Nova Pack HP (300 mm x 3,9 mm x 4 μm , Waters), com injetor manual loop de 20 μL , e mantida sob temperatura controlada (32 °C). A fase-móvel constituiu-se de n-hexano: isopropanol (97:03) na vazão de 1 mL/min (1), sendo o tempo de análise de 50 minutos e os solventes de grau cromatográfico foram filtrados e degaseificados.

A identificação dos picos cromatográficos foi realizada através de comparação do tempo de retenção das amostras de camarão com os padrões e a quantificação através das áreas correspondentes dos picos por padronização externa. Os éoxidos e o colesterol foram detectados pelo índice de refração, pois esses óxidos não absorvem no UV-Visível e o colesterol apresenta melhor separação; os demais óxidos foram quantificados pelo detector UV-VIS a 210nm.

Os óxidos de colesterol foram identificados e confirmados por CLAE-APCI-MS. Foi utilizado um CLAE (Shimadzu) com bomba quaternária (LC-20AD) e unidade degaseificadora (DGU-20 A5) conectada em séries ao detector de arranjo de diodo (PDA) (SPD-M20A) e acoplado ao espectrômetro de massas (MS) da Bruker Daltonics (Esquire 4000 model, Bremen, Germany), com fonte de ionização química à pressão atmosférica (APCI) e analisador íon-trap. Os parâmetros do MS foram ajustados no modo positivo; temperatura da fonte a 400 °C; corona, nA 4000; o gás N₂ a 300 °C, fluxo a 5 L/min, e nebulizador a 65 psi; e a escala de fragmentação foi de m/z 80 para 450 m/z.

Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 2 tratamentos (camarão *in natura* e camarão defumado). Os dados foram submetidos à análise de variância com a significância sendo avaliada por intermédio do teste F, considerando-se o nível de significância de 5%. Para atender os pressupostos da análise de variância, foram realizadas transformações dos dados apenas para as seguintes variáveis: carboidrato (bases úmida e seca), 7-beta e 7-

alfa (bases úmida e seca), sendo usada a fórmula $\sqrt{x + 0,5}$. As análises foram realizadas com o auxílio do programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas, versão 9.1 (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição centesimal, Valor calórico, Cloretos e pH

Os resultados das análises da composição centesimal, valor calórico, cloretos e pH do camarão sete-barbas *in natura* e defumado, calculados na base úmida e seca, para eliminar a influência da umidade, encontram-se expostos na Tabela 1.

Tabela 1. Composição centesimal, valor calórico, teor de cloretos e pH do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) *in natura* e defumado.

Camarão sete-barbas	Composição Centesimal (g/100g)					Calorias (kcal/100g)	Cloretos (g/100g)	pH
	Umidade	Lipídeos	Proteínas	Cinzas	Carboidratos			
<i>In natura</i> (Base Úmida ^a)	77,87 (±2,15)	1,48 (±0,59)	19,33 (±2,01)	1,73 (±0,37)	0,36 (±0,67)	92,51 (±10,57)	0,81 (±0,26)	7,3 (±0,37)
Defumado (Base Úmida ^a)	40,32** (±3,41)	3,11** (±0,53)	42,93** (±3,75)	14,03** (±1,75)	0,88 (±1,27)	202,95** (±16,58)	10,58** (±1,65)	7,4 (±0,20)
<i>In natura</i> (Base Seca ^b)	-	6,85 (±2,83)	88,93 (±6,50)	8,00 (±1,85)	1,59 (±2,76)	424,37 (±35,53)	3,61 (±1,24)	-
Defumado (Base Seca ^b)	-	5,18** (±0,81)	72,36** (±5,43)	23,58** (±3,43)	1,25 (±1,95)	341,46** (±20,40)	17,86** (±2,82)	-

a) Média de 12 amostras analisadas em triplicata.

b) Média obtida através do cálculo: $[(x \cdot 100) / (100 - \text{Umd})]$, onde x = valor do componente da amostra em base úmida e Umd = umidade da amostra.

Médias de dados não transformados.

Na mesma coluna, médias de mesma base seguidas por (**) diferem significativamente ($p < 0,01$).

Fonte: Elaborada pela autora desta dissertação.

Segundo Franco et al. (2010), a composição do pescado é de grande importância tecnológica, pois afeta o rendimento, sabor, textura e oxidação da gordura. Houve diferença na composição centesimal ($p < 0,01$) do camarão sete-barbas *in natura* comparado ao defumado, em base úmida e seca, com exceção do teor de carboidratos. A defumação provocou redução significativa ($p < 0,01$) no teor de

umidade da matéria prima *in natura* de 77,87% para 40,32%, redução esta esperada, visto que é decorrente da desidratação muscular, ou seja, redução da umidade, e da salmouragem ocorrida na defumação (GONÇALVES, 1998; SIGURGISLADOTTIR et al., 2000).

O camarão sete-barbas *in natura* pode ser classificado dentro da faixa de umidade referida para pescado. Na composição química desse produto, a água representa o principal componente, na proporção de 64 g/100 g a 90 g/100 g (BADOLATO et al., 1994). Este crustáceo apresentou teor de umidade próximo ao camarão-rosa (*Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*) *in natura* (78,2%) analisado por Moura et al. (2002) e acima do referido por Furuya et al. (2006) em camarão-canela (*Macrobrachium amazonicum*) *in natura* (70,3%).

O teor de umidade do camarão sete-barbas beneficiado manteve-se abaixo de 65%, que é o recomendado para produtos defumados (MORAIS et al., 1996).

Como parece não haver na literatura dados sobre a composição química de camarão defumado de forma semelhante ao presente estudo, também foram feitas algumas comparações com outras espécies de pescado. Deste modo, a mesma redução foi relatada nos estudos de Silva et al. (2010), com camarão gigante da Malásia *in natura* (78,22%) e defumado (49,88%), de Souza et al. (2004), com tilápia do Nilo inteira eviscerada *in natura* (70,84%) e defumado (57,18%) e filé da mesma *in natura* (77,91%) e defumado (63%) e Franco et al. (2010), com filés de matrinxã *in natura* (72,91%), defumado a quente (58,51%) e defumado a frio (59,68%).

O teor de lipídeos totais detectado neste crustáceo *in natura* (1,48%) foi semelhante ao encontrado por Furuya et al. (2006) em camarão-canela (1,50%), e superior aos encontrados por Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2001) em camarão sete-barbas e por Moura et al. (2002) em camarão-rosa, 1% e 1,13% respectivamente. Segundo Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (1997), esse percentual é inferior em camarões de água doce comparados com camarões marinhos, visto que no meio marinho existe grande disponibilidade de alimento natural, como zooplâncton e principalmente fitoplâncton, com elevados valores de ácidos graxos poli-insaturados, refletindo-se diretamente no teor de lipídios totais no músculo dos organismos que consomem tal alimento.

O aumento do teor lipídico nas amostras defumadas (3,11%) é decorrente da desidratação muscular e da salmouragem ocorrida na defumação. O

percentual de lipídeos encontrado após a defumação foi superior ao encontrado por Silva et al. (2010) em camarão gigante da Malásia defumado (1,33%).

Segundo Franco et al. (2010) e Bressan et al. (2001), a gordura presente nos alimentos atua como um agente absorvente das substâncias aromáticas presentes na fumaça, conferindo ao produto sabor e odor agradáveis e aumentando a vida útil do mesmo, evitando a rancificação. Desta forma, o teor de gordura é muito importante para esse tipo de processamento, sendo o pescado de maior percentual lipídico (maior que 10%), mais adequado para tal processo. Porém, se o teor de lipídeos for muito elevado a salga deve ser limitada, pois o sal potencializa a oxidação lipídica (SZENTTAMÁSY et al., 1993).

Em relação ao teor protéico, o camarão *in natura* analisado apresentou percentual inferior (19,33%) ao encontrado por Furuya et al. (2006), em camarão-canela (*Macrobrachium amazonicum*) *in natura* (24,80%). As diferenças entre os valores obtidos podem ser atribuídas à variação dos gêneros. Como este crustáceo representa uma fonte de proteínas de alto valor biológico, o resultado obtido evidencia uma vantagem para o consumidor. Após a defumação, o camarão sete-barbas apresentou 42,93% de proteínas, valor inferior ao encontrado em camarão gigante da malásia defumado, 45,89% (SILVA et al., 2010).

O aumento dos teores de cinzas no camarão sete-barbas defumado (14,03%), em relação ao *in natura* (1,73%), em base úmida, ocorreu devido à desidratação e à absorção de cloreto de sódio no músculo, durante a etapa de salmouragem. Silva et al. (2010), observaram um aumento menos evidente em camarão gigante da Malásia *in natura* (0,89%) e defumado (3,10%), provavelmente devido ao maior controle na fase de salmouragem e a posterior lavagem deste crustáceo, etapas que precedem a defumação propriamente dita.

Ogawa e Maia (1999) descreveram que o conteúdo de carboidratos em pescado é de 0,30 g/100 g a 1,00 g/100 g, mas que algum pescado pode estocar parte de sua reserva energética como glicogênio, o qual contribui para o aumento do teor. O percentual de carboidratos encontrado no camarão *in natura*, no estudo realizado, foi de 0,36%, estando de acordo com o descrito na literatura. Pedrosa e Cozzolino (2001) não detectaram carboidratos em camarão-rosa (*Penaeus brasiliensis*) *in natura*.

Em base seca, apenas o teor de carboidratos das amostras *in natura* não apresentou mudança significativa ($p > 0,01$) em relação às defumadas (Tabela 1). A

defumação provocou, um aumento na concentração de cinzas (194,75%) e cloretos (394,74%). Já o teor de lipídeos sofreu uma redução de 24,38%, e nas proteínas verificou-se um decréscimo de 18,63%.

As alterações, na composição centesimal do camarão sete-barbas defumado, levaram a perda de cerca de 20% de seu valor calórico. Em base seca, foram detectadas 341,46 kcal/100 g, inferiores as 424,37 kcal/100 g do *in natura*. Como o valor calórico está correlacionado ao teor de lipídeos (LUZIA, 2000), essa diferença entre os resultados está dentro do esperado.

Ainda na Tabela 1, o teor de 10,58 g/100 g de cloretos do camarão sete-barbas defumado, superior em relação a 0,81 g/100 g do *in natura*, foi resultado da incorporação do sal no processo de salga que precede a defumação. A carne dos peixes tem sal em torno de 0,08 g/100 g a 1,00 g/100 g, mas eleva-se artificialmente esse conteúdo através da aplicação de cloreto de sódio (GRECCHI, 1972). Segundo Gonçalves e Prentice-Hernández (1998), a salmouragem prévia em produtos defumados é crítica, pois o teor de cloreto de sódio na fração aquosa do produto acabado deverá inibir o crescimento de qualquer microorganismo deteriorador.

Segundo Tomé, Kodaira e Matsunaga (1999), filés de bagre de menor espessura (1,91cm) apresentaram maior teor de cloretos após a salmouragem de 30 minutos (3,57%), comparados aos mais espessos (3,58cm e 2,43% de sal). Os autores relataram que após a defumação esse teor foi de 7,84% e 3,15%, respectivamente, ambos os valores inferiores ao encontrado no presente estudo. Bressan et al. (2001), afirmam que na fase de salmouragem deve-se tomar cuidado com o tempo do processo, tamanho e espessura do músculo, e concentração de sal.

Beraquet e Mori (1984 *apud* TOMÉ; KODAIRA; MATSUNAGA, 1999), afirmaram que a etapa de salmouragem deveria ser tal que, no final do processo de defumação, o produto tivesse um teor de 4% de NaCl, considerado sensorialmente agradável, sendo assim esta fase durante a defumação do camarão sete-barbas pode ser revista na tentativa de adequar a quantidade de sal utilizada e/ou diminuir o tempo desta etapa.

O pH do camarão sete-barbas *in natura* foi de 7,3 (Tabela 1). No estudo de Moura et al. (2003), os valores de pH observados para os camarões das espécies *Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis* variaram de 7,09 a 8,1 e na pesquisa de Shamshad et al. (1990) o pH encontrado foi de 7,05 no *Penaeus merguensis*. Segundo Shamshad et al. (1990), pH acima de 7,6 caracteriza produto não-

comestível, sendo assim, o camarão sete-barbas apresenta-se adequado para o consumo.

Hassan (1988) relata que a defumação provoca uma redução do pH do produto, talvez devido à absorção de algumas substâncias da fumaça, a perda de umidade e as reações de fenóis, polifenóis e compostos carbonílicos com as proteínas sulfuradas e alguns grupos de aminoácidos, respectivamente. Tal fato não foi observado no presente estudo, visto que não houve diferença significativa entre as amostras *in natura* e defumadas.

Perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos do camarão sete-barbas *in natura* e defumado, em base seca e úmida, está expresso na Tabela 2.

Foram separados, identificados e quantificados 19 ácidos graxos, sendo de maior predominância na forma *in natura*: palmítico (C16:0), 128,63 mg/100 g; docosahexaenóico (DHA-C22:6n3), 106,25 mg/100 g; eicosapentaenóico (EPA-C20:5n3), 78,01 mg/100 g; esteárico (C18:0), 75,37 mg/100 g; oléico (C18:1n9c) 70,73 mg/100 g; araquidônico (C20:4n6), 49,38 mg/100 g; palmitoléico (C16:1n7), 40,94 mg/100 g.

Após a defumação, verificou-se alteração neste perfil lipídico, sendo mais prevalentes: palmítico (C16:0), 339,65 mg/100 g; esteárico (C18:0), 193,91 mg/100 g; docosahexaenóico (DHA-C22:6n3), 151,35 mg/100 g; eicosapentaenóico (EPA-C20:5n3), 116,01 mg/100 g; oléico (C18:1n9c) 110,67 mg/100 g; palmitoléico (C16:1n7), 79,32 mg/100 g; araquidônico (C20:4n6), 69,01 mg/100 g.

Os ácidos graxos saturados palmítico, láurico e mirístico são considerados hipercolesterolêmico, sendo recomendado uma ingestão reduzida dos mesmos (LIMA et al., 2000). Em base úmida, após a defumação, a concentração de tais ácidos graxos tornou-se maior que o dobro, provavelmente devido ao processo de salga, cocção e defumação que acaba por desidratar o crustáceo, concentrando os nutrientes.

O ácido palmítico obtido em maior quantidade no camarão sete-barbas *in natura* (128 mg/100 g) e defumado (339,65 mg/100 g), é um dos mais abundantes na alimentação humana, sendo considerado fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (CURI et al., 2002; LOTTENBERG, 2003). Bragagnolo

e Rodriguez-Amaya (2001), em estudo com diversas espécies *in natura* de camarão, encontraram quantidades maiores que a observada no crustáceo pesquisado, 139 e 132 mg/100 g nos camarões sete-barbas e gigante da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*).

Tabela 2. Ácidos graxos (mg/100 g) do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) *in natura* e defumado.

Ácidos Graxos	Camarão Sete-barbas Base Úmida ^a		Camarão Sete-barbas Base Seca ^b		% de redução entre as amostras Base Seca
	<i>In natura</i>	Defumado	<i>In natura</i>	Defumado	
Láurico (C12:0)	1,02(±0,20)	2,87(±0,51)**	4,88(±0,96)	4,90(±0,89)	-
Mirístico (C14:0)	9,30(±3,28)	25,21(±10,02)**	44,94(±17,57)	43,40(±17,64)	-
Miristoléico (C14:1n9)	0,93(±0,32)	1,60(±0,56)**	4,47(±1,58)	2,75(±1,01)**	38,48
Pentadecanóico (C15:0)	7,07(±1,88)	17,99(±6,24)**	33,81(±8,88)	30,78(±10,80)*	8,96
Palmitico (C16:0)	128,63(±13,77)	339,65(±31,47)**	613,37(±51,04)	580,76(±52,51)**	5,32
Palmitoléico (C16:1n7)	40,94(±5,87)	79,32(±30,08)**	197,60(±39,60)	134,95(±49,20)**	31,71
Heptadecanóico (C17:0)	14,37(±4,36)	37,68(±10,41)**	68,97(±21,43)	64,40(±17,32)	6,63
Heptadecenóico (C17:1n7)	8,75(±1,91)	15,04(±10,12)**	42,41(±11,56)	25,37(±16,60)**	40,18
Esteárico (C18:0)	75,37(±12,04)	193,91(±25,74)**	359,57(±53,10)	317,72(±91,87)**	11,64
Oléico (C18:1n9)	70,73(±17,24)	110,67(±30,23)**	336,41(±75,93)	189,52(±52,00)**	43,66
Elaídico (C18:1n9t)	2,02(±1,19)	5,63(±4,22)**	9,88(±6,24)	8,48(±6,80)	14,17
Linoléico (C18:2n6)	11,39(±3,09)	14,80(±5,53)*	54,45(±14,87)	25,41(±9,57)**	53,33
Nonadecanóico (C19:0)	1,09(±0,62)	3,06(±1,51)**	5,21(±2,91)	5,22(±2,49)	-
Araquídico (C20:0)	2,83(±1,17)	7,78(±3,65)**	13,66(±5,68)	13,13(±5,91)	-
Eicosenóico (C20:1n9)	3,24(±1,13)	4,98(±2,96)**	15,58(±6,09)	8,54(±4,99)**	45,19
Araquidônico (C20:4n6)	49,38(±11,29)	69,01(±20,30)**	236,96(±57,93)	117,89(±33,91)**	50,25
Eicosapentaenóico (EPA) (C20:5n3)	78,01(±21,52)	116,01(±48,39)**	376,45(±120,37)	197,73(±81,20)**	47,48
Behênico (C22:0)	2,94(±1,20)	7,93(±2,81)**	13,85(±5,05)	13,43(±4,32)	-
Docosahexaenóico (DHA) (C22:6n3)	106,25(±20,57)	151,35(±46,44)**	511,48(±121,32)	258,35(±76,76)**	49,49
∑ Saturado (%)	39,78(±3,33)	52,35(±8,89)**	190,08(±16,36)	89,79(±16,88)**	52,76
∑ Monoinsaturado (%)	20,64(±1,29)	19,36(±1,82)	98,92(±9,86)	32,82(7,58)**	66,82
∑ Poli-insaturado (%)	39,58(±3,60)	28,30(±8,31)**	190,62(±31,27)	48,62(±14,55)**	74,49
Poli-insaturado/Saturado	1,01	0,55**	1,01	0,59**	41,58
∑ n-3 (%)	26,61(±10,41)	19,22(±7,92)**	127,87(±54,40)	33,28(±13,67)**	73,97
∑ n-6 (%)	8,79(±3,36)	6,03(2,46)**	42,04(±16,71)	10,48(±4,37)**	75,07
Relação n-6/n-3	0,33:1	0,31:1	0,33:1	0,31:1	-
EPA + DHA (mg/100 g)	184,26(±41,81)	267,36(±88,32)**	887,93(±240,41)	456,08(±146,45)**	48,64

a) Média de 10 amostras analisadas em duplicata.

b) Média obtida através do cálculo: $[(x*100)/(100-Umd)]$, onde x = valor do componente da amostra em base úmida e Umd = umidade da amostra.

Médias de dados não transformados.

Na mesma linha, médias de mesma base seguidas por (**) diferem significativamente a 1% ($p < 0,01$) e por (*) diferem significativamente a 5% ($p < 0,05$).

O ácido graxo saturado esteárico é rapidamente convertido a ácido oléico no fígado (LOTTEBERG, 2003). No estudo de Bonanome e Grundy (1988), foi

observado que quando ofertada dieta rica em ácido esteárico, o teor de ácido oléico nos triglicerídes plasmáticos aumentou significativamente, sugerindo que o ácido esteárico é rapidamente convertido em ácido oléico. Estes pesquisadores concluíram que o ácido esteárico parece ser tão eficaz quanto o ácido oléico na redução dos níveis plasmáticos de colesterol quando um substitui o ácido palmítico na dieta.

O crustáceo *in natura* estudado apresentou valor inferior ao encontrado por Ramos Filho et al. (2008) em filé de dourado e pintado *in natura* (140 e 200 mg/100 g, respectivamente), e superior aos encontrados em berbigão *in natura* na primavera, 53,6 mg/100 g (AVEIRO; BARRERA-ARELLANO; TRAMONTE, 2009), e em camarões *in natura* sete-barbas e rosa, 51 mg/100 g e 59 mg/100 g, respectivamente (BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

O ácido graxo oléico foi o predominante dentre os monoinsaturados (70,73 mg/100 g) no camarão sete-barbas *in natura*. Esse valor foi superior ao detectado por Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2001) em camarão sete-barbas (61 mg/100 g) e em camarão rosa (54 mg/100 g). O oléico é um importante representante dos ácidos graxos monoinsaturados da família ômega-9, e vêm sendo considerado hipolipidêmico, pois atua reduzindo o triglicerídeo plasmático, colesterol e lipoproteína de baixa densidade (LDL - responsáveis pela formação de ateromas), por ser um melhor substrato para a ACAT (*acil colesterol aciltransferase* - enzima responsável pelo armazenamento do colesterol no citoplasma) no fígado, fazendo com que o colesterol livre em excesso seja rapidamente esterificado, e pela diminuição da síntese de lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL) e de colesterol endógeno, sem, no entanto, diminuir a lipoproteína de alta densidade (HDL) e provocar oxidação lipídica (SALDANHA et al., 2006; SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2007; LOTTENBERG, 2009). O ácido oléico também é utilizado no organismo como fonte preferencial de energia metabolizável para o crescimento rápido (LIRA et al., 2005). Desta forma, os resultados encontrados apontam uma vantagem do crustáceo cultivado da região do Pontal do Peba para o consumidor.

O ácido palmitoléico é o segundo mais abundante ácido graxo monoinsaturado presente no camarão espigão *in natura* (40,94 mg/100 g). Nos camarões espigão e rosa *in natura* (BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001) e peixes dourado, pintado *in natura* (RAMOS FILHO et al., 2008) e salmão *in natura*

(GLADYSHEV et al., 2006) foram detectados 60, 43, 140, 130 e 237 mg/100 g respectivamente, valores superiores ao do presente estudo.

O ácido graxo trans elaídico foi encontrado em baixos teores no camarão sete-barbas (2,02 mg/100 g no *in natura* e 5,63 mg/100 g no defumado). Ansorena et al. (2010), encontraram valor superior deste ácido graxo em salmão *in natura* (70 mg/100 g), assim como Saldanha e Bragagnolo (2010), que detectaram 390 e 250 mg/100 g em sardinha e pescada *in natura*, respectivamente.

Os ácidos graxos poli-insaturados das famílias ômega-3 (n-3) e ômega-6 (n-6) são estruturalmente e funcionalmente distintos, interferindo de forma diferente no perfil de eicosanóides sintetizados no organismo, a depender da proporção com que estes aparecem na dieta. Tais compostos estão envolvidos no desenvolvimento de várias doenças de natureza inflamatória e auto-imune, contribuindo para a progressão ou o controle de doenças como asma, artrite reumatóide e aterosclerose (GOMES; OLIVEIRA, 2010).

Os ácidos graxos da família n-3 apresentam diversos efeitos benéficos no organismo. O ácido α -linolênico é precursor do eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA), formadores de eicosanóides que estão envolvidos na inflamação (efeito anti-inflamatório), formação das plaquetas e regulação da pressão arterial (TURATTI; GOMES; ATHIÉ, 2002), na prevenção de vários tipos de câncer (LIMA et al., 2002; RUXTON, 2011) e no aumento do HDL colesterol, na melhora da função vascular e apresentam efeito antiarrítmico e anti-trombótico, possuindo efeito cardio-protetor (RUXTON et al., 2005).

O camarão sete-barbas *in natura* apresentou 78,01 mg/100 g de EPA, valor inferior aos encontrados por Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2001), em camarão espigão fresco, 86 mg/100 g, e camarão rosa fresco, 124 mg/100 g e superior ao detectado no berbigão *in natura* cultivado na primavera, 45,3 mg/100 g (AVEIRO; BARRERA-ARELLANO; TRAMONTE, 2009).

O EPA promove redução dos triglicérides plasmáticos pela diminuição da síntese hepática de VLDL, podendo ainda exercer outros efeitos cardiovasculares, como redução da viscosidade do sangue, maior relaxamento do endotélio e também efeitos antiarrítmicos, auxiliando no tratamento de hipertensão (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2007; VISENTAINER et al., 2000). Os eicosanóides originados a partir deste ácido graxo têm efeitos anti-inflamatórios, sendo potencialmente protetores no caso de enfermidades em que a resposta imune

compreende a etiologia do quadro, como na asma, artrite reumatoide, psoríase, síndrome nefrótica, doença inflamatória intestinal, entre outras (GOMES; OLIVEIRA, 2010).

O DHA tem importante função na formação, desenvolvimento e funcionamento neural e retinal, sendo predominante na maioria das membranas celulares desses órgãos, além de possuir efeitos antiarrítmicos, de inibir o desenvolvimento de aterosclerose, e de diminuir a concentração sanguínea do LDL-colesterol (CHILDS et al., 1990; CONNOR, 1997; GIUSTO et al., 2000; MARTIN et al., 2006). Segundo Martin et al. (2006), a diminuição dos níveis desse ácido graxo nos tecidos da retina tem sido associada, em recém-nascidos, com anormalidades no desenvolvimento do sistema visual, e em adultos, com a diminuição da acuidade visual.

No presente estudo, em base úmida, detectou-se 106,25 mg/100 g de DHA, valor superior aos do camarão sete-barbas (97 mg/100 g) e do camarão rosa (91 mg/100 g), ambos *in natura* (BRAGAGNOLO E RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

Os ácidos graxos EPA e DHA são capazes de reduzir moderadamente os triglicerídeos plasmáticos, por diminuir a secreção hepática de VLDL e a atividade da enzima triacilglicerolaciltransferase, aumentando a expressão do PPAR-gama, importante na síntese da lipase lipoprotéica (LOTTENBERG, 2003). Segundo Mazza et al. (2007), os ácidos graxos poli-insaturados citados participam das atividades enzimáticas e biodinâmicas das membranas neurais, e de numerosas funções celulares podendo modular a fluidez da membrana, sendo esta uma importante determinante na função dos receptores hormonais. Além disso, o DHA é necessário para os eventos de sinalização, sendo vital para a sobrevivência neuronal e a diferenciação celular (RUSSO, 2008). A suplementação de ambos os ácidos graxos diminuiu a proteinúria e melhorou a taxa de filtração glomerular em pacientes com síndrome nefrótica, sugerindo que esses ácidos podem suprimir a injúria imune (DAS; MOHAN; RAJU, 2001). Em estudo prospectivo de coorte, Colangelo et al. (2009) demonstraram uma associação significativa entre o consumo elevado de EPA e DHA e um menor risco de depressão.

Mesmo estando comprovadas todas as funções benéficas desses ácidos graxos, ainda não existe um consenso mundial sobre a recomendação da ingestão diária de ácidos graxos ômega-3. Porém, alguns países estabeleceram valores de ingestão para EPA + DHA. Os Estados Unidos estabelece uma meta de 0,65 g/dia; o

Reino Unido propõe 0,50% de energia consumida sendo proveniente de EPA e DHA combinados; o Japão recomenda 0,50 g de DHA/dia para grávidas, visando atender a benefícios pré e pós natal e evitar o nascimento de bebês prematuros; e o Canadá indica 0,20 g/dia de EPA+DHA (CASTRO-GONZÁLEZ et al., 2004). O Instituto Internacional de Ciências da Vida (ILSI) defende a criação de uma DRI para EPA + DHA entre 250 e 500 mg/d, para a prevenção primária de morte cardíaca (acidentes fatais), e efeitos benéficos no declínio cognitivo (HARRIS et al., 2009). A Associação Americana do Coração (American Heart Association - AHA), em sua recomendação de 2003, sugere que pessoas com doença coronariana conhecida devem consumir cerca de 1 g/dia de EPA + DHA. Pessoas sem qualquer sintoma de doença cardiovascular devem consumir aproximadamente 500 mg destes ácidos diariamente para finalidades profiláticas (AHANC, 2006).

A concentração de EPA + DHA detectada no camarão *in natura*, em base úmida (184,26 mg/100 g), está abaixo dos valores recomendados internacionalmente (200 a 650 mg de EPA + DHA/dia). Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2001) encontraram valor similar para o camarão *in natura* da mesma espécie (183 mg/100 g) e superior para o camarão rosa *in natura* (215 mg/100 g).

Os ácidos graxos ômega-6 exercem importante papel fisiológico, influenciando no processo inflamatório e proporcionando efeito benéfico sobre o sistema imune. Estudos mostram a associação entre ácidos graxos da família ômega-6 com importantes implicações clínicas, inclusive retardo mental e doenças auto-imunes (GOMES; OLIVEIRA, 2010; MANTIN et al., 2006).

Um dos representantes desta família de ácidos graxos, o ácido linoléico, contribui com numerosos benefícios ao organismo, sendo convertido enzimaticamente em ácido araquidônico, importante na formação de eicosanóides (prostaglandinas, tromboxanas e leucotrienos) e na manutenção das condições normais das membranas celulares, das funções cerebrais e da transmissão de impulsos nervosos (MARTIN et al., 2006; GOMES; OLIVEIRA, 2010). No camarão sete-barbas *in natura* detectou-se teor de ácido linoléico (11,39 mg/100 g) similar a do camarão rosa fresco (10 mg/100 g) e superior a encontrada no camarão sete-barbas fresco (8 mg/100 g) (BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001) e berbigão *in natura*, coletado no outono (7,1 mg/100 g) e primavera (4,5 mg/100 g) (AVEIRO; BARRERA-ARELLANO; TRAMONTE, 2009).

O ácido araquidônico participa na formação da bainha de mielina das terminações nervosas e de sua recomposição nos casos de esclerose múltipla (TURATTI; GOMES; ATHIÉ, 2002). Segundo Calder (2002), pacientes com desordens inflamatórias possuem um aumento nas taxas de produção de eicosanóides derivados deste ácido graxo, no sangue e em diversos outros tecidos. Tal fato demonstra relação com a gênese, desenvolvimento e resolução das doenças do sistema imune. Este ácido graxo foi o membro da família ômega-6 quantificado em maior concentração, em base úmida, nesta pesquisa (49,38 mg/100 g), apresentando um teor superior quando comparado ao berbigão *in natura* (34,7 mg/100 g) analisado por Aveiro, Barrera-Arellano e Tramonte (2009) e ao camarão espigão (31 mg/100 g) e camarão rosa (35 mg/100 g) *in natura* (BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

Em base úmida, todos os ácidos graxos identificados e quantificados apresentaram, após a defumação, valores superiores aos detectados nas amostras *in natura*.

No entanto, considerando-se os resultados na base seca, o processo de defumação acarretou uma redução significativa ($p < 0,01$) de 5,32% do ácido graxo saturado palmítico, o predominante nas amostras de camarão sete-barbas *in natura*.

O esteárico, segundo ácido graxo saturado detectado em maior concentração no camarão *in natura*, também sofreu uma redução significativa ($p < 0,01$) em base seca (11,64%), em decorrência da defumação.

A comparação do perfil de ácidos graxos do camarão defumado, em base seca, em relação a outras pesquisas ficou prejudicada pela escassez de trabalhos na literatura com este crustáceo defumado.

Em relação aos ácidos graxos monoinsaturados, o oléico, detectado no presente estudo com predominância no camarão cru, apresentou redução de 43,66% na forma defumada, na base seca. O mesmo acontecendo com o palmitoléico (C16:1n7), que sofreu uma redução de 31,71%.

As principais alterações decorrentes da defumação foram observadas nos ácidos graxos poli-insaturados das famílias n-3 e n-6.

O EPA (n-3) teve uma redução de 47,48% e o DHA (n-3) sofreu uma perda de 49,49%. Visto que estes ácidos graxos apresentam importantes efeitos benéficos para o organismo e que os alimentos de origem marinha são suas principais fontes, as perdas decorrentes deste processamento não devem ser subestimadas.

Os ácidos graxos da família n-6 apresentaram perdas que corresponderam a 50,25% no araquidônico e 53,33% no linoléico.

Também na Tabela 2, são apresentados os percentuais totais dos ácidos graxos para o crustáceo estudado, observando-se para as amostras defumadas, em base seca, redução no total de saturados (de 190,08% para 89,79%), monoinsaturados (de 98,92% para 32,82%) e poli-insaturados (de 190,62% para 48,62%).

Levando em consideração os benefícios para a saúde dos ácidos graxos ômega-3 e ômega-6, foi determinada a razão entre tais ácidos graxos. Esta proporção influencia no efeito biológico desses ácidos graxos essenciais, pois, uma razão n-6/n-3 adequada é fundamental para formação de eicosanóides de modo equilibrado, evitando um largo número de doenças (MARTIN et al., 2006). Segundo Gomes e Oliveira (2010), a população brasileira consome amplamente alimentos fontes de ácido linoléico e de forma reduzida aqueles que são fontes de ácido alfa-linolênico, com conseqüente elevação da razão ômega-6/ômega-3, o que favorece o curso de processos inflamatórios e auto-imunes.

A Organização Mundial da Saúde recomendou, em 2006, que a razão n-6/n-3 fosse de 3:1 ou 4:1 (CALDERELLI; BENASSI; MATIOLI, 2008). Segundo a *Japan Society of Lipid Nutrition*, esta proporção deve ser de no máximo 4:1 para adultos saudáveis e de 2:1 na prevenção de doenças crônicas em idosos (UAUY; MENA; VALENZUELA, 1999). Martin et al. (2006), refere que alguns autores têm recomendado as razões de 2:1 a 3:1 para esses ácidos graxos, por aumentar a conversão do ácido α -linolênico em EPA e DHA, visto que o excesso de ácidos graxos da família n-6, acima desta proporção ótima, satura as enzimas e impede essa conversão. O *Department of Health and Social Security - DHSS* (1994), refere que dietas com razão inferior a 4 são consideradas saudáveis do ponto de vista nutricional. Porém, Martin et al. (2006) menciona que dietas baseadas em razões n-6/n-3 inferiores a 1:1 não são recomendadas, por inibirem a transformação do ácido linoléico em ácidos graxos poli-insaturados de cadeia muito longa (AGPI-CML). A proporção entre os ácidos ômega-6 e ômega-3 (Tabela 2) encontrada no presente estudo foi inferior as recomendadas, sendo 0,33:1 no camarão sete-barbas *in natura* e 0,31:1 no beneficiado, não obtendo diferença significativa entre as formas analisadas ($p \geq 0,05$). Furuya et al. (2006), também encontraram uma razão de 0,3:1 para o camarão de água doce *in natura* (*Macrobrachium Amazonicum*), assim como

Usydus et al. (2009), para os peixes arenque e espadilha defumados (0,33:1 e 0,32:1, respectivamente).

O valor mínimo de ácidos graxos Poli-insaturado/Saturado (P/S) recomendado pelo DHSS (1994) é de 0,45, menor que os obtidos para o camarão *in natura* (1,01) e defumado (0,55), demonstrando uma razão satisfatória do ponto de vista nutricional (Tabela 3). Alimentos que apresentam valores inferiores ao recomendado não devem ser ingeridos por induzirem o aumento do colesterol sanguíneo. Entretanto, Williams (2000), refere que tal índice não deve ser considerado isoladamente, visto que não leva em consideração os efeitos benéficos dos ácidos graxos monoinsaturados e do ácido esteárico, apesar deste ser um ácido saturado.

A proporção de P/S dos produtos de peixe defumado estudados por Usydus et al. (2009), variou de 0,67 para o arenque defumado e 1,44 para o salmão do Báltico defumado, valores superiores aos encontrados no camarão defumado. Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2001) também detectaram valores superiores ao referido no presente estudo para o camarão sete-barbas (1,2) e rosa (1,5) *in natura*, assim como Furuya et al. (2006) para o camarão d'água-doce (*Macrobrachium amazonicum*) ou camarão canela *in natura* (1,6).

Qualidade nutricional dos lipídeos

Tabela 3. Índices de qualidade nutricional da fração lipídica do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) *in natura* e defumado.

Camarão sete-barbas	H/H	IA	IT
<i>In natura</i>	2,44	0,46	0,34
Defumado	1,35	0,82	0,63

H/H = \sum hipocolesterolêmicos/ \sum hipercolesterolêmicos; IA = índice de aterogenicidade e IT = índice de trombogenicidade.

Média de 10 amostras.

Fonte: Elaborada pela autora desta obra.

A razão entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (H/H) obtida no presente estudo foi de 2,44 (*in natura*) e 1,35 (defumado), valores altos para esta relação são desejáveis do ponto de vista nutricional, uma vez que este índice está relacionado diretamente ao metabolismo do colesterol (RAMOS FILHO et al., 2008). Nota-se uma redução deste índice após a defumação, fato comprovado pelas perdas lipídicas ocorridas durante o processamento,

principalmente nos ácidos graxos hipocolesterolêmicos em relação aos hipercolesterolêmicos, redução de 47,95% e 5,19%, respectivamente, observadas na base seca (Tabela 2).

O índice de aterogenicidade (IA), que relaciona os ácidos pró-aterogênicos (láurico, mirístico e palmítico) e os antiaterogênicos (monoinsaturados e os poli-insaturados das famílias n-6 e n-3), apresentou valor de 0,46 no camarão sete-barbas *in natura* e de 0,82 no defumado. Tais valores estão abaixo dos observados por Kaya, Turan e Erdem (2008) filé de esturjão *in natura* (1,01) e defumado (1,93). Segundo Ramos Filho et al. (2008), ao contrário da relação H/H, são recomendáveis valores mais baixos de IA.

O índice de trombogenicidade (IT) encontrado foi de 0,34 para o crustáceo *in natura* e 0,63 para o processado. Kaya, Turan e Erdem (2008) encontraram uma diferença maior em amostras de filé de esturjão *in natura* (0,31) e defumado (1,24). Segundo Ulbricht e Southgate (1991), numa dieta saudável o IT deve assumir valores reduzidos.

Colesterol e óxidos de colesterol livres

A Tabela 4 apresenta os resultados de colesterol e óxidos de colesterol obtidos no camarão sete-barbas *in natura* e defumado.

Tabela 4. Teor de colesterol e óxidos de colesterol do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) *in natura* e defumado.

Camarão sete-barbas	Colesterol livre (mg/100g)	7-Ceto (µg/g)	7-Beta (µg/g)	7-Alfa (µg/g)
<i>In natura</i> (Base Úmida ^a)	145,08(±38,34)	1,79(±1,04)	0,64(±0,94)	1,92(±3,18)
Defumado (Base Úmida ^a)	297,59(±94,99)**	5,14(±3,74)**	0,80(±1,18)	2,98(±4,44)
<i>In natura</i> (Base Seca ^b)	691,84(±188,28)	8,47(±5,20)	2,83(±4,14)	8,40(±13,66)
Defumado (Base Seca ^b)	504,32(±153,98)**	8,56(±5,83)	1,39(±2,05)**	5,14(±7,65)

a) Média de 10 amostras analisadas em duplicata.

b) Média obtida através do cálculo: $[(x*100)/(100-Umd)]$, onde x = valor do componente da amostra em base úmida e Umd = umidade da amostra.

Médias de dados não transformados.

Na mesma coluna, médias de mesma base seguidas por (**) diferem significativamente ($p < 0,01$).

Fonte: Elaborada pela autora desta dissertação.

O teor de colesterol do camarão defumado (297,59 mg/100 g) aumentou significativamente ($p < 0,01$), em base úmida, em relação ao valor *in natura* (145,08 mg/100 g), provavelmente devido à perda de umidade ocorrida durante a defumação, resultando em uma concentração deste componente.

Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2001), encontraram teores menores de colesterol nos camarões sete-barbas, rosa (*Penaeus brasiliensis*) e dulcícola gigante da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*) *in natura*, sendo respectivamente 134 mg/100 g, 127 mg/100 g e 139 mg/100 g. Moura e Tenuta-Filho (2002), analisando camarão rosa *in natura*, detectaram teor de colesterol de 118 mg/100 g, também inferior ao do presente estudo. Segundo Freitas et al. (2002), os níveis de lipídios em pescado variam significativamente conforme a espécie, a época, a idade, o grau de maturação sexual, o habitat e tipo de alimentação disponível nele, dentre outros fatores.

Em base seca, verifica-se uma perda de 27% no teor de colesterol do camarão defumado em relação ao *in natura*. Esta diminuição pode estar associada à degradação desse esterol a outros compostos, através de oxidação.

Os teores de colesterol livres detectados no camarão *in natura* e defumado estão abaixo dos limites de ingestão diária recomendado pelo *National Cholesterol Education Program (NCEP)* (2002), dos Estados Unidos, < 300 mg/100 g para indivíduos saudáveis. Porém, o nível de colesterol encontrado no camarão defumado ficou acima do recomendado pela Sociedade Brasileira de Cardiologia (2007), que refere uma ingestão de colesterol inferior a 200 mg/100 g, para indivíduos com alterações nos níveis séricos de colesterol, devendo tais indivíduos evitar o consumo deste alimento beneficiado.

Morales-Aizpurúa e Tenuta-Filho (2002) relatam que, nos alimentos, a presença de colesterol associado a outros tipos de lipídeos, inclusive os ácidos graxos poli-insaturados, torna a oxidação diretamente dependente da peroxidação lipídica. Além disso, a presença de oxigênio, calor, luz, radiação, radicais livres, íons metálicos, atividade de água, dentre outros fatores, desencadeia e acelera o processo oxidativo (RANKIN; PIKE, 1993; PANIANGVAIT et al., 1995; OSHIMA et al., 1996).

Segundo a revisão de Tai, Chen e Chen (1999), existem entre 70 e 80 produtos da oxidação do colesterol identificados, tendo muitos desses compostos se mostrado tóxicos *in vitro* e *in vivo*. Os mais frequentemente encontrados em

alimentos são: 7-cetocolesterol (7-ceto), 20-hidroxicolesterol (20-OH), 25-hidroxicolesterol (25-OH), 7 α -hidroxicolesterol (7 α -OH), 7 β -hidroxicolesterol (7 β -OH), colesterol 5,6 α -epóxido (5,6 α -epóxido), colesterol 5,6 β -epóxido (5,6 β -epóxido) e o colestanoetriol (Triol).

A ocorrência de óxidos de colesterol em alimentos *in natura* se dá em quantidades mínimas, sendo o processo oxidativo do colesterol desencadeado durante o processamento e/ou armazenamento (TAI; CHEN; CHEN, 1999). Segundo Sampaio et al. (2006), esta ocorrência caracteriza-se como uma das principais preocupações em saúde pública, sendo importante a prevenção da oxidação tanto durante o processamento quanto o armazenamento de alimentos.

No camarão estudado, foram identificados apenas 3 tipos de óxidos de colesterol, o 7-ceto, 7 α -OH e 7 β -OH. Tais óxidos são formados pela autooxidação do colesterol, a partir do carbono C-7 (SAMPAIO, 2004).

O 7-ceto, por ser encontrado em maior concentração e nas primeiras fases do processo oxidativo, pode ser utilizado como o principal indicador da oxidação do colesterol (TENUTA-FILHO et al., 2003; BRAGAGNOLO, 2009). Os valores deste óxido de colesterol no camarão sete-barbas *in natura* e defumado apresentaram, em base úmida, diferença estatística ($p < 0,01$), 1,79 $\mu\text{g/g}$ e 5,14 $\mu\text{g/g}$, respectivamente, indicando uma maior concentração após o processamento. Moura et al. (2002) encontraram valores inferiores em camarão rosa (*Penaeus brasiliensis*) *in natura* (0,23 $\mu\text{g/g}$), assim como Moura e Tenuta-Filho (2002) ao analisarem também camarão rosa fresco durante o inverno (1,2 $\mu\text{g/g}$).

Saldanha e Bragagnolo (2010), detectaram resultado inferior para sardinha (*Sardinella brasiliensis*) *in natura* (1,31 $\mu\text{g/g}$). Já Oliveira et al. (2008) obtiveram quantidade bem mais elevada, 8,31 $\mu\text{g/g}$ de 7-ceto, em peixe mandim fresco durante o outono.

Em base seca, não se percebe diferença significativa ($p > 0,01$) entre o valor deste óxido de colesterol no crustáceo pesquisado *in natura* e defumado, 8,47 $\mu\text{g/g}$ e 8,56 $\mu\text{g/g}$, respectivamente, ratificando que os resultados encontrados em base úmida representam apenas o aumento na concentração deste óxido devido à perda de umidade. Shozen et al. (1995), encontraram níveis de 7-ceto de 9,8 $\mu\text{g/g}$ e 7,9 $\mu\text{g/g}$, em base seca, para o bacalhau e a lula *in natura*, respectivamente.

Para os valores encontrados dos óxidos de colesterol 7α -OH e 7β -OH no camarão sete-barbas *in natura* e defumado, não se verificou diferença estatística em base úmida ($p>0,01$).

O teor de 7α -OH no crustáceo *in natura* (1,92 $\mu\text{g/g}$), em base úmida, foi inferior ao encontrado em ostras de mangue (*Crassostrea rhizophorae*) coletadas durante o verão, 7,00 $\mu\text{g/g}$ (PASCOAL, 2008).

Foi detectado, em base úmida, 0,64 $\mu\text{g/g}$ de 7β -OH no camarão sete-barbas *in natura*, enquanto Echarte et al. (2005) encontraram valor superior em lagostas frescas (5,17 $\mu\text{g/g}$). O 7β -OH foi identificado como um forte indicador da aterosclerose no homem (SALONEN et al., 1997).

O único óxido a apresentar redução significativa ($p<0,01$), em base seca, foi o 7β -OH, de 2,83 $\mu\text{g/g}$ no camarão sete-barbas *in natura*, para 1,39 $\mu\text{g/g}$ no defumado. Segundo Oshima, Li e Koizumi (1993), o conteúdo de lipídeos dos alimentos tem grande relevância no processo de oxidação do colesterol, sendo menor a produção de óxidos em alimentos com baixo teor de gordura.

Na literatura consultada, não foram encontrados dados sobre a formação de óxidos de colesterol em pescado defumado. Também existem poucos estudos sobre a dosagem destes óxidos de colesterol em pescado fresco, porém, segundo Moura et al. (2002), a presença de 7-ceto, estaria indicando a possível ocorrência de outros óxidos, também produzidos na oxidação do colesterol.

Segundo Morgan e Armstrong (1992), um importante fator na oxidação do colesterol é a forma de exposição ao calor, sendo maior a formação dos óxidos em alimentos submetidos a aquecimento direto. Além disto, deve-se levar em conta a influência do binômio tempo X temperatura sobre a oxidação (CHEN, WANG e CHEN, 1998). E ainda, visto que durante a defumação existe a fase da salmoração, o sal torna-se também um forte pró-oxidante das gorduras, ativando a lipoxidase do músculo quando associado ao calor (PARDI et al., 2001).

A partir dos resultados encontrados, pode-se observar que, embora possua atributos adequados para a formação de óxidos de colesterol, o camarão sete-barbas defumado nas condições aqui relatadas, no geral, não apresentou alterações em relação ao *in natura*, o que demonstra um fator positivo deste tipo processamento. Provavelmente, a quantidade de sal, a distância estabelecida entre o alimento e a fonte de calor e o tempo de defumação não foram favoráveis ao surgimento e/ou aumento de óxidos neste alimento, apesar da presença de

colesterol e lipídeos poli-insaturados. Além disso, a presença de carotenóides, como a astaxantina, naturalmente presente no camarão, apresenta-se com alta atividade antioxidante, excedendo em 10 vezes a capacidade antioxidante de β -caroteno e em 500 vezes de α -tocoferol (VENUGOPAL, 2009), também proporcionando efeito protetor.

Porém, cuidados devem ser tomados em relação ao armazenamento, para evitar o aumento de óxidos de colesterol, substâncias com efeitos deletérios ao ser humano.

CONCLUSÃO

A defumação favoreceu alterações no valor nutricional do camarão sete-barbas. Observou-se elevação do teor de cinzas e cloretos, devido à etapa de salmouragem. Para os demais nutrientes foram detectadas redução, em base seca, no teor de proteínas, lipídeos e carboidratos, além da quantidade de calorias. O pH manteve-se estatisticamente inalterado.

O camarão espigão *in natura* pode ser considerado fonte de ácidos graxos poli-insaturados da série ômega-3 (DHA + EPA), ômega-6 (linoléico e araquidônico), de ácido graxo monoinsaturado oléico, da família ômega-9, e de ácido graxo saturado palmítico.

O processo de defumação acarretou modificações no perfil lipídico, com redução da grande maioria dos ácidos graxos identificados, decorrente da ação da salga, cocção, defumação e degradação lipídica. Vale salientar que os ácidos graxos poli-insaturados apresentaram redução mais expressiva.

Na avaliação da qualidade nutricional dos lipídeos, as amostras estudadas mostraram os índices n-6/n-3, P/S, H/H, IA e IT favoráveis quanto ao consumo alimentar.

O camarão sete-barbas defumado, em base úmida, apresentou teor de colesterol acima dos limites de ingestão recomendados para indivíduos com alterações nos níveis séricos de colesterol, apesar de ter sofrido redução após a defumação, quando observado em base seca. Em base úmida, os teores de óxidos de colesterol 7α -OH e 7β -OH, não apresentaram diferença significativa, demonstrando que a defumação não teve efeito na formação desses óxidos. No

entanto, foi detectado aumento significativo nos teores de 7-ceto. Verificou-se, em base seca, que a defumação teve efeito negativo na formação destes óxidos de colesterol.

REFERÊNCIAS

ANSORENA, D.; GUEMBE, A.; MENDIZÁBAL, T.; ASTIASARÁN, I. Effect of Fish and Oil Nature on Frying Process and Nutritional Product Quality. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 2, p. 62-67, 2010.

AMERICAN HEART ASSOCIATION NUTRITION COMMITTEE (AHANC). Diet and lifestyle recommendation revision 2006: a scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. **Circulation**, n. 114, p. 82-96, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 15 ed. Washington, D. C., 1990. 109p.

AVEIRO, M. V.; BARRERA-ARELLANO, D.; TRAMONTE, V. L. C. G. Composição lipídica do molusco marinho berbigão *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) “in natura” e cozido. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 59, n. 3, p. 337-341, 2009.

BADOLATO, E. S. G.; CARVALHO, J. B.; AMARAL MELLO, M. R. P.; 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**, v. 54, n. 1, p. 27-35, 1994.

BONANOME, A.; GRUNDY, S. M. Effect of Dietary Stearic Acid on Plasma Cholesterol and Lipoprotein Levels. **The New England Journal of Medicine**, v. 318, n. 19, p.1244-1248, maio 1988.

BRAGAGNOLO, N. Cholesterol and cholesterol oxides in meat and meat products. In: NOLLET, L. M. L.; TOLDRA, F, editors. **Handbook of muscle food analysis**. Florida: CRC Press, p. 187-219, 2009.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Otimização da determinação de colesterol por clae e teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em camarão rosa (*Penaeus brasiliensis*). **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 3, p. 275-280, 1997.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Total Lipid, Cholesterol, and Fatty Acids of Farmed Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and Wild Marine Shrimp (*Penaeus brasiliensis*, *Penaeus schimitti*, *Xiphopenaeus kroyeri*). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, p. 359-369, 2001.

BRASIL. ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução – RDC nº40**, de 21 de março de 2001. Regulamento técnico para rotulagem nutricional de alimentos e bebidas embaladas. Brasília, 2001.

BRESSAN, M. C.; ODA, S. H. I.; FARIA, P. B.; RODRIGUES, G. H.; MIGUEL, G. Z.; VIEIRA, J. O.; MARTINS, F. M. **Produtos cárneos curados e defumados: mais sabor e maior valor agregado. Boletim de extensão**. Lavras-MG: Ed. UFLA, 2001. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_76.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2010.

CALDER, P. C. Dietary modification of inflammation with lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 61, n. 3, p. 345-58, ago. 2002.

CALDERELLI, V. A. S.; BENASSI, M. T.; MATIOLI, G. Substituição da gordura hidrogenada por óleo de soja na elaboração de pães de linhaça e avaliação da aceitabilidade. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n.3, p. 668-674, 2008.

CASTRO-GONZÁLEZ, M. I.; OJEDA, A. L. Q. A.; SILENCIO, J. L. M. C.; CASSIS, L. Q. F. B.; LEDESMA, H. Q. F. B.; PÉREZ-GIL, F. Perfil lipídico de 25 pescados marinos mexicanos con especial énfasis en sus ácidos grasos n-3 como componentes nutraceuticos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 54, n. 3, 2004.

CHEN, J. T.; WANG, H. C.; CHEN, B. H. Kinetic model of the cholesterol oxidation during heating. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 7, p. 2572-2577, 1998.

CHILDS, M. T.; KING, I. B.; KNOPP, R. H. Divergent lipoprotein responses to fish oils with various ratios of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 52, n. 4, p. 632-39, 1990.

COLANGELO, L. A.; HE, K.; WHOOLEY, M. A.; DAVIGLUS, M. L.; LIU, K. Higher dietary intake of long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids is inversely associated with depressive symptoms in women. **Nutrition**, v. 25, p. 1011-1019, 2009.

CONNOR, W. E. Do the n-3 fatty acids from fish prevent deaths from cardiovascular disease? **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 66, p. 188-9, 1997.

CURI, R.; POMPEIA, C.; MIYASAKA, K.; PROCÓPIO, J. **Entendendo as gorduras - os ácidos graxos**. 1.ed. São Paulo-SP: Editora Manole, 2002. 580p.

DAS, U.N.; MOHAN, I. K.; RAJU, T. R. Effect of corticosteroids and eicosapentaenoic acid/docosaheptaenoic acid on pro-oxidant and anti-oxidant status and metabolism of essential fatty acids in patients with glomerular disorders. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 65, n. 4, p. 197-203, 2001.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY (DHSS). Nutritional aspects of cardiovascular disease. **Report on Health and Social Subjects**, n. 46, 178p. London: HSMO, 1994.

ECHARTE, M.; CONCHILLO, A.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Óxidos de colesterol em lagostinos frescos y congelados, crudos y a La plancha. **Nutrición Hospitalar**, v. 20, n. 4, p. 293-296, 2005.

EMERENCIANO, M. G. C.; SOUZA, M. L. R.; FRANCO, N. P. Avaliação de técnicas de defumação para mexilhão *Perna perna*: análise sensorial e rendimento. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 213-219, 2008.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, S. A. Simple method for the isolation and purification of total lipide from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 226, p. 497-509, 1957.

FRANCO, M. L. R. S.; VIEGAS, E. M. M.; KRONKA, S. N.; VIDOTTI, R. M.; ASSANO, M.; GASPARINO, E. Effects of hot and cold smoking processes on organoleptic properties, yield and composition of matrinxá fillet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 695-700, 2010.

FREITAS, A. S.; BORGES, J. T. S.; COSTA, R. K.; CORNEJO, F. E. P.; WILBERG, V. C. Teores de lipídios totais, ácidos graxos e colesterol em resíduos desidratados de camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller 1862) capturado no estado do Rio de Janeiro. **Boletim CEPPA**, Curitiba, PR, v. 20, n. 2, p. 325-362, jul./dez. 2002.

FURUYA, W. M.; HAYASHI, C.; SILVA, A. B. M.; JÚNIOR, O. O. S.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do camarão-d'água-doce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.4, p.

1577-1580, 2006.

GIUSTO, N. M.; PASQUARE, S. J.; SALVADOR, G. A.; CASTAGNET, P. I.; ROQUE, M. E.; ILINCHETA DE BOSCHERO, M. G. Lipid metabolism in vertebrate retinal rod outer segments. **Progress in Lipid Research**, vp 39, p. 315–391, 2000.

GLADYSHEV, M. I.; SUSHCHIK, N. N.; GUBANENKO, G. A.; DEMIRCHIEVA, S. M.; KALACHOVA, G. S. Effect of way of cooking on content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of humpback salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). **Food Chemistry**, v. 96, p. 446–451, 2006.

GOMES, T. K. C.; OLIVEIRA, S. L. O papel dos ácidos graxos essenciais no perfil de eicosanóides e sua repercussão na resposta imune. **Nutrire**, São Paulo, SP, v. 35, n. 1, p. 167-186, abr. 2010.

GONÇALVES, A. A. **Estudo do processamento da anchova, *Pomatomus saltatrix* (Pisces: Pomatomidae), utilizando aroma natural de fumaça**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – FURG, Rio Grande, 1998 *apud* GONÇALVES, A. A.; CEZARINI, R. Agregando valor ao pescado de água doce: defumação de filés de Jundiá (*Rhamdia quelen*). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 3, n. 2, p. 63-79, jul. 2008.

GONÇALVES, A. A.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Defumação líquida de anchova (*Pomatomus saltatrix*): efeito do processamento nas propriedades químicas e microbiológicas. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, Campinas-SP, out./dez. 1998.

GRECCHI, D. Salga de peixe. **Revista Nacional da Pesca**, v. 14, n. 120, p. 10-13, 1972.

HARRIS, W. S.; MOZAFFARIAN, D.; LEFEVRE, M.; TONER, C. D.; COLOMBO, J.; CUNNANE, S. C.; HOLDEN, J. M.; KLURFELD, D. M.; MORRIS, M. C.; WHELAN, J. Towards Establishing Dietary Reference Intakes for Eicosapentaenoic and Docosahexaenoic Acids. **The Journal of Nutrition**, Supplement: Towards Dietary Reference Intakes for EPA and DHA, p. 804-819, 2009.

HARTMAN, L.; LAGO, B. C. A. Rapid preparation of fatty methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v. 22, p. 475-477, 1973.

HASSAN, I. M. Processing of smoked common carp fish and its relation to some chemical, physical and organoleptic properties. **Food Chemistry**, v. 27, p. 95–106, 1988.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo – Brasil). **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 4^a ed. Brasília (DF): ANVISA; 2005.

LIMA, F. E. L.; MENEZES, T. N.; TAVARES, M. P.; SZARFARC, S. C.; FISBERG, R. M. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista de Nutrição**, Campinas, SP, v. 13, n. 2, p. 73-80, 2000.

LIMA, M. M. R.; MOREIRA, N. X.; SANTOS, B. M. A.; MANCINI FILHO, J.; FERNANDES, L. C. Ácidos graxos e câncer. In: CURI, R.; POMPEIA, C.; MIYASAKA, K.; PROCOPIO, J. **Entendendo as gorduras – os ácidos graxos**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2002.

LIRA, G. M.; MANCINI FILHO, J.; TORRES, R. P.; OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELOS, A. M. A.; OMENA, C. M. B.; ALMEIDA, M. C. S. Composição centesimal, valor calórico, teor de colesterol e perfil de ácidos graxos da carne de búfalo (*Bubalis bubalis*) da cidade de São Luiz do Quitunde-AL. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 64, n. 1, p. 31-38, 2005.

LOTTENBERG, A. M. P. Perspectivas atuais sobre a gordura alimentar e as dislipidemias. **Nutrição Brasil**, v.6, p. 327-329, 2003.

LOTTENBERG, A. M. P. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, n. 5, p. 595-607, 2009.

LUZIA, L. A. **Influência da sazonalidade no valor nutricional e perfil lipídico em cinco espécies populares de pescado**. 2000. 104 f. (Dissertação de mestrado) – Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Nutrição, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MARIUTTI, L. R. B.; NOGUEIRA, G. C.; BRAGNOLO, N. Optimization and validation of analytical conditions for cholesterol and cholesterol oxides extraction in chicken meat using response surface methodology. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 2913-2918, 2008.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.;

MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V.; Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, SP, v. 19, n. 6, p. 761-770, nov./dez. 2006.

MAZZA, M.; POMPONI, M.; JANIRI, L.; BRIA, P.; MAZZA, S. Omega-3 fatty acids and antioxidants in neurological and psychiatric diseases: an overview. **Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry**, v. 31, n. 1, p. 12-26, 2007.

MORAIS, C.; MACHADO, T. M.; TAVARES, M.; TAKEMOTO, E.; YABICU, H. I.; MARTINS, M. S. Defumação da truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*): efeitos do processamento e da estocagem nas propriedades físicas, químicas e sensoriais. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 56, p. 43-48, 1996.

MORALES-AIZPURÚA, I. C.; TENUTA-FILHO, A. Óxidos de colesterol: ocorrência em alimentos, formação e efeitos biológicos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 38, n. 4, p. 431-442, out./dez. 2002.

MORGAN, J. N.; ARMSTRONG, D. J. Quantification of oxidation products in egg yolk powder spray-dried with direct heating. **Journal of Food Science**, v. 57, n.1, p. 43-45, 1992.

MOURA, A. F. P.; TENUTA-FILHO, A. Efeito do processamento sobre os níveis de colesterol e 7-cetocolesterol em camarão-rosa. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.2, p.117-21, 2002.

MOURA, A. F. P.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J.; TENUTA-FILHO, A. Caracterização da fração lipídica de amostras comerciais de camarão-rosa. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 52, n. 2, p. 207-211, 2002.

MOURA, A. F. P., MAYER, M. B.; LANDGRAF, M.; TENUTA-FILHO, A. Qualidade química e microbiológica de camarão-rosa comercializado em São Paulo. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 39, n. 2, p. 203-208, abr./jun. 2003.

NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM (NCEP). Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). final report. **Circulation**, v. 106, p. 3143-3421, 2002.

OGAWA, M.; MAIA, E. Alterações da carne de pescado por processamento e estocagem. In: OGAWA, M.; MAIA, E. **Manual de pesca** - Ciência e tecnologia do pescado. São Paulo: Livraria Varela, v. 1, cap. 13, p. 222-249, 1999.

OLIVEIRA, F. R.; LIRA, G. M.; TORRES, E. A. F. S.; SOARES, R. A. M.; MENDONÇA, S.; SILVA, K. W. B.; SIMON, S. J. G. B.; SANTOS, T. M. P.; CABRAL JUNIOR, C. R. Efeito do beneficiamento sobre o valor nutricional do peixe mandim (*Arius spixii*). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 4, out./dez. 2008.

OSHIMA, T.; LI, N.; KOIZUMI, C. Oxidative decomposition of cholesterol in fish products. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 70, p. 595–600, 1993.

OSHIMA, T.; SHOZEN, K.; USHIO, H.; KOIZUMI, C. Effects of grilling on formation of cholesterol oxides in seafood products rich in polyunsaturated fatty acids. **Lebensm. Winss. Technol.**, v. 29, n. 1/2, p. 94-99, 1996.

PANIANGVAIT, P.; KING, A. J.; JONES, A. D.; GERMAN, B. G. A. A critical review Cholesterol oxides in foods of animal origin. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 60, n. 6, 1995.

PARDI, M. C.; SANTOS, L. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: UFG, 2001. 623p.

PASCOAL, J. C. M. **Influência da sazonalidade no valor nutricional de ostras (*Crassostrea rhizophorae*) cultivadas na Barra de São Miguel-AL**. 2008. 65 f. Dissertação (Mestrado em nutrição Humana) – Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2008.

PEDROSA, L. F. C.; COZZOLINO, S. M. F. Composição centesimal e de minerais de mariscos crus e cozidos da cidade de Natal/RN. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 21, n. 2, p. 154-157, maio/ago. 2001.

RAMOS FILHO, M. M.; RAMOS, M. I. L.; HIANE, P. A.; SOUZA, E. M. T. Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 28, n. 2, p. 361-365, abr./jun. 2008.

RANKIN, S. A.; PIKE, O. A. Cholesterol autoxidation inhibition varies among several natural antioxidants in a aqueous model system. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 58, n. 3, p. 653-655, 1993.

RUSSO, G. L. Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids: From biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. **Biochemical Pharmacology**, v. 77, n. 6, p. 937-946, 2008.

RUXTON, C. H. S.; CALDER, P. C.; REED, S. C.; SIMPSON, M. J. A. The impact of long chain n-3 polyunsaturated fatty acids on human health. **Nutrition Research Reviews**, v. 18, p. 113-129, 2005.

RUXTON, C. H. S. The benefits of fish consumption. **Nutrition Bulletin**, v. 36, p. 6-19, 2011.

SALDANHA, T.; SAWAYA, A. C. H. F.; EBERLIN, M. N.; BRAGAGNOLO, N. HPLC Separation and determination of 12 cholesterol oxidation products in fish: comparative study of RI, UV and APCI-MS detectors. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 4107-4113, 2006.

SALDANHA, T.; BRAGAGNOLO, N. Effects of grilling on cholesterol oxide formation and fatty acids alterations in fish. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v. 30, n. 2, p. 385-390, abr.-jun. 2010.

SALONEN, J. T.; NYSSONEN, K.; SALONEN, R.; PORKKALA-SARATAHO, E.; TUOMAINEN, T. P.; DICZFALUZY, U.; BJÖRKHEM, I. Lipoprotein oxidation and progression of carotid atherosclerosis. **Circulation**, v. 95, p. 840-845, 1997 *apud* LINSEISEN, J.; WOLFRAM, G. Absorption of cholesterol oxidation products from ordinary foodstuff in humans. **Annals of Nutrition and Metabolism**, Basel, v. 42, p. 221-230, 1998.

SAMPAIO, G. R. **Ocorrência de óxidos de colesterol e análise do perfil lipídico em camarão salgado e seco**. 2004. 105 f. (Dissertação de mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SAMPAIO, G. R.; BASTOS, D. H. M.; SOARES, R. A. M.; QUEIROZ, Y. S.; TORRES, E. A. F. S. Fatty acids and cholesterol oxidation in salted and dried shrimp. **Food Chemistry**, Inglaterra, v. 95, p. 344-351, 2006.

SANTOS, M. C. F.; COELHO, P. A. Recrutamento pesqueiro de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) na plataforma continental dos Estados de Pernambuco, Alagoas e Sergipe – Brasil. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, Tamandaré, PE, v. 6, n.1, 1998.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, v. 77, n. 2/3, p. 187-194, 2002.

SCHNEIDER, F.; BASTOS, A. C.; PLÜMER, E. C. **Defumação em pescados e crustáceos**. Resposta Técnica produzida pelo Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas/SBRT, SENAI-RS, jul. 2006. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/pages/exemplos/sbrt3140.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2010.

SHAMSHAD, S. I.; KHER-UN-NISA, R. M.; ZUBERI, R.; QADRI, R. B. Shelf life of shrimp (*Penaeus merguensis*) stored at different temperatures. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 55, n. 5, p. 1201-1205, 1990.

SHOZEN, K.; OSHIMA, T.; USHIO, H.; KOIZUMI, C. Formation of cholesterol oxides in marine fish products induced by grilling. **Fisheries Sci.**, v. 61, n. 5, p. 817-821, 1995 *apud* MOURA, A. F. P.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J.; TENUTA-FILHO, A. Caracterização da fração lipídica de amostras comerciais de camarão-rosa. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 52, n. 2, p. 207-11, 2002.

SIGURGISLADOTTIR, S.; SIGURGISLADOTTIR, M. S.; TORRISSEN, O.; VALLET, J. L.; HAFSTEINSSON, H. Effects of different salting and smoking processes on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo solar*) fillets. **Food Research International**, v. 33, p. 847-855, 2000.

SILVA, A. F.; GODOY, L. C.; FRANCO, M. L. S.; ASSIS, M. F.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Avaliação sensorial e composição proximal de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* defumados. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 4, 2010.

SIMKO, P. Changes of benzo(a)pyrene contents in smoked fish during storage. **Food Chemistry**, Inglaterra, v. 40, n. 3, p. 293-300, 1991.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA (SBC). IV Diretrizes Brasileiras Sobre Dislipidemias e Diretriz de Prevenção da Aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, SP, v. 88, abr. 2007. Suppl I.

SOUZA, M. L. R.; BACCARIN, A. E.; VIEGAS, E. M. M.; KRONKA, S. N. Defumação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 27-36, 2004.

SZENTTAMÁSY, E. R.; BARBOSA, S. M. V. B.; OETTERER, M.; MORENO, I. A. M. Tecnologia do pescado de água doce: aproveitamento do pacu (*Piaractus*

mesopotamicus). **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 50, n. 2, p. 303-310, jun./set. 1993.

TAI, C. Y.; CHEN, Y. C.; CHEN, B. H. Analysis, formation and inhibition of cholesterol oxidation products in food: an overview (Part I). **J. Food Drug Analysis**, Nankang, v. 7, n. 4, p. 243-57, 1999.

TANCREDI, R. C. P. **Pescado na alimentação: aspectos nutricionais, tecnológicos e sanitários**. Boletim de Divulgação Técnica e Científica da Superintendência de controle de Zoonoses Vigilância e Fiscalização Sanitária, Rio de Janeiro, RJ, a. 4, n. 13, nov. 2002.

TENUTA-FILHO, A.; MORALES-AIZPURÚA, I. C.; MOURA, A. F. P.; KITAHARA, S. E. Óxidos de colesterol em alimentos. **Rev. Bras. Ciênc. Farm.**, v.39, n.3, p. 319-325, 2003.

TOMÉ, E.; KODAIRA, M.; MATSUNAGA, Y. Efect de las condiciones de procesamiento, contenido de grasa y grado de frescura de la materia prima em la calidad de filetes de bagre ahumados. **Food Science and Technology International**, Oxford, v. 5, n. 2, p. 167-176, 1999.

TURATTI, J. M.; GOMES, R. A. R.; ATHIÉ, I. **LIPÍDEOS: Aspectos funcionais e novas tendências**. Campinas-SP: ITAL, 2002.

UAUY, R.; MENA, P.; VALENZUELA, A. Essential fatty acids as determinants of lipids requirements in infants, children and adults. **European J. Clin. Nutrition**, v.53, n.1, p. 66-67, 1999.

ULBRICHT, T. L. V; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991.

USYDUS, Z.; SZLINDER-RICHERT, J.; POLAK-JUSZCZAK, L.; KOMAR, K.; ADAMCZYK, M.; MALESA-CIECWIERZ, M; RUCZYNSKA, W. Fish products available in Polish market – Assessment of the nutritive value and human exposure to dioxins and other contaminants. **Chemosphere**, n. 74, p. 1420–1428, 2009.

VENUGOPAL, V. Marine Products for Healthcare: Functional and Bioactive Nutraceutical Compounds from the Ocean. **Carotenoids**. CRC Press Print ISBN: 978-1-4200-5263-3. eBook ISBN: 978-1-4200-5264-0. DOI: 10.1201/9781420052640. cap. 7, p. 221-239, 2009.

VISENTAINER, J. V.; OLIVEIRA, P. C.; IKEGAKI, M.; PARK, Y. K. Concentração de ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosaexaenóico (DHA) em peixes marinhos da costa brasileira. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 20, n.1, abr. 2000.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids and human health. **Annales de Zootechnie**, v. 49, n. 3, p. 165-180, 2000.

A partir das análises de amostras *in natura* e defumada de camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862), verificou-se alterações na composição centesimal, valor calórico, perfil lipídico, conteúdo de colesterol livre e 7-cetocolesterol, em base úmida.

No que se refere ao colesterol, os valores encontrados, em base úmida, demonstram que o consumo deste pescado processado não deve ser recomendado para pacientes que apresentam hipercolesterolemia. Porém, foi verificado efeito negativo da defumação sobre a formação dos óxidos de colesterol identificados (7-ceto, 7 α -OH e 7 β -OH), em base seca.

Apesar das alterações ocorridas, os índices de qualidade nutricional dos lipídeos, n-6/n-3, P/S, H/H, IA e IT, demonstraram-se favoráveis quanto ao consumo alimentar do camarão defumado.

Recomenda-se um consumo moderado deste alimento, pois, apesar da redução considerável dos ácidos graxos poli-insaturados após a defumação, em base seca, nota-se a presença dos mesmos em quantidade considerável, podendo ainda contribuir favoravelmente para a relação n-6/n-3 diária, a depender dos demais componentes da dieta, sendo ainda fonte de proteínas de alto valor biológico.

BRANCO, J. O. Biologia e pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 1050-1062, dez. 2005.

BRESSAN, M. C.; ODA, S. H. I.; FARIA, P. B.; RODRIGUES, G. H.; MIGUEL, G. Z.; VIEIRA, J. O.; MARTINS, F. M. **Produtos cárneos curados e defumados: mais sabor e maior valor agregado. Boletim de extensão.** Lavras: Ed. UFLA, 2001. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_76.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2010.

MOURA, A. F. P.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J.; TENUTA-FILHO, A. Caracterização da fração lipídica de amostras comerciais de camarão-rosa. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 52, n. 2, p. 207-11, 2002.

PEDROSA, L. F. C.; COZZOLINO, S. M. F. Composição centesimal e de minerais de mariscos crus e cozidos da cidade de Natal/RN. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v. 21, n. 2, p. 154-157, maio/ago. 2001.

SANTOS M. C. F.; COELHO P. A. Recrutamento pesqueiro de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) na plataforma continental dos Estados de Pernambuco, Alagoas e Sergipe – Brasil. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, Tamandaré, PE, v. 6, n.1, 1998.

SANTOS, L. D.; ZARA, R. F.; VISENTAINER, J. V.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; FRANCO, M. L. R. S. Avaliação sensorial e rendimento de filés defumados de tilápia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757) na presença de alecrim (*Rosmarinus officinalis*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 31, n. 2, mar./abr. 2007.

SCHNEIDER, F.; BASTOS, A. C.; PLÜMER, E. C. **Defumação em pescados e crustáceos.** Resposta Técnica produzida pelo Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas/SBRT, SENAI-RS, jul. 2006. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/pages/exemplos/sbrt3140.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2010.

SIGURGISLADOTTIR, S.; SIGURGISLADOTTIR, M. S.; TORRISSEN, O.; VALLET, J. L.; HAFSTEINSSON, H. Effects of different salting and smoking processes on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo solar*) fillets. **Food Research International**, v. 33, p. 847-855, 2000.

SIMKO, P. Changes of benzo(a)pyrene contents in smoked fish during storage. **Food Chemistry**, Inglaterra, v. 40, n. 3, p. 293-300, 1991.

SOUZA, M. L. R.; BACCARIN, A. E.; VIEGAS, E. M. M.; KRONKA, S. N. Defumação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 27-36, 2004.