

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

**INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NO VALOR NUTRICIONAL DE
OSTRAS (*Crassostrea rhizophorae*) CULTIVADAS NA BARRA
DE SÃO MIGUEL-AL**

JADNA CILENE MOREIRA PASCOAL

**MACEIÓ
2008**

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

**INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NO VALOR NUTRICIONAL DE
OSTRAS (*Crassostrea rhizophorae*) CULTIVADAS NA BARRA
DE SÃO MIGUEL-AL**

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

Orientador: Profa. Dra. Giselda Macena Lira

**MACEIÓ
2008**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
MESTRADO EM NUTRIÇÃO

Membros da comissão julgadora da Dissertação de Mestrado de Jadna Cilene Moreira Pascoal, apresentada à Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Alagoas, em ____/____/____.

Comissão:

Dra. Giselda Macena Lira (Orientadora)

Titular

Titular

Suplente

Suplente

MACEIÓ
2008

Dedico ao meu Deus, pela tranqüilidade e força a mim ofertadas durante essa luta.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Giselda Macena Lira, pela orientação, paciência, competência e incondicional apoio técnico que nortearam essa minha conquista profissional. À professora dedicada e responsável, meu especial agradecimento, inclusive pelo seu incomensurável apoio na revisão deste trabalho, sem o qual, certamente não teríamos um material com este nível de qualidade.

Ao Sr. Manoel Messias dos Santos, diretor do Instituto do Meio Ambiente (IMA) e a Sr^a. Regina Lúcia Pinheiro de Carvalho, gerente do IMA, pelo carinho e prestreza com que realizaram as análises da água da lagoa.

À Profa. Dra. Ana Maria Queijeiro López do Instituto de Química e Biotecnologia - UFAL, pela construção dos resumos em inglês.

À Profa. Élica Amara Cecília Guedes do ICBS-UFAL e à bióloga Aline Dué, pelas orientações valiosas no início deste trabalho.

Às Bolsistas de Iniciação Científica Meiryellen Correia, Caterine Cristine de Vasconcelo Quintiliano Cabral, Tatiana Maria Palmeira dos Santos, Sarah Janaína Gurgel Bechtlinger Simon e Kelly Walkyria Barros da Silva, pelo apoio na execução das análises.

À Profa. Dra. Elizabeth Aparecida Ferraz da Silva Torres e às Dras. Rosana Aparecida Manólio Soares e Simone Mendonça, do Departamento de Nutrição, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, pelo apoio na injeção das amostras de ácidos graxos no cromatógrafo gasoso e amostras de colesterol e óxidos, no cromatógrafo líquido daquele setor.

À minha adorável família, em especial à minha querida mãe e ao meu amado esposo, pelo incansável esforço e ajuda em todas as etapas da realização deste trabalho.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a execução desta dissertação.

RESUMO GERAL

O pescado é considerado um alimento de grande importância nutricional. No entanto, vários fatores intrínsecos e extrínsecos influenciam a composição química de uma espécie de pescado, a sazonalidade é uma das variáveis que influenciam a composição centesimal e especialmente o perfil lipídico do pescado principalmente no que concerne a ácidos graxos e colesterol. Neste trabalho, foram revisados aspectos importantes envolvendo as diferenças nos teores de lipídeos totais, ácidos graxos e colesterol em função de flutuações sazonais em várias espécies de pescado. Foi avaliada ainda, considerando a escassez de dados na literatura científica sobre este alimento regional, a influência da sazonalidade no valor nutricional de ostras de mangue (*Crassostrea rhizophorae*) cultivadas na cidade da Barra de São Miguel-AL, sendo determinados na sua forma *in natura* durante o verão e inverno a composição centesimal, valor calórico, perfil de ácidos graxos, colesterol e óxidos de colesterol além do índice de qualidade nutricional dos lipídeos. Os resultados obtidos para ostras coletadas durante o verão e inverno, respectivamente, de umidade (82,52% e 82,83%), proteínas (11,05% e 12,89%), carboidratos (2,05% e 0,57%), cinzas (1,69% e 1,50%), lipídeos (2,69% e 2,50%), calorias (76,61 Kcal/100g e 76,34 Kcal/100g), ácidos graxos (poliinsaturados 34,21% e 41,93%, ômega-3 29,05% e 37,16%), colesterol (48,99 mg/100g e 54,43 mg/100g) e óxidos de colesterol (7-cetocolesterol 2,3 µg/g e 9,2 µg/g), permitiram concluir que a variação sazonal influenciou o valor nutritivo das ostras, onde as que foram coletadas durante o inverno apresentaram vantagens no aspecto nutricional devido aos mais elevados teores protéicos e de EPA+DHA assim como menores teores lipídicos totais e de ácidos graxos saturados. Estes resultados poderão contribuir para uma maior difusão do consumo de ostras.

Palavras-chave: sazonalidade, ostras de mangue, *Crassostrea rhizophorae*, composição centesimal, ácidos graxos, colesterol, óxidos de colesterol.

FULL ABSTRACT

Shellfish is considered to be a food of great nutritional importance. However, various intrinsic and extrinsic factors influence the chemical composition of a species of shellfish. Seasonal variability is one of the variables that influence the proximate composition and, especially, the lipid profile of the shellfish principally when it concerns the fatty acids and cholesterol. In this work, important aspects were reviewed involving differences in the levels of total lipids, fatty acids and cholesterol as a function of the seasonal fluctuations of various species of shellfish. Considering the scarcity of data in scientific literature on regional food, the influence of seasonal variation on the nutritional value was evaluated of the mangrove oysters (*Crassostrea rhizophorae*) cultivated at Barra de São Miguel, Alagoas, Brazil. In its natural form, during summer and winter, the proximate composition, calorific value, fatty acid profile, cholesterol and cholesterol oxides as well as the nutritional quality index of the lipids were determined. The results obtained from the oysters collected during summer and winter respectively were: moisture (82.52% and 82.83%), proteins (11.05% and 12.89%), carbohydrates (2.05% e 0.57%), ash (1.69% and 1.50%), lipids (2.69% and 2.50%), calories (76.61 Kcal/100g and 76.34 Kcal/100g), fatty acids (polyunsaturated 34.21% and 41.93%, omega-3 29.05% and 37.16%), cholesterol (48.99 mg/100g and 54.43 mg/100g) and cholesterol oxides (7-ketocholesterol 2.3 µg/g and 9.2 µg/g), allowing us to conclude that seasonal variation influences the nutritional value of the oysters, as those collected during winter had advantages in terms of nutrition due to elevated levels of protein and of EPA and DHA omega-3 fatty acids and lower total lipid and saturated fatty acid levels. These results could contribute to a greater dissemination of the consumption of the oysters.

Key words: seasonal variation, mangrove oysters, *Crassostrea rhizophorae*, proximal composition, fatty acids, cholesterol, cholesterol oxides.

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1	Valores de pH, salinidade e temperatura da água da lagoa do Roteiro onde as ostras de mangue (<i>Crassostrea rhizophorae</i>) foram cultivadas	42
Tabela 2	Composição centesimal e valor calórico de ostras de mangue (<i>Crassostrea rhizophorae</i>) coletadas durante o verão e inverno	43
Tabela 3	Perfil de ácidos graxos (%) das ostras de mangue (<i>Crassostrea rhizophorae</i>) cultivadas durante o verão e inverno na Barra de São Miguel	48
Tabela 4	Índices de qualidade nutricional da fração lipídica das ostras de mangue (<i>Crassostrea rhizophorae</i>) da Barra de São Miguel cultivadas durante o verão e inverno	54
Tabela 5	Teor de colesterol e óxidos de colesterol (7-alfa, 7-ceto e 7-beta) das ostras de mangue (<i>Crassostrea rhizophorae</i>) coletadas durante o verão e inverno	55

LISTA DE ABREVIATURAS

AGPI	-ácido graxo poliinsaturado
LDL	-lipoproteína de baixa densidade
VLDL	-lipoproteína de muito baixa densidade
HDL	-lipoproteína de alta densidade
EPA	-ácido eicosapentaenóico
DHA	-ácido docosahexaenóico
LH	-hormônio luteinizante
TSH	-hormônio tireoestimulante
FAO	-Food and Agricultural Organization
CELMM	-Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba
BNB	-Banco do Nordeste do Brasil
IPTEC	-Instituto de Pesquisas Tecnológicas Espaciais
OsC	-óxidos de colesterol
HH	-hipocolesterolêmico/hipercolesterolêmico
IA	-índice de aterogenicidade
IT	-índice de trombogenicidade
7-Ceto	-7-cetocolesterol
7α-OH	-7 α -hidroxicolesterol
7β-OH	-7 β -hidroxicolesterol
CLAE	-cromatografia líquida de alta eficiência
CG	-cromatografia gasosa
NCEP	-National Cholesterol Education Program

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	12
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NO PERFIL LIPÍDICO DE PESCADO	14
Resumo	15
Abstract	15
Introdução	16
Lipídeos Totais	17
Colesterol	20
Ácidos Graxos	23
Considerações Finais	27
Referências	28
INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NO VALOR NUTRICIONAL DE OSTRAS (<i>Crassostrea rhizophorae</i>) DA CIDADE DE BARRA DE SÃO MIGUEL-AL	33
Resumo	34
Abstract	34
Introdução	35
Material e Métodos	37
Amostragem	37
Preparo da amostra	38
Determinações analíticas	38
Análises da água da Lagoa	38
Composição Centesimal	38
Valor calórico	39
Perfil de ácidos graxos	39
Colesterol e óxidos de colesterol livres: 7-Ceto, 7 α -OH e 7 β -OH	40
Planejamento e análise estatística	41
Índice da Qualidade Nutricional (IQN) dos lipídeos	41
Resultados e Discussão	41
Conclusões	57

REFERÊNCIAS

65

ANEXOS

INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO GERAL

O pescado representa uma fonte de diversos componentes com significativo valor nutricional, como proteínas e minerais, além de ser a maior reserva de ácidos graxos poliinsaturados, especialmente da série ômega-3 (n-3), aos quais são atribuídos numerosos benefícios à saúde humana (Badolato *et al.*, 1994; Celik; Diler; Küçükgülmez, 2005; Vila Nova *et al.*, 2005).

O termo “pescado” abrange animais de água doce ou salgada que servem à alimentação humana. Esta denominação genérica compreende os peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, quelônios e mamíferos (Brasil, 1997).

O cultivo de moluscos bivalves (ostras e mexilhões) é, além de uma fonte alternativa de alimentos, uma opção interessante para a subsistência das populações costeiras (Barardi *et al.*, 2001).

Em Alagoas, a ostreicultura é uma atividade que pode ser bem distribuída pelo litoral, já que possui uma costa de 230 Km de águas quentes e com pequenas variações de amplitude na oscilação da temperatura do ar e da água ao longo do ano (Silva, 2006).

A produção de ostras nativas (*Crassostrea rhizophorae*) vem sendo realizada em Alagoas, tendo o Município da Barra de São Miguel como o maior produtor desta espécie em água doce.

No entanto, a literatura não apresenta dados sobre os principais constituintes químicos (proteína, lipídeo, cinzas, colesterol, etc.) destas ostras, bem como as possíveis variações em função da sazonalidade.

Levando-se em consideração que o Brasil apresenta um dos mais baixos índices de consumo de pescado per capita, bem abaixo da média mundial (Bonacina e Queiroz, 2007), sente-se a necessidade de conhecer o valor nutricional das ostras cultivadas na Barra de São Miguel e a influência que este alimento pode sofrer em função da sazonalidade.

Desta forma, as informações obtidas poderão conduzir a um maior consumo e contribuirão na obtenção de dados que possam ser utilizados em tabelas de composição de alimentos regionais/nacionais, além de proporcionar

uma alternativa para as indústrias pesqueiras no sentido de um aproveitamento tecnológico para este alimento, agregando valor ao produto com melhoria de renda dos pescadores artesanais.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NO PERFIL LIPÍDICO DE
PESCADO

INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NO PERFIL LIPÍDICO DE PESCADO

Resumo

A investigação dos componentes químicos, no que se refere ao perfil lipídico de pescado, tem sido objeto de estudo da comunidade científica mundial visto estar relacionado diretamente à saúde humana. O conhecimento do teor em lipídeos totais, ácidos graxos, colesterol e óxidos de colesterol é de suma importância, pois atualmente o consumo de pescado tem sido bastante incentivado. Tem sido evidenciado que existe uma variabilidade na quantidade e qualidade dos constituintes lipídicos de pescado em função da sazonalidade. Merecem esta especial atenção nutrientes tais como os ácidos graxos das séries ômega 3 e ômega 6, que possuem propriedades funcionais ao serem consumidos na proporção adequada, assim como o colesterol por possuir ações estruturais e estar envolvido na incidência de doenças cardiovasculares ao ser consumido em concentrações acima do recomendado. Assim, tal conhecimento fornecerá informações seguras de caráter dietético para o estabelecimento de hábitos alimentares saudáveis ao se estimular o consumo de pescado pela população.

Palavras-chave: sazonalidade, pescado, lipídeos totais, colesterol, óxidos de colesterol, ácidos graxos.

Abstract

The investigation of chemical components, with regard to the lipid profile of fish, has been the object of study of the scientific community, since they are directly related to human health. The knowledge of the content of total lipids, fatty acids, cholesterol and cholesterol oxides is extremely important, because currently the consumption of fish has been very encouraged. It has been shown that there is a variability in quality and quantity of lipid constituents of fish depending on the seasonality. Nutrients such as the acid graxos of the series ômega 3 and ômega

6, that own functional properties to when being consumed in the adequate proportion, as well as the cholesterol own structural actions and to be involved in the incidence of cardiovascular diseases when being consumed in concentrations above of the recommended. Thus, this knowledge will provide secure information from dietary character for the establishment of healthy eating habits to stimulate the consumption of fish by the population.

Key words: seasonality, fish, total lipids, cholesterol, oxides of cholesterol, fatty acids.

Introdução

Os lipídeos, devido às suas propriedades físicas, químicas e fisiológicas têm se revelado, especialmente nos últimos anos, compostos cada vez mais importantes na nutrição humana e animal (Ramirez *et al.* 2001).

O Brasil possui uma diversidade muito grande de espécies de pescado, mas o aproveitamento pesqueiro é pequeno. Novas técnicas de cultivo estão sendo introduzidas e, de uma maneira geral ainda há uma carência de dados sobre a composição de algumas espécies (Vila Nova *et al.* 2005).

São vários os fatores que determinam a composição química de uma espécie de pescado, a qual pode variar entre diferentes espécies e entre indivíduos de mesma espécie. Dentre estes, destacam-se: alimentação, genética, sexo, época de desova, local de captura, idade e estação do ano. Em relação aos moluscos, como não são livres para migrar, estão à mercê dos alimentos que os rodeiam e o conteúdo de gordura, colesterol e composição de ácidos graxos é marcadamente dependente da estação do ano (Krzynowec, 1996). Segundo Moreira *et al.* (2001) e Freitas *et al.* (2002) a influência da estação do ano afeta diretamente a disponibilidade de alimentos para os peixes, e tem sido objeto de estudos nos últimos anos.

A investigação da composição química, particularmente com relação a perfil de ácidos graxos e colesterol em pescado, tem sido estudada pela comunidade científica mundial, por estar relacionada diretamente à saúde humana. Vários

estudos têm demonstrado que os lipídeos provenientes de pescado são uma fonte rica em ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) especialmente aqueles da família ômega-3, sendo encontrados em concentrações mais expressivas em peixes e animais marinhos, principalmente os de regiões frias (Ramirez *et al.* 2001; Vila Nova *et al.* 2005).

Os ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3 e ômega-6 são precursores na biossíntese de eicosanóides (prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos) que exercem importantes efeitos benéficos no corpo humano (Moreira *et al.* 2001). Estes benefícios têm estimulado o consumo de pescado, tanto de água doce como salgada (Justi *et al.* 2003).

Como uma forma de incentivar o aumento do consumo de pescado, é necessário conhecer os benefícios que este tipo de alimento oferece e de como sua composição química pode variar em relação a sazonalidade, introduzindo-o com maior frequência na dieta diária alimentar.

Esta revisão, portanto, reúne os dados até então existentes na literatura científica quanto à influência da sazonalidade sobre o perfil lipídico de pescado, a fim de proporcionar informações nutricionais seguras.

Lipídeos Totais

Os lipídeos dietéticos, além de fornecerem energia para as células, constituem a maior reserva energética corporal para crianças e recém-nascidos. Eles são componentes estruturais de todos os tecidos e são indispensáveis para a síntese das membranas celulares (Uauy e Castillo, 2003).

Segundo Pigott e Tucker (1990), uma forma de classificar o pescado quanto ao seu teor de gordura está baseada na seguinte relação: a) menor que 2% de teor lipídico: corresponde a um pescado de baixo conteúdo de gordura; b) teor entre 2,5 e 4%: é um pescado com teor moderado de gordura; c) maior que 5%, é considerado um pescado com alto teor de gordura.

A composição dos lipídios nos tecidos dos peixes pode ser afetada pela dieta e por outros fatores ambientais, tais como salinidade, localização geográfica (Venugopal, 1996) e estação do ano (Freitas *et al.*, 2002).

King *et al.* (1990) verificaram que os teores de lipídeos não foram afetados pela estação do ano em camarão *Pandalus borealis* e *Pandalus jordani*. Da mesma forma, estudo realizado por Linehan *et al.* (1999) demonstrou que a concentração de lipídeos totais em ostras do Pacífico (*C. gigas*) cultivadas na Irlanda nas quatro estações do ano, permaneceu relativamente constante (primavera 8,0%; outono 8,2%; inverno 8,2% e verão 8,3%).

Badolato *et al.* (1994) ao analisarem cinco espécies de peixes marinhos: corvina (*Microcopogon furnieri*), goete (*Cynoscion petranus*), peixe-porco (*Balistes carolinensis*), sardinha verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) e tainha (*Mugil spp*), durante as quatro estações do ano, verificaram que os valores encontrados estiveram compreendidos na faixa de 0,5 a 5,9%, estando de acordo com o previsto para a fração comestível em todas as espécies estudadas. A sardinha-verdadeira foi a espécie que apresentou o maior conteúdo lipídico durante o inverno (3,4%), ressaltando-se que apenas os filés e polpas da citada espécie experimentaram uma variação no teor de lipídeos em função da estação do ano.

A determinação dos teores de lipídeos totais em tecidos musculares de seis espécies de peixes da região pantaneira do Estado de Mato Grosso do Sul, foi realizada por Hiane *et al.* (2002), sendo detectado que a Piraputanga (*Brycon orbignyianus*) (6,7g/100g) e o Dourado (*Salminus maxillosus*) (4,6g/100g) apresentaram teores mais elevados que as demais espécies estudadas na região. Segundo os autores, tal fato pode ser devido à estação do ano em que as amostras foram capturadas, o tamanho dos peixes e o tipo de alimentação disponível no seu habitat.

Luzia *et al.* (2003), analisando o teor lipídico de cinco espécies de pescado como a sardinha (*Sardinella spp*), corvina (*Micropopogonias furnieri*), curimbatá (*Prochilodus spp*), camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) e tilápia (*Oreochomis spp*), adquiridos no mercado público de São Paulo durante o inverno e o verão, verificaram que os teores de lipídeos totais para as espécies sardinha, tilápia e curimbatá não apresentaram diferença estatisticamente significativa nas duas estações, enquanto que para o camarão-sete-barbas, a diferença entre os valores encontrados no inverno (1,17%) e no verão (0,94%) foi significativa ($p < 0,05$), e os teores de lipídeos decresceram no verão. Na corvina também foi

detectado diferença significativa ($p < 0,05$) entre os percentuais obtidos no verão (0,60%) e no inverno (3,29%).

Martino e Cruz (2004), estudando a composição química de ostras (*Crassostrea rhizophorae*) cultivadas na Barra de Guaratiba-RJ, durante as quatro estações do ano, verificaram que o teor de lipídeos totais deste molusco não sofreu variação estatisticamente significativa ao longo do período do estudo, sendo que os valores variaram de 1,5% a 2,0%.

Estudo realizado por Tramonte *et al.* (2005) detectou o teor lipídico de ostras (*Crassostrea gigas* e *Crassostrea rhizophorae*) *in natura* e cozidas coletadas no cultivo experimental da Universidade Federal de Santa Catarina e analisadas durante a primavera e o verão. Os resultados demonstraram que, na primavera, os teores de lipídeos totais obtidos para *C. gigas*, *in natura* e cozida, foram respectivamente de 3,27% e 4,21%. No mesmo período, as amostras de *C. rhizophorae*, *in natura* e cozida, apresentaram percentuais correspondentes a 2,37% e 2,69%, respectivamente. Estes valores foram significativamente superiores ($p < 0,05$) aos encontrados no verão, onde a espécie *C. gigas in natura* e cozida apresentou respectivamente 2,11% e 2,93%, e a espécie *C. rhizophorae in natura* e cozida apresentou teores de lipídeos totais que corresponderam a 1,10% e 2,43%, respectivamente.

Ngo *et al.* (2005), ao estudarem a influência da variação sazonal sobre o teor de lipídeos totais em tecidos de ostras (*C. gigas*) do oceano Pacífico, verificaram que houve um pico destes compostos durante o inverno para ostras cultivadas em águas profundas (24,7%, base seca) e para ostras cultivadas em superfície (31,9%, base seca).

Ao estudar o perfil metabólico de crustáceos (*Aegla platensis*) submetidos a dietas ricas em carboidratos e proteínas, Ferreira *et al.* (2005) verificaram variações sazonais nos níveis de lipídeos totais e triglicerídeos em machos e fêmeas da referida espécie. Segundo os autores, os meses de verão apresentaram os mais altos níveis com diferença significativa ($p < 0,05$) destes parâmetros em diferentes tecidos (hemolinfa, hepatopâncreas, brânquias e músculo). As estações do ano (inverno e verão) nas quais os experimentos foram desenvolvidos também levaram a respostas diferenciais nas concentrações de

glicogênio no tecido muscular. Tais resultados parecem estar sincronizados com o período reprodutivo da espécie, com sua demanda energética, com a qualidade e demanda de alimento assim como um padrão de sazonalidade do ambiente natural.

Bastos *et al.* (2006) analisaram durante o inverno, o teor de lipídeos totais em pele e músculo de duas espécies de peixes (*Balistes capriscus* e *Menticirrhus litoralis*) da Região Sul do Brasil, sendo verificado que os níveis de lipídeos detectados permitiu classificá-los como pescado com baixo teor de gordura (abaixo de 5%), com exceção da pele do *Menticirrhus litoralis* (7%). Segundo os autores, amostras destas espécies coletadas em outras estações do ano apresentaram valores semelhantes.

Pesquisa realizada por Furlan *et al.* (2007), analisou a composição química de mexilhões (*Perna perna*) durante o verão, sendo verificado que o teor lipídico não sofreu grandes oscilações, apresentando valores entre 0,61 e 1,66 g/100g. Segundo Ackman (1999) o conteúdo lipídico de mariscos pode estar no intervalo de 1 a 2 g/100g e uma razão básica apontada pelo autor é que os bivalves armazenam seus excedentes ou reservas de energia na forma de glicogênio e não de gordura.

Colesterol

O colesterol representa um lipídeo muito importante na alimentação. Diferente dos triglicerídeos, não apresenta ácidos graxos (insaponificável) e é o mais importante e abundante dos esteróis. Desempenha funções estruturais e funcionais nas membranas celulares, porém, numerosos estudos epidemiológicos têm demonstrado a relação existente entre níveis altos de colesterol no sangue e a incidência de enfermidades cardiovasculares (Mahan e Escott-Stump, 2005; Brandão *et al.* 2005).

Este tipo de lipídeo pode ser encontrado no plasma sanguíneo na forma livre (menor proporção) ou esterificada. Neste último caso, ele pode ser encontrado no organismo como lipoproteína de baixa densidade (LDL), lipoproteína de alta densidade (HDL), ou lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL). O HDL é a

forma na qual o colesterol é encaminhado para eliminação através da bile. Já o colesterol LDL e o VLDL são formas que ficarão retidas no organismo e levarão à deposição do colesterol nas paredes dos vasos sanguíneos gerando, com o tempo, uma diminuição do diâmetro interno desses vasos, o que vai acarretar problemas cardiovasculares (Duarte *et al.* 2005).

A associação entre as concentrações séricas elevadas de colesterol e o risco de doença coronariana levaram a restrições dietéticas de alimentos ricos em colesterol. Contudo, os níveis de colesterol sérico são homeostaticamente controlados e as respostas individuais ao colesterol da dieta são muito variáveis (Mahan e Escott-Stump, 2005).

Para manter o colesterol sanguíneo em baixos níveis, a dieta deve ser pobre em colesterol, em gorduras e em ácidos graxos saturados. Atualmente, o pescado tem sido apontado como componente importante na dieta alimentar por sua riqueza de nutrientes, alto teor protéico, lipídeos de excelente qualidade e baixo teor de colesterol (Vila Nova *et al.* 2005). No entanto, dados nacionais sobre colesterol de peixes e crustáceos são escassos, principalmente de espécies de água doce (Hiane *et al.* 2002).

Estudos vêm demonstrando que existe uma variabilidade nas taxas de colesterol em pescado, e esta tem sido atribuída à espécie do pescado analisada, às variações sazonais, tipo de alimentação, local de origem e também às diferentes metodologias utilizadas na quantificação deste componente (Bragagnolo e Rodriguez-Amaya, 1995).

Segundo Visentainer *et al.* (2001), a influência da variação do volume de água e a estação do ano afetam diretamente a composição química do pescado e tem sido objeto de várias pesquisas ao longo dos anos.

Thompson (1964) observou que não houve influência da sazonalidade no teor de colesterol (156 e 157 mg/100g) em camarão *Penaeus aztecus* e *Penaeus setiferus*. Na mesma linha de pesquisa, King *et al.* (1990) verificaram que os teores de colesterol não foram afetados pela estação do ano em camarão *Pandalus borealis* e *Pandalus jordani*, embora no inverno os teores verificados tenham sido significativamente maior que no verão.

Gordon (1982) encontrou variações nos níveis de colesterol em ostras examinadas durante nove meses, onde os menores níveis foram encontrados em amostras coletadas em fevereiro (inverno no hemisfério norte). Do mesmo modo, a influência da sazonalidade foi detectada por Miranda e Santos (1999) na composição de mariscos procedentes da Baía de Todos os Santos.

Nettleton *et al.* (1990) encontraram em bagres cultivados durante as quatro estações do ano, resultados que variaram de 19,8 a 39,4 mg/100g.

Outro dado importante é a composição da dieta do pescado, e Moreira *et al.* (2001) detectaram em salmões cultivados e alimentados durante o inverno, um grupo deles com ração comercial e outro grupo somente com arenque (*Clupea harengus*), teores de colesterol variando entre 12 a 22 mg/100g, respectivamente. Em função dos resultados obtidos, os pesquisadores concluíram que mudanças na estação do ano e na temperatura parecem ter maior influência no teor de colesterol que a dieta propriamente dita (Kennish *et al.* 1992).

Lira *et al.* (2002), ao avaliar os teores de colesterol em maçunim (*Anomalocardia brasiliiana*) cru e cozido proveniente da lagoa Mundaú em Maceió-AL, observaram a influência do período de coleta nos resultados analíticos de colesterol. Estes autores também constataram variabilidade sazonal em amostras de sururu (*Mytella falcata*) analisadas durante nove meses.

Estudo realizado por Luzia *et al.* (2003) comparou o teor de colesterol em cinco espécies de pescado adquiridos no mercado público do São Paulo durante o verão e inverno, as análises estatísticas não demonstraram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os resultados obtidos para sardinha (72,55 e 86,43 mg/100g), corvina (71,62 e 82,98 mg/100g), tilápia (66,79 e 71,37 mg/100g) e camarão-sete-barbas (165,38 e 164,82 mg/100g), respectivamente. Apenas o curimatá apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) no verão e inverno (92,03 e 73,39 mg/100g).

Já em estudo realizado por Vila Nova *et al.* (2005), o teor de colesterol verificado no peixe pargo durante o inverno, apresentou um valor bem abaixo da faixa citada pela literatura (12,75 mg/100g).

A variação sazonal no teor de colesterol e lipídeos insaponificáveis em moluscos (*C. gallina*) proveniente do mar Adriático foi analisada por Orban *et al.*

(2006), o colesterol foi o esteroide prevalente em todas as estações estudadas (inverno e verão) e seus níveis variaram, sem diferença estatística significativa, entre 28,3 mg/100g a 34,2 mg/100g durante o ano.

Ácidos Graxos

A composição de ácidos graxos em alimentos é de grande importância, principalmente os poliinsaturados das famílias ômega 3 e ômega 6. Estes têm sido alvo de inúmeros estudos nas últimas décadas, os quais esclareceram muitas das suas funções no organismo humano e as reações envolvidas na sua formação a partir dos ácidos linoléico e alfa-linolênico (Martin *et al.* 2006). Esses estudos, também têm detectado a importância da ingestão dos ácidos graxos poliinsaturados na fase gestacional, nos primeiros meses após o nascimento, na terceira idade e em diversas doenças, principalmente degenerativas (Martin *et al.* 2006).

Os ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), são obtidos por meio da dieta ou produzidos pelo organismo a partir dos ácidos linoléico e alfa-linolênico, pela ação de enzimas alongase e dessaturase. A família ômega 3, compreende o ácido graxo essencial alfa-linolênico (C18:3 n-3), do qual, por alongamento e dessaturação, são gerados os ácidos eicosapentaenóico (EPA C20:5 n-3) e docosahexaenóico (DHA C22:6 n-3) (Curi *et al.* 2002). A família ômega 6 compreende o ácido graxo essencial linoléico, que pode originar o ácido araquidônico (Vaz *et al.* 2006).

Nos últimos anos, tem havido grande interesse por parte da comunidade científica, pelos ácidos graxos poliinsaturados ômega 3, principalmente EPA e DHA, encontrados em peixes e óleos de peixes. A base desse interesse pela ingestão dietética desses ácidos, vem de estudos populacionais e epidemiológicos, os quais mostraram que o consumo de peixe está associado a diminuição dos coeficientes de morbimortalidade pelas doenças cardiovasculares (Harris e Schacky, 2004).

Benefícios nutricionais e medicinais do EPA e DHA têm sido discutidos em muitos artigos e conferências. Entre os efeitos fisiológicos nos humanos estão,

além da prevenção e tratamento de doenças como asma, artrite, psoríase, vários tipos de câncer e inflamações em geral. Dessa forma, o consumo de pescado, de óleos de peixes e de concentrados de ácidos graxos, tem sido recomendado na alimentação humana (Druzian *et al.* 2007).

Conforme Mahan e Escott-Stumpf (2005) o EPA e o DHA são precursores de prostaglandinas, tromboxanos e prostaciclina, grupo de componentes semelhantes ao hormônio luteinizante (LH) e tireoestimulante (TSH) que participam na regulação da pressão sanguínea, frequência cardíaca, dilatação vascular, coagulação sanguínea, lipólise, resposta imunológica e sistema nervoso central.

É importante levar em consideração a variabilidade na composição e no teor de n-3 depositado no pescado pois depende do plâncton do qual se alimenta, do clima, da sazonalidade, das características individuais da espécie, influência do habitat, dentre outros (Visentainer *et al.* 2003; Garófolo e Petrilli, 2006).

Segundo Inhamuns (2001), as flutuações sazonais influenciam no conteúdo de lipídeos e na composição dos ácidos graxos, havendo variações em pescado marinho e de água doce tropical e temperada, de acordo com a época do ano.

A composição em ácidos graxos de cinco espécies de peixes marinhos adquiridos no mercado público de São Paulo foi estudada por Badolato *et al.* (1994), nas quatro estações do ano, e estes constataram que, de uma maneira geral, não houve variação significativa na composição dos ácidos graxos nos filés e nas polpas. O percentual de ácidos graxos variou durante o estudo em cada espécie analisada, entretanto, não foi observado um comportamento padrão para cada estação. Os autores ainda observaram que, numa mesma espécie de peixe, o perfil de ácidos graxos pode sofrer grandes variações que dependerão principalmente da disponibilidade de alimentos, a qual pode ser diferente ano após ano na mesma estação. Na sardinha foram detectados valores de EPA+DHA correspondentes a 33,3% e 31,5%, no verão e no inverno, respectivamente

A variação sazonal no perfil de ácidos graxos de ostras irlandesas (*C.gigas*) foi avaliada por Linehan *et al.* (1999), sendo constatado que permaneceram

relativamente constantes durante os treze meses de estudo, com altas concentrações de n-3 e baixas concentrações de ácidos graxos saturados.

A composição em ácidos graxos de cinco espécies de pescado foram estudadas durante o inverno e o verão por Luzia *et al.* 2003. O camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) foi a única espécie influenciada pela sazonalidade, apresentando um maior conteúdo de ácidos graxos saturados durante o verão (54,99%) em relação ao inverno (51,91%). Os ácidos graxos poliinsaturados apresentaram valores de 45,01% e 48,09% para o verão e inverno, respectivamente. A somatória dos valores de EPA+DHA, nesta espécie totalizou 12,49% no verão e 13,38% no inverno.

Estudo realizado por Martino e Cruz (2004) verificou a influência da sazonalidade sobre o perfil de ácidos graxos de ostras de mangue (*C. rhizophorae*) cultivadas na Barra de Guaratiba-RJ, sendo demonstrado que houve diferença significativa na composição dos ácidos graxos. A soma dos ácidos graxos saturados (17,1%) foi significativamente menor ($p < 0,05$) durante o inverno. Os ácidos graxos monoinsaturados foram os menos detectados, e apresentaram valores mais baixos durante a primavera, em relação às demais estações. A soma dos ácidos graxos poliinsaturados foi menor durante o outono, enquanto o maior teor de n-3 foi encontrado no verão. Quanto ao somatório EPA+DHA, o menor valor foi encontrado no verão (7,1%) e o maior na primavera (16,2%).

Oliveira *et al.* (2006) analisando a variação sazonal no perfil de ácidos graxos de ostras (*C. gigas*) cultivadas no Alasca, verificaram que houve variação sazonal na distribuição das classes de ácidos graxos durante o ano. O percentual de ácidos graxos saturados apresentou um declínio durante o mês de setembro e esta diminuição também foi observada no mesmo mês por Linehan *et al.* (1999) em ostras (*C. gigas*) coletadas na Irlanda. O percentual de ácidos graxos poliinsaturados demonstrou um leve declínio entre agosto e setembro. Os ácidos graxos monoinsaturados estiveram relativamente constantes durante todo o ano, variando de 17,6% em janeiro para um total de 22,4% em outubro (Oliveira *et al.* 2006).

Em ostras cultivadas no Alasca, os ácidos graxos n-6 obtiveram um nível mais elevado em março, enquanto a razão n-3/n-6 obteve uma elevação em junho (Oliveira *et al.* 2006).

Orban *et al.* (2006) estudaram a variação sazonal sobre o perfil de ácidos graxos de molusco listrado de Vênus (*C. gallina*), provenientes do mar Adriático, e não constataram nenhuma variação sazonal no total geral de ácidos graxos poliinsaturados durante o ano, tendo seus valores médios variado entre 41,6 e 48,1%, enquanto o total de ácidos graxos saturados, ácidos graxos monoinsaturados, n-3 e n-6 variaram significativamente durante as estações.

É importante existir uma relação adequada de ingestão entre os ácidos graxos n-6 e n-3, uma vez que esses ácidos competem pelas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongamento da cadeia. Assim, a razão entre a ingestão diária de alimentos fontes de ácidos graxos n-6 e n-3 assume grande importância na nutrição humana, resultando em várias recomendações que têm sido estabelecidas por autores e órgãos de saúde em diferentes países. Estima-se que a razão n-6/n-3 na dieta das pessoas que viveram no período que antecedeu a industrialização, estava em torno de 1:1 a 2:1, devido ao consumo abundante de vegetais e alimentos de origem marinha, contendo ácidos graxos n-3. Nas últimas décadas, em determinados países, essa relação está entre 10:1 a 20:1, ocorrendo registros até de 50:1 (Martin *et al.* 2006).

Algumas recomendações foram estabelecidas por países como a Suécia e Alemanha que propõem uma ingestão por meio da dieta de n-6 e n-3, na razão de 5:1, enquanto que o Japão é mais rigoroso e estabelece uma ingestão na razão n-6/n-3 de 2:1. A Food and Agricultural Organization (FAO) é menos exigente e estabelece uma ingestão n-6/n-3 na razão de 5-10:1 (FAO,1994).

Estas recomendações da razão n-6/n-3 sempre causam controvérsias, pois existem na dieta diferentes ácidos graxos, como o ácido linoléico, representante da série n-6, e os ácidos alfa-linolênico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico, representantes da série n-3. Assim, alguns órgãos acreditam que ao invés da razão n-6/n-3, é mais eficiente estabelecer níveis de ingestão adequada para os ácidos graxos separadamente (Sant'Ana, 2004).

Segundo Garófolo e Petrilli (2006) o alto consumo de ácido linoléico (n-6), implica no aumento da relação n-6/n-3, principalmente quando a ingestão de pescado e óleos de peixe é baixa. Dessa forma é importante a manutenção do equilíbrio na razão n-6/n-3 nas dietas modernas pois, do contrário, pode existir uma grande probabilidade, segundo estudos clínicos, do aumento na taxa de mortalidade por doença cardiovascular, além da instalação de processos inflamatórios no organismo (Simopoulos, 2002).

A influência da sazonalidade sobre a razão n-6/n-3 em pescado foi estudada por Luzia *et al.* (2003), sendo detectado que, para sardinha houve variação significativa entre as estações. No verão encontrou-se razão de 5,16 e no inverno esta foi de 9,24. Em corvina, a relação n-6/n-3 detectada no verão foi 1,48, e no inverno foi de 1,23. Em tilápias, no verão a relação n-6/n-3 foi de 0,79, e no inverno foi de 2,61. Em amostras de curimatá analisadas no verão, a relação foi de 1,29, e no inverno esta foi de 0,97. Já em camarão-sete-barbas, esta relação correspondeu a 5,31 no verão e 4,13 no inverno.

Martino e Cruz (2004) verificaram que, em ostras de mangue (*Crassostrea rhizophorae*) a relação n-6/n-3 foi mais alta que as encontradas em espécies tropicais. Esta razão foi maior durante a primavera (4,3) e inverno (4,9) do que no verão (2,7) e outono (3,6). Segundo os autores, as relações encontradas durante as estações são apropriadas, o que deve ser considerado uma característica nutricional excelente, uma vez que o desequilíbrio de tal relação pode conduzir a um grande número de doenças em humanos.

Dessa forma, para se alcançar os benefícios relativos a ingestão desses ácidos graxos, principalmente os insaturados, faz-se necessário o conhecimento de como os alimentos fontes, como as várias espécies de pescado sofrem influência da sazonalidade, pois a detenção desse conhecimento será de grande importância na elaboração de dietas.

Considerações finais

Apesar da grande discussão na literatura científica no que tange à influência da sazonalidade sobre o perfil lipídico de pescado, mais dados seriam

necessários para poder avaliar se este sofre flutuações sazonais alterando assim a sua composição química.

Referências

ACKMAN, R.G. Composición y valor nutritivo de los lipídios del pescado y del marisco. In: RUITER, A. **El pescado y los productos derivados de la pesca: composición, propiedades nutritivas y estabilidad**. Zaragoza: Acríbia, 1999. Cap.4, p. 81-121.

BADOLATO, E. S. G.; CARVALHO, J. B.; AMARAL, M. M. R. P.; CAMPOS, N. C.; AUED- PIMENTEL, S.; MORAES, C. Composição centesimal de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.54, n.1, p.27-35, 1994.

BASTOS, A.L.; BAISH, A.L.M.; CLEMENTIN, R.M.; SOUZA-SOARES, L.A.; FURLONG, E.B. Perfil de ácidos graxos da pele e músculo de *Balistes capriscus* e *Menticirrhus litoralis*, pescados na região sul do Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.65, n. 2, p. 94-99, 2006.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carne suína e bovina e efeitos do cozimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.15, n.1 p.11-17, 1995.

BRANDÃO, P.A.; COSTA, F.G.P.; BARROS, G.A.J.N. Ácidos graxos e colesterol na alimentação humana. **Agropecuária Técnica**, v.26, n.1, p. 5-14, 2005.

DRUZIAN, J.I.; MARCHESI, C.M.; SCAMPARINI, A.R.P. Perfil de ácidos graxos e composição centesimal de carpas (*Cyprinus carpio*) alimentadas com ração e com dejetos suínos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, Mar. 2007.

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

FAO 1994. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome, Italy. **Publication Division, Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO, 1994)**. Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.

FERREIRA, B. D. P.; HACK, C.; OLIVEIRA, G. T.; BONDBUCKUP, G. Perfil metabólico de *Aegla platensis Shimitt*, (Crustacea, Anomura) submetida a dietas ricas em carboidratos e proteínas. **Revista Brasileira de Zoologia**, V.22, n. 1, Mar. 2005.

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*) capturados no Estado do Rio de Janeiro. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.20, n.2, p.355-362, 2002.

FURLAN, E.F.; GALVÃO, J.A.; SALÁN, V.A.Y.; OETTERER, M. Estabilidade físico-química e mercado do mexilhão (*Perna perna*) cultivado em Ubatuba-SP. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 787-792, 2007.

GARÓFOLO, A.; PETRILLI, A.S. Balanço entre ácidos graxos ômega-3 e 6 na resposta inflamatória em pacientes com câncer e caquexia. **Revista de Nutrição**, v.19, n.5, p. 611-621, 2006.

GORDON, D.T. Steroides in mollusks and crustácea of the Paaific Northwest. **Journal American Oil Chemistry Society**, v. 59, p. 536-545, 1982

HARRIS,W.S.; SCHACKY, M.D. The Omega-3 Index: a new risk factor for death from coronary heart disease? **Preventive Medicine**. v.39, p. 212-220, 2004.

HIANE, P.A.; FILHO, A.F.L.;FILHO, M.M.R.; RAMOS, M.I.L. Teores de colesterol e lipídios totais em seis espécies de peixes capturados na região pantaneira do estado de Mato Grosso do Sul. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.20, n.1, p.65-74, 2002.

INHAMUNS, A. J. ; FRANCO,M. R. B. Composition of total, neutral, and phospholipids in Mapará (*Hypophthalmus sp.*) from Brazilian Amazonian área. **Food Chemistry**, v. 49, p. 4859-63, 2001.

JUSTI, K. C.; HAYASHI, C.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. **Food Chemistry**, v.80, p.489-493, 2003.

KENNISH, J. M.; SHARP DAHL, J. L.; CHAMBERS, K. A.; THROWER, F.; RICE, S. D. The effect of a herring diet on lipid composition, fatty acid composition, and cholesterol levels in the muscle tissue of pen-reared Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). **Aquaculture**, v.108, p. 309-322, 1992.

KING, I.; CHILDS, M.; DORSSET, C.; OSTRANDER, J. G.; MONSEN, E. R. Shellfish: proximate composition, minerals, fatty acids and sterols. **Journal American Diet Association**, v. 90, n.5, p. 677-85, 1990.

KRZYNOWECK, J. Sterols and fatty acids in seafood. **Food Technology**, v. 39, p. 61-64, 1996.

LINEHAN, G.L.; O'CONNOR, T. P.; BURNELL, G. Seasonal variation in the chemical composition and fatty acid profile of pacific oysters (*Crassostrea gigas*). **Food Chemistry**, v. 64, p. 211-214, 1999.

LIRA, G.M.; SANTANA, A.E.G.; ARAÚJO, D.C.S.; OLIVEIRA, F.R.; NETA, M.L.S. Teores de colesterol e lipídios totais em maçonin (*Anomalocardia brasiliensis*) cru e cozido. **Revista Nutrição Brasil**, v.1, n.4, 2002.

LUZIA, L.A.; SAMPAIO, G.R.; CASTELLUCCI, C.M.N.; TORRES, E.A.F.S. The influence of season on the lipid profile of five commercially important species of Brazilian fish. **Food Chemistry**, v. 83, p. 993-7, 2003.

MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**, 10ª edição. São Paulo: Roca, 2005.

MARTIN, C. A.; MATSUSHITA, M. ; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. E. R.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: Importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v.19, n. 6, p. 761-770, 2006.

MARTINO, R. C.; CRUZ, G. M. Proximate composition and fatty acid content of the mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae* along the year seasons. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n.6, p. 955-960, 2004.

MIRANDA, M.S.; SANTOS, C. Influência da sazonalidade na composição de mariscos procedentes da Baía de Todos os Santos-BA. In: **III Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos**, Anais, v.1, n. 57, 1999.

MOREIRA, A. B.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian Brycon Freshwater Fishes. **Journal of Food Composition and analysis**, v. 14, p. 565-574, 2001.

NETTLETON, J. A.; ALLEN JR, W. H., KLATT, L. V.; RATNAYAKE, W. M. N.; ACKMAN, R. G. Nutrients and chemical residues in one-to two-pound Mississippi farm-raised channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal Food Science**, v.55, n. 4, p. 954-958, 1990.

NGO, T. T. T. ; KANG, D.H.; SORGELOOS, P.; CHOI, K.S. Effect of culture depth on the proximate composition and reproduction of the pacific oyster (*Crassostrea gigas*) from Gosung Bay, Korea. **Aquaculture**, v. 253, p. 712-720, 2006.

OLIVEIRA, A.C.M.; HIMELBLOOM, B.; CRAPO, C. A.; VORHOLT, C.; FONG, Q.; RALONDE, R. Quality of Alaskan Maricultured Oysters (*Crassostrea gigas*): A one-year Survey. **Journal Food Science**, v.71, n. 9, 2006.

ORBAN, E.; LENE, G.D.; NEVIGATO,T.; CASINI, I.; CAPRONI, R.; SANTARONI, G.; GIULINI, G. Nutricional and commercial quality of the striped Venus clam (*Chamelelea gallina*), from the Adriatic sea. **Food Chemistry**, v.101, p.1063-1070, 2006.

PIGOTT, G. M.; TUCKER, B. W. Seafood: Effects of technology on nutrition. New York: **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.25, n.1, p.165-179, 2007.

RAMIREZ, M.; AMATE, L.; GIL, A. Absorption and distribution of dietary fatty acids from different sources. **Early Human Development**, v. 65, p. 95-101, 2001.

SANT'ANA L. S. Mecanismos bioquímicos envolvidos na digestão, absorção e metabolismos dos ácidos graxos ômega. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v.17, n. 4, p. 211-216, 2004.

SIMOPOULOS, A. P. The importance of ratio ômega-6/ômega-3 essential fatty acids. **Biomedicine Pharmacotherapy**, v. 56, p. 365-79, 2002.

TRAMONTE, V. L. C. G.; PARISENTI, J.; FACCIN, G. L. Composição nutricional de ostras , *in natura* e cozidas, coletadas em diferentes estações do ano, na cidade de Florianópolis,SC. **Higiene Alimentar**, v.19, n.134, 2005.

THOMPSON, R. H. Cholesterol content of various species of shellfish. 1. Methods of analysis and preliminary survey of variables. **Fish Industrial Resolution**, v. 2, p. 11-19, 1964.

UAUY, R.; CASTILLO, C. Lipid requirements of infants: implications for nutrient composition of fortified complementary foods. **Journal of Nutrition**, v.133, n.9, p. 2962-2972, 2003.

VENUGOPAL V, SHAHIDI F. Structure and composition of fish muscle. **Food Chemistry**, v.12: p. 175-97. 1996;

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

VISENTAINER, J. V.; CARVALHO, P. O.; IKEGAKI, M.; PARK, K. Y. Concentração de ácido eicosapentaenóico (epa) e ácido docosahexaenóico (dha) em peixes marinhos da costa brasileira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.1, p.90-93, 2001.

VISENTAINER, J.V. **Composição de ácidos graxos e quantificação dos ácidos graxos EPA e DHA no tecido muscular de tilápias (*Oreochromis niloticus*), submetidas a diferentes tratamentos com óleo de linhaça**. Campinas, 2003. (Tese de doutorado- Universidade Estadual de Campinas).

VAZ, J. S.; DEBONI, F.; AZEVEDO, M. J.; GROSS, J. L.; ZELMANOVITZ, T. Ácidos graxos como marcadores biológicos da ingestão de gorduras. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 4, p. 489-500, 2006.

**INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NO VALOR NUTRICIONAL DE
OSTRAS (*Crassostrea rhizophorae*) CULTIVADAS NA BARRA DE
SÃO MIGUEL-AL**

INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NO VALOR NUTRICIONAL DE OSTRAS (*Crassostrea rhizophorae*) CULTIVADAS EM ALAGOAS-BRASIL

Resumo

Com o objetivo de avaliar a influência da sazonalidade sobre a composição centesimal, valor calórico, perfil de ácidos graxos, teor de colesterol e óxidos de colesterol da ostra de mangue (*Crassostrea rhizophorae*), amostras foram coletadas durante o verão e inverno no Complexo Estuarino-Lagunar localizado na cidade da Barra de São Miguel-Alagoas, Brasil. Foi observada diferença estatística ($p < 0,05$) entre o verão e inverno, respectivamente, para os valores de umidade (82,52% e 82,83%), cinzas (1,69% e 1,50%), proteínas (11,05% e 12,89%), lipídeos (2,69% e 2,50%), carboidratos (2,05% e 0,57%) e ácidos graxos (saturados 52,63% e 49,47%, monoinsaturados 13,15% e 8,58%, poliinsaturados 34,21% e 41,93% e ômega-3 29,05% e 37,16%). A diferença estatística também foi significativa ($p < 0,01$) para os teores de colesterol (48,99 mg/100g e 54,43 mg/100g) e óxidos de colesterol (7-alfa 7,0 $\mu\text{g/g}$ e 41,16 $\mu\text{g/g}$, 7-ceto 2,3 $\mu\text{g/g}$ e 9,2 $\mu\text{g/g}$). As ostras cultivadas no inverno apresentaram vantagens no aspecto nutricional devido aos mais elevados teores protéicos e de nutrientes funcionais, como somatório EPA+DHA, percentuais de poliinsaturados (n-3 e n-6), assim como menores teores lipídicos e de ácidos graxos saturados. Os índices de qualidade nutricional dos lipídeos apresentaram-se mais favoráveis durante o inverno.

Palavras-chave: sazonalidade, ostras de mangue, composição centesimal, ácidos graxos, colesterol, óxidos de colesterol.

Abstract

Aiming to evaluate the influence of seasonality on the proximate composition, calorie, fatty acids profile, levels of cholesterol and oxides of cholesterol of oysters from mangrove (*Crassostrea rhizophorae*), samples of them

were collected, during the summer and winter, in the Complex Estuarine-Lagoon located in the town of Barra de São Miguel -Alagoas, Brazil.

It was observed a statistical difference ($p < 0.05$) between summer and winter, respectively for the values of moisture (82.52% and 82.83%), ash (1.69% and 1.50%), protein (11.05% and 12.89%), lipids (2.69% and 2.50%), carbohydrates (2.05% and 0.57%) and fatty acids (saturated: 52.63% and 49.47 %; Monounsaturated: 8.58% and 13.15%; polyunsaturated: 34.21% and 41.93; and omega-3: 29.05% and 37.16%). The difference was statistically significant ($p < 0.01$) for the levels of cholesterol (48.99 mg/100g and 54.43 mg/100g) and oxides of cholesterol (7- α : 7.0 $\mu\text{g/g}$ and 41.16 $\mu\text{g/g}$, 7-keto: 2.3 $\mu\text{g/g}$ and 9.2 $\mu\text{g/g}$). The oysters grown in the winter showed advantages in terms of nutrition due to higher levels of nutrients and functional protein, as sum of EPA + DHA, and percentage of n-3 and n-6 polyunsaturated, as well as lower levels of lipid and saturated fatty acids. The indices of nutritional quality of lipids became more favorable during the winter.

Key words: seasonality, oysters from mangrove, proximate composition, fatty acids, cholesterol, cholesterol oxides.

Introdução

O cultivo de moluscos bivalves no Brasil, especificamente ostras, resume-se em duas espécies: a nativa ou de mangue (*Crassostrea rhizophorae*) e a do Pacífico (*Crassostrea gigas*) (Barardi *et al.* 2001). Esta prática de cultivos em águas brasileiras tem bom potencial, em razão do litoral dispor de baías, enseadas e regiões estuarina-lagunares (BNB, 2005).

A ostra de mangue (*C. rhizophorae*) é uma espécie estuarina, ocorrendo em quase toda costa brasileira, desde o Estado do Maranhão até Santa Catarina, em populações presas às raízes e caules de algumas espécies da vegetação marginal do mangue e em substratos artificiais (Galvão, 2000). O Estado de Santa

Catarina é considerado o maior produtor de ostras e mexilhões do Brasil, concentrando 95% da produção nacional (BNB, 2005).

A ostreicultura é uma atividade crescente em Alagoas e tem participado da melhoria da situação sócio-econômica de muitas famílias carentes que sobrevivem basicamente do comércio de produtos aquícolas extraídos do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM).

No litoral do Estado de Alagoas é registrada a presença de lagoas, estuários e manguezais ricos em nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das ostras (Silva, 2006) e o município de Barra de São Miguel tem se destacado como o maior produtor, contando com 150 mil ostras dentro d'água e uma colheita de duas mil dúzias a cada mês (BNB, 2005).

Sabe-se que os constituintes químicos do pescado variam entre diferentes espécies, e mesmo, entre indivíduos da mesma espécie, em função da idade, sexo, estação do ano, habitat e tipo de alimentação (Maia *et al.*, 1999; Freitas *et al.*, 2002; Oliveira *et al.*, 2006).

Segundo Milner (2001) as variações sazonais interferem diretamente no crescimento de várias espécies de ostras, como a *Crassostrea edulis*, que possui velocidade de crescimento reduzida em meses mais frios. Além disso, a temperatura, salinidade e provisão de comida são fatores importantes e que afetam a fisiologia da ostra.

Apesar do aspecto econômico-social do cultivo deste molusco, dados sobre o valor nutricional das ostras cultivadas na Barra de São Miguel são inexistentes, bem como se há variações em função da sazonalidade.

A constatação epidemiológica de que o consumo de pescado é capaz de reduzir riscos de doenças coronarianas situa a demanda deste alimento nos países em desenvolvimento, não apenas como alternativa alimentar de alto valor nutritivo, mas ainda de consumo de um alimento funcional abundante (Ramos Filho *et al.* 2008).

Pelo exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da variação sazonal sobre o valor nutritivo das ostras (*Crassostrea rhizophorae*) cultivadas na Barra de São Miguel-AL. Estes dados preencherão uma lacuna, acerca de informações na literatura científica sobre este alimento regional,

podendo incentivar a sua produção e possibilitar uma recomendação segura do seu consumo em função de seus benefícios à saúde.

Material e Métodos

Amostragem

As amostras de ostras nativas (*Crassostrea rhizophorae*), foram coletadas durante os períodos de dezembro a março e junho a setembro de 2007, correspondendo às estações de verão e inverno respectivamente; sendo oriundas dos viveiros, tipo tabuleiro, da Cooperativa dos Produtores de Ostras do povoado Palatéia situado no município da Barra de São Miguel/AL. Foram escolhidos e devidamente identificados cinco tabuleiros, de cada um foram coletados 20 lotes de amostras para cada estação (Figura 1).

As coletas foram realizadas com frequência mensal em cada estação, de acordo com as informações da tábua das marés disponibilizada pelo Centro de Pesquisas Tecnológicas Espaciais (CPTEC), optando-se pela maré baixa, para facilitar o acesso aos tabuleiros e a aquisição do material. Foram adquiridos 5 lotes de ostras a cada mês, sendo selecionadas ostras adultas com idade acima de 1 ano e de tamanho entre 5 a 10 cm, em quantidade suficiente para obtenção de um lote de aproximadamente 200g de parte comestível do molusco, correspondendo a 30 unidades de ostras para cada lote, em média, pois cada ostra individualmente representaria uma amostra muito pequena para possibilitar a realização de todas as análises químicas.

A temperatura da água foi observada a cada coleta. Foram coletadas amostras da água da lagoa do Roteiro, onde as ostras foram cultivadas (Figura 2). Após a aquisição, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, numerados e transportadas para o Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal de Alagoas, onde as ostras chegaram vivas e com valvas firmemente fechadas, sendo armazenadas em freezer doméstico a temperatura de -18°C por 72 horas.

As amostras de água foram levadas ao Instituto do Meio Ambiente (IMA) para a realização de análises físico-químicas.

Preparo da Amostra

Após 72 horas sob temperatura de congelamento, as ostras foram lavadas em água corrente e colocadas, individualmente, em copos descartáveis com capacidade de 200 mL, para abertura espontânea da concha e drenagem do líquido contido no seu interior, a fim de evitar interferência na determinação dos teores de umidade (Figura 3). Após 1 hora, o volume de líquido contido em cada recipiente foi medido com o auxílio de proveta graduada. Em seguida, os tecidos moles das ostras foram cuidadosamente separados da concha utilizando-se uma espátula de silicone e triturados com faca de aço inox. As amostras foram novamente embaladas em sacos plásticos esterilizados e identificados, para subsequente realização das análises.

Determinações Analíticas

Análises da Água da Lagoa

Temperatura - efetuada através do uso de termômetro manual com coluna de mercúrio, na ocasião da coleta.

pH e Salinidade - realizados em triplicata de acordo com Greenberg *et al.* (1992), na ocasião de cada coleta.

Após homogeneização da amostra, foram realizadas as seguintes determinações em duplicata:

Composição Centesimal

Umidade - determinada gravimetricamente em estufa regulada a 105 °C (AOAC, 1990).

Cinzas - obtidas por incineração em mufla a 550 °C (AOAC, 1990).

Proteínas - determinadas pelo método Kjeldahl. O fator de conversão da porcentagem de nitrogênio para proteína bruta foi 6,25 (AOAC, 1990).

Lipídeos Totais - extraídos a frio pelo método de FOLCH *et al.* (1957). Alíquotas foram tomadas para determinações gravimétricas.

Carboidratos - quantificados por diferença, através da subtração dos percentuais de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos da porcentagem total (100%).

Valor Calórico

Calculado a partir dos coeficientes calóricos correspondentes para proteínas, carboidratos e lipídeos, respectivamente, 4, 4 e 9kcal/g (BRASIL, 2002).

Perfil de Ácidos Graxos

Os extratos lipídicos obtidos pelo método de FOLCH *et al.* (1957) foram esterificados segundo HARTMAN e LAGO (1973), visando a determinação dos ésteres metílicos de ácidos graxos por cromatografia gasosa, e encaminhados ao Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Para a identificação dos ácidos graxos foram utilizados padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (37 FAME Mix 47885, Supelco). Os resultados foram expressos em percentual de área de cada pico sobre o total de ácidos graxos.

Os parâmetros de operação do equipamento estão relatados a seguir:

Cromatógrafo a Gás Chrompack CP 9002 (Middelburg, Holanda), equipado com coluna capilar CiolaWax de 20 metros, diâmetro de 0,32mm e espessura do filme 0,25 µm. O forno foi operado com temperatura inicial de 60°C por 2 min, e a rampa de temperatura foi de 4°C/min até atingir 141°C, 3,5°C/min até 176°C, 2°C/min até atingir 186°C, e 3,5°C /min até atingir a temperatura final de 240°C. A temperatura do injetor era de 270°C e do detector de 300°C. O gás de arraste

utilizado foi o hidrogênio, com fluxo de 1,9 mL/min, razão de divisão 1:30. Foi injetado um volume de 1µL de amostra.

Colesterol e Óxidos de Colesterol (OsC) livres: 7-Ceto, 7α-OH, 7β-OH e 25-OH

Extraídos pelo método de CSALLANY e AYZAZ (1976), adaptado de FOLCH *et al.* (1957), que consiste em homogeneizar a amostra com clorofórmio:metanol (2:1), adicionar água destilada, separar as fases imiscíveis, repetir o procedimento, reservar a fase orgânica e combinar as fases aquosas, adicionando a estas clorofórmio:metanol (2:1), separar as fases imiscíveis, descartar as fases aquosas e combinar as fases orgânicas, filtrá-las em Na₂SO₄, secar sob o fluxo de nitrogênio e ressuspender a amostra em 3mL de fase móvel (hexano:isopropanol – 97:3 v/v).

A etapa de injeção em cromatógrafo líquido de alta eficiência foi realizada no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, de acordo com VICENTE (2003). A identificação e quantificação dos compostos colesterol e óxidos foram realizadas com detector UV/visível com varredura da empresa Shimadzu (modelo 10A VP), sendo selecionados os comprimentos de onda de absorção máxima 206nm para colesterol e óxidos 7α-OH, 7β-OH e 25-OH e 233nm para o óxido 7- Ceto. Os padrões dos OsC foram obtidos da empresa Steraloids (Wilton, EUA). Foi realizada corrida isocrática de 25 min, com fluxo de 1,0 mL/min. A fase móvel foi filtrada em membrana de 0,45µm e degaseificada. Para a separação dos compostos foi utilizada a coluna de fase intermediária Luna CN 5µ da marca Phenomenex, com 25 cm de comprimento. Foram injetados 20µL de amostra e de cinco diferentes concentrações de padrão de colesterol (de 0,15 mg/mL a 1,89 mg/mL) e de cada óxido (4,6 µg/mL a 230,0 µg/mL) analisado.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado. Foram utilizados dois testes: O teste t de student para análises paramétricas e o teste de Wilcoxon para as análises não-paramétricas. As análises foram realizadas com auxílio do programa SPSS for Windows, versão 15.0.

Índices da qualidade nutricional (IQN) dos lipídios

A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada por três índices a partir dos dados de composição em ácidos graxos, através dos seguintes cálculos: Índice de Aterogenicidade (IA) = $[(C12:0+(4 \times C14:0)+C16:0)]/(\sum AGMI + \sum n6 + \sum n3)$; Índice de Trombogenicidade (IT) = $(C14:0+C16:0+C18:0)/[(0,5 \times \sum AGMI)+(0,5 \times \sum n6 + (3 \times \sum n3) + (\sum n3/\sum n6)]$, segundo Ulbricht e Southgate (1991); e razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH) = $(C18:1_{cis9} + C18:2n6 + C20:4n6 + C18:3n3 + C20:5n3 + C22:5n3 + C22:6n3)/(C14:0 + C16:0)$, segundo Santos-Silva, Bessa, Santos-Silva, (2002). Em que: AGMI = todos os ácidos monoinsaturados.

Resultados e discussão

Temperatura, pH e Salinidade

A temperatura da água da lagoa onde as ostras foram coletadas variou de 25°C a 29°C durante o verão e de 22°C a 26°C durante o inverno.

Segundo Chaparro *et al.* (1998) a temperatura desempenha um importante papel sobre os organismos aquáticos, afetando principalmente o crescimento, a taxa de alimentação, o metabolismo, a sobrevivência e a reprodução.

42

Com relação à salinidade, foi detectada diferença estatística significativa ($p < 0,01$) entre as estações (Tabela 1) e pode ser justificada pela variação do ciclo da maré e ocorrência de maior índice pluviométrico durante o inverno, levando a um menor índice de salinidade.

Tabela 1. Valores de pH, salinidade e temperatura da água da lagoa do Roteiro onde as ostras de mangue (*Crassostrea rhizophorae*) foram cultivadas

Água da Lagoa	pH	Salinidade (‰)	T°C
Verão*	7,34(±0,27) ^a	21,24(±2,80) ^a	25°C-29°C
Inverno*	7,34(±0,23) ^a	7,94(±2,16) ^b	22°C-26°C

*Média de 4 amostras de água analisadas em triplicata. Na mesma coluna, médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,01$) pelo teste t de student.

Segundo Pereira e Chagas Soares (1996), o intervalo de 15‰ a 25‰ de salinidade é o mais recomendável para o cultivo de ostras *C. brasiliiana* e *C. rhizophorae*, mas estas por serem eurihalinas, podem sobreviver em águas com salinidade entre 8‰ e 34‰. Os valores encontrados no presente estudo estão dentro dos limites de tolerância para sobrevivência desta espécie de molusco.

Pereira *et al.* (2001) obtiveram índices de salinidade na água de cultivo de ostras *C. brasiliiana*, na faixa entre 8‰ e 30‰.

Já para o pH, os valores registrados na tabela 1 não mostram variação entre verão e inverno.

O pH é uma variável muito especial nos ambientes aquáticos, podendo influenciar muitos fenômenos químicos e biológicos. Segundo Esteves (1998), o pH atua sobre organismos aquáticos nos processos de permeabilidade da membrana celular, interferindo no transporte de nutrientes entre os organismos e o meio. Segundo Tundisi (1970), os estuários possuem águas escuras e em quase todos os rios são ácidas por causa das raízes do mangue que circundam o ambiente. Alvarenga e Nalesso (2006) obtiveram pH de 6,9 nas águas do estuário Piraquê-açu, onde foram cultivadas ostras *C. rhizophorae*.

De acordo com Vinatea (1997), pH menor ou igual a 4 e igual ou maior que 11 são considerados pontos letais de acidez e alcalinidade para organismos aquáticos. No presente estudo, não foram observados valores de pH próximos aos limites letais.

Composição centesimal e Valor calórico

As ostras aqui estudadas e coletadas durante o verão e inverno apresentaram elevados teores de umidade, 82,52% e 82,83%, respectivamente (Tabela 2). Os teores de umidade das ostras apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre o verão e o inverno, contrastando com os resultados obtidos por Martino e Cruz (2004) em ostras de mangue *in natura* (*C. rhizophorae*) cultivadas na Barra de Guaratiba-RJ, onde não foi verificada diferença estatística ($p < 0,05$) no teor de umidade durante as quatro estações do ano, obtendo-se o valor médio de 81,9%.

Resultados inferiores foram obtidos por Linehan *et al.* (1999) para ostras do pacífico (*C. gigas*) cultivadas na Irlanda, variando de 73,0% em agosto (verão) a 79,5% em janeiro (inverno), sendo estes justificados pela realização de uma pré-secagem das amostras antes das análises.

Tabela 2. Composição centesimal e valor calórico de ostras de mangue (*Crassostrea rhizophorae*) coletadas durante o verão e inverno

Ostra de Mangue	Composição Centesimal (g/100g)					Calorias (kcal/100g)
	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lípídeos	Carboidratos	
Verão (Base Úmida*)	82,52(±1,09) ^a	1,69(±0,37) ^A	11,05(±0,94) ^a	2,69(±0,68) ^A	2,05(±1,35) ^A	76,61
Inverno (Base Úmida*)	82,83(±0,63) ^b	1,50(±0,46) ^B	12,89(±0,78) ^b	2,50(±0,00) ^B	0,57(±0,74) ^B	76,34
Verão (Base Seca**)	-	9,54(±2,13) ^A	63,06(±6,55) ^a	15,37(±3,75) ^A	11,64(±7,45) ^A	436,13
Inverno (Base Seca**)	-	8,80(±2,70) ^B	75,22(±5,46) ^b	14,57(±0,54) ^B	3,26(±4,24) ^B	445,05

*Média de 20 amostras analisadas em duplicata.

**Obtida através de cálculos.

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste t ($p < 0,05$).

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna, indicam diferença significativa pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,05$).

Tramonte *et al.* (2005) também realizaram uma pré-secagem a 60°C em estufa ventilada, o que reduziu significativamente os teores de umidade das amostras, sendo que para *C. gigas in natura*, os teores de umidade foram de 75,38% na primavera e 77,05% durante o verão. Para as *C. rhizophorae in natura*,

os teores de umidade obtidos foram de 79,35% e 80,01% na primavera e no verão, respectivamente.

Percentuais inferiores aos do presente estudo (81,7%), foram também encontrados por Portella (2005) em ostras (*C. brasiliiana*) coletadas durante o verão. Para ostras (*C. gigas*) Parisenti (2006) obteve percentuais de 85,21% durante o verão (fevereiro) e 77,29% na primavera (outubro).

Por outro lado, os teores de umidade apresentaram correlação negativa com os teores de carboidratos. Furlan *et al.* (2007) também obtiveram tal correlação em mexilhões (*Perna perna*), durante o verão, sendo a mesma esperada, pois o teor de umidade representa maior porcentagem na constituição de moluscos e de qualquer outro ser vivo do que o de carboidratos, e estes terem sido estes mensurados como fração Nifext.

No presente estudo, os teores de carboidratos obtidos durante o verão (2,05%) foram significativamente superiores ($p < 0,05$) aos do inverno (0,57%) e isto pode estar associado ao início do período de eliminação dos gametas, que caracteriza-se como o pico de reprodução das ostras. O reduzido percentual de carboidrato detectado no inverno (0,57%), pode ser justificado por ser o início do ciclo gametogênico quando estas concentrações estão reduzidas ao valor mínimo.

Linehan *et al.* (1999) observaram flutuações no conteúdo de glicogênio em ostras irlandesas (*C. gigas*), que começavam a armazenar este componente em dezembro (21,6% em base seca), até atingir um máximo em maio (38,9% em base seca), a partir daí estes níveis sofriam um declínio, atingindo um valor mínimo entre agosto (verão) e dezembro (inverno), o que demonstra que as ostras começam a sintetizar e armazenar glicogênio após a desova e este conteúdo atinge o valor máximo, poucos meses antes do próximo período de desova.

Segundo Schramm (1993) o teor de glicogênio é alterado em função do ciclo reprodutivo de moluscos e também sofre influência de flutuações sazonais. Martino e Cruz (2004) detectaram valores mínimos para o glicogênio durante o verão (2,7%) e valores máximos (4,2%), durante o inverno.

Tramonte *et al.* (2005) verificaram maior teor de carboidratos (5,9%) em ostras (*C. rhizophorae*) no verão, quando comparado às coletadas na primavera (5,71%), porém não indicaram diferença estatística significativa ($p < 0,05$). Estes elevados valores de carboidratos detectados podem ser explicados devido a pré-secagem a qual as amostras utilizadas por tais autores foram submetidas.

Ainda na Tabela 2, os dados referentes a carboidratos demonstram uma correlação significativamente negativa entre o teor deste constituinte e o de proteínas totais durante o verão e o inverno.

Também observa-se diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os teores protéicos detectados no verão (11,05%) e inverno (12,89%), em base úmida e seca, além dos dados obedecerem uma distribuição estatística normal.

Tramonte *et al.* (2005) obtiveram percentuais inferiores durante a primavera (10,62%) e verão (10,53%). Parisenti (2006) também constatou em ostras (*C. gigas*) teores inferiores durante o verão (6,37%) e primavera (9,51%). No entanto, Pedrosa e Cozzolino (2001) obtiveram teores protéicos superiores (14,19%) em ostra (*C. rhizophorae*) coletadas na cidade de Natal/RN, não sendo relatada a estação do ano em que ocorreram as análises.

Em moluscos bivalves *in natura*, sururu (*Mytella falcata*), maçunim (*Anomalocardia brasiliiana*) e unha de velho (*Tagelus plebeus*) analisados durante a primavera e verão, Lira *et al.* (2004) também detectaram percentuais superiores, correspondendo a 17,26%, 17,46% e 16,39%, respectivamente.

Linehan *et al.* (1999) obtiveram menor concentração protéica (39,1% em base seca) no mês de maio (primavera) e maior concentração (53,1% em base seca) no mês de agosto (verão) em ostras (*C. gigas*) cultivadas na Irlanda. Durante o inverno, o percentual mais elevado, em base seca, foi detectado em dezembro (49,4%).

Os percentuais protéicos do autor supracitado, são inferiores aos desta pesquisa, em base seca, onde foi constatado 63,06% e 75,22% para o verão e inverno, respectivamente.

Orban *et al.* (2006) detectaram, em moluscos bivalves (*Chamelea gallina*) do mar Adriático, valores protéicos variando de 8,55% (verão) a 10,80% (inverno),

com diferença significativa ($p < 0,05$), sendo inferiores aos encontrados nesta pesquisa para as mesmas estações.

No entanto, para Martino e Cruz (2004) nenhuma diferença estatística no teor de proteínas foi verificada em *C. rhizophorae* durante as quatro estações do ano, obtendo valores que variaram de 9,3% a 10,2%.

Os teores de lipídeos apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre o verão (2,69%) e inverno (2,5%), base úmida, o mesmo ocorrendo em base seca, cujos resultados no verão (15,37%) e inverno (14,57%), foram superiores aos encontrados por Linehan *et al.* (1999), também em base seca, no mês de agosto (verão) e dezembro (inverno), 8,5% e 8,7%, respectivamente.

Martino e Cruz (2004), trabalhando com ostras (*C. rhizophorae*) obtiveram, em base úmida, percentuais inferiores aos do presente estudo, sendo 1,5% no outono e primavera, 1,6% no verão e 2,0% no inverno não havendo diferença estatística significativa entre as estações do ano.

Tramonte *et al.* (2005) constataram em *C. rhizophorae in natura* durante a primavera, um teor de lipídeos superior (2,37%) ao encontrado no verão (1,10%). Comportamento semelhante foi constatado por tais autores em *C. gigas* nas mesmas estações, cujos percentuais foram 3,27% e 2,11%, respectivamente. Nas duas espécies os valores obtidos no verão foram inferiores aos deste estudo. Parisenti (2006) observou durante a primavera percentual lipídico superior (2,67%) em relação ao verão (1,54%), nesta estação foi obtido percentual inferior aos das ostras da Barra de São Miguel (2,69%).

Portella (2005) em estudo com *Crassostrea brasiliiana* durante o verão, obteve 0,51% de lipídeos em janeiro e 0,27% em março. Furlan *et al.* (2007) justifica esta diferença em função de fatores que têm influência na maturação das gônadas, como precipitação pluviométrica, temperatura da água, temperatura do ar e salinidade.

As ostras coletadas durante o verão apresentaram percentual superior de cinzas (1,69%) em comparação ao inverno (1,50%), diferença estatística significativa ($p < 0,05$), havendo uma correlação negativa em relação aos valores de umidade, justificada pelo fato de moluscos bivalves serem filtradores e o aumento do volume de águas durante o inverno, diminui a concentração de

microelementos no ambiente, interferindo na deposição desses minerais no tecido do molusco (Pereira *et al.* 2002).

Resultados superiores foram encontrados por Martino e Cruz (2004) durante as quatro estações (média de 3,1%), não havendo diferença estatística entre as mesmas; assim como Tramonte *et al.* (2005) em *C. rhizophorae* na primavera (1,96%) e verão (2,47%); e também por Orban *et al.* (2006) em moluscos (*C. gallina*), durante as quatro estações, cujos teores de cinzas variaram entre 2,73% (inverno) e 3,55% (verão).

Valores similares na fração cinzas foram obtidos por Lira *et al.* (2004) nos moluscos crus: sururu (1,8%) e unha de velho (1,61%), estudados durante a primavera e verão.

Com relação ao valor calórico, em base úmida, níveis semelhantes aos 76,61 kcal/100g (verão) e os 76,34 kcal/100g (inverno), foram apontados por Tramonte *et al.* (2005) durante o verão para ostras (*C. rhizophorae*) *in natura*, onde obtiveram 75,56 kcal/100g, para as *C. gigas in natura* é citado valor calórico correspondente a 93,05 kcal/100g.

Lira *et al.* (2004) obtiveram teores calóricos para o sururu cru (*Mytella falcata*) de 107,72 kcal/100g durante o verão e Pedrosa e Cozzolino (2001) obtiveram para ostra crua, valores calóricos de 84,67 kcal/100g, porém não foi especificada a estação do ano em que ocorreram as análises.

Perfil de ácidos graxos

Nas ostras coletadas durante o verão e inverno, os ácidos graxos de maior predominância, dentre os 14 detectados (Tabela 3), foram respectivamente: palmítico (C16:0), 36,96% e 34,30%; docosahexaenóico (DHA-C22:6 n3), 11,06% e 20,23%; eicosapentaenóico (EPA-C20:5 n3), 11,10% e 10,15%; palmitoléico (C16:1 n7), 7,67% e 5,36%; esteárico (C18:0), 6,87% e 6,29%; oléico (C18:1 n9), 5,47% e 3,22%; α -linolênico (C18:3 n3), 4,29% e 4,53%. Foram encontrados em menores proporções: araquidônico (C20:4 n6), 3,45% e 3,36%; mirístico (C14:0), 3,75% e 4,25%; eicosatrienóico (C20:3 n3), 2,91% e 2,22% e linoléico (C18:2 n6), 1,29% e 1,40%.

O ácido graxo saturado palmítico foi, dentre todos os ácidos graxos detectados, o mais abundante nas duas estações, havendo diferença significativa ($p < 0,05$), com menores percentuais no inverno. A literatura revela resultados similares (Linehan *et al.*, 1999 e Martino e Cruz, 2004), sendo que em nosso trabalho foram detectados percentuais superiores aos destes autores. Em *C. gigas* Linehan *et al.* (1999) observaram variações de 15,09% a 18,17%, ao longo das quatro estações do ano, enquanto que Martino e Cruz (2004) obtiveram em *C. rhizophorae*, concentrações de ácido palmítico (C16:0) que corresponderam a 10,2% no inverno; 12,6% no verão; 15,1% na primavera e 16,0% no outono.

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos (%) das ostras de mangue (*Crassostrea rhizophorae*) cultivadas durante o verão e inverno na Barra de São Miguel

Ácidos Graxos	Verão*	Inverno*
Mirístico (C14:0)	3,75(±0,92) ^a	4,25(±1,28) ^a
Pentadecanóico (C15:0)	0,60(±0,58) ^a	0,15(±0,35) ^b
Palmítico (C16:0)	36,96(±5,09) ^a	34,30(±2,62) ^b
Palmitoléico (C16:1n7)	7,67(±1,18) ^a	5,36(±2,23) ^b
Estearico (C18:0)	6,87(±1,08) ^a	6,29(±0,89) ^b
Oléico (C18:1n9)	5,47(±2,77) ^a	3,22(±1,63) ^b
Linoléico (C18:2n6)	1,29(±0,58) ^a	1,40(±1,31) ^a
α -linolênico (C18:3n3)	4,29(±0,95) ^a	4,53(±1,38) ^a
Araquidônico (C20:4 n6)	3,45(±1,31) ^a	3,36(±1,03) ^a
Eicosatrienóico (C20:3n3)	2,91(±1,11) ^a	2,22(±1,44) ^b
Docosahexaenóico(C22:6n3)DHA	11,06(±3,07) ^a	20,23(±3,65) ^b
Eicosapentaenóico(C20:5n3)EPA	11,10(±2,62) ^a	10,15(±2,63) ^a
Behenico(C22:0)	2,10(±1,35) ^a	4,47(±1,96) ^b
Lignocérico (C24:0)	1,74(±1,52) ^a	0,00(±0,00) ^b
Σ Saturados	52,63(±5,88) ^a	49,47(±3,11) ^b
Σ Monoinsaturados	13,15(±2,82) ^a	8,58(±1,86) ^b
Σ Poliinsaturados	34,21(±8,01) ^a	41,93(±3,90) ^b
Σ n3	29,05(±7,16) ^a	37,16(±3,91) ^b
Σ n6	4,74(±1,36) ^a	4,76(±1,78) ^a
Razão n6/n3	0,16:1	0,12:1
EPA+DHA	22,16	30,38

*Média de 17 amostras analisadas em duplicata. Na mesma linha, médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,05$) pelo teste t de student.

As concentrações do ácido mirístico (C14:0) corresponderam a 3,7% (inverno) e 7,0% (verão). Linehan *et al.* (1999) relatam que o mirístico apresentou valores entre 3,33% a 5,43%.

O esteárico por não ter efeito sobre as lipoproteínas sangüíneas, é considerado lipídeo neutro (Kris-Etherton e Yu, 1997). Possui efeito hipocolesterolêmico, pois converte-se rapidamente no oléico pelo organismo após sua ingestão, não afetando o colesterol plasmático (Bonanome e Grundy, 1988).

Linehan *et al.* (1999) verificaram em ostras do Pacífico (*C. gigas*) percentuais inferiores do ácido esteárico em relação ao presente estudo, obtendo 3,02% em setembro (verão) e 2,81% em dezembro (inverno). Resultados semelhantes foram encontrados por Martino e Cruz (2004) em *C. rhizophorae* onde apresentaram 2,5% no verão e 1,2% durante o inverno.

Em relação aos ácidos graxos monoinsaturados, palmitoléico (C16:1 n7) e oléico (C18:1 n9), foi detectada uma concentração maior durante o verão (13,15%), diferindo significativamente ($p < 0,05$) dos resultados obtidos durante o inverno (8,58%).

Linehan *et al.* (1999) verificaram em *C. gigas* que o ácido oléico foi o principal monoinsaturado detectado, obtendo um mínimo de 9,4% em setembro (outono) e um máximo de 13,36% em abril (primavera), percentuais superiores aos desta pesquisa.

Martino e Cruz (2004) obtiveram valores elevados de ácidos monoinsaturados em ostras durante o verão (23,7%) com diferença estatística significativa quando comparado às demais estações. Em relação ao ácido oléico estes autores obtiveram 1,3% (inverno), 2,3% (primavera), 4,9% (outono) e 12,6% (verão), a diferença foi significativa ($p < 0,05$) entre os resultados.

Oliveira *et al.* (2006) constataram em ostras japonesas (*C. gigas*) níveis de ácidos graxos monoinsaturados variando de um mínimo de 17,6% em janeiro (inverno no hemisfério norte) para um máximo de 22,4% em outubro (outono no hemisfério norte).

O ácido graxo poliinsaturado DHA (C22:6 n3) foi detectado nesta pesquisa, no inverno, em percentual que correspondeu ao dobro (20,23%) quando comparado aos resultados do verão (11,06%), diferindo estatisticamente ($p < 0,05$).

Linehan *et al.* (1999) obtiveram concentrações de DHA em *C. gigas* que variaram de 10,35% em agosto (verão) a 15,5% em janeiro (inverno). Martino

e Cruz (2004) detectaram para o DHA valores de 4,9%, 5,6% e 6,4% para o inverno, primavera e outono, respectivamente, e estes valores apresentaram diferença significativa em relação ao verão (2,6%).

Lira *et al.* (2004) encontraram em três espécies de moluscos bivalves: sururu (*Mytella falcata*), maçunim (*Anomalocardia brasiliiana*) e unha de velho (*Tagelus plebeus*) as seguintes proporções de DHA: 10,60%; 8,80% e 9,19%, respectivamente. Parisenti (2006) cita em *C. gigas* durante o verão percentual de DHA correspondente a 15,62%, superior ao desta pesquisa.

Os autores supra-citados, com exceção de Parisenti, relatam valores de DHA inferiores aos encontrados no presente estudo, o que eleva os benefícios nutricionais das ostras cultivadas na Barra de São Miguel, visto que este poliinsaturado tem importante função na formação, desenvolvimento e funcionamento do cérebro e da retina, sendo predominante na maioria das membranas celulares destes órgãos (Martin *et al.* 2006).

O α -linolênico (C18:3 n3) e o araquidônico (C20:4 n6) não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), no presente estudo, entre as duas estações (Tabela 3). Do mesmo modo, Martino e Cruz (2004) não observaram diferença significativa para os ácidos graxos α -linolênico (1,0% e 0,8%) e araquidônico (1,0% e 0,8%) no verão e inverno, respectivamente. Parisenti (2006) detectou durante o verão 2,48% e 3,64% para os ácidos graxos α -linolênico e araquidônico, respectivamente.

O ácido graxo poliinsaturado EPA (C20:5 n3) segundo Curi *et al.* (2002), é ácido graxo de maior importância na dieta uma vez que é precursor dos eicosanóides. Neste estudo nenhuma diferença estatística foi verificada entre os teores de EPA nas duas estações. Linehan *et al.* (1999) obtiveram para o EPA 15,24% em abril (primavera) e 10,79% em agosto (verão). Martino e Cruz (2004) constataram diferença significativa ($p < 0,05$) para este ácido no verão (4,5%) e no inverno (10,2%).

Para as ostras da Barra de São Miguel obtivemos os somatórios EPA+DHA de 22,16% durante o verão e 30,38% no inverno. Os resultados do presente trabalho mostraram-se superiores aos relatados na literatura em estudos com ostras e outras espécies de moluscos citados a seguir.

Linehan *et al.* (1999) detectaram em ostras (*C. gigas*) teores de EPA+DHA variando de 21,14% em agosto (verão) a 29,75% em janeiro (inverno). Martino e Cruz (2004) constataram em ostras *C. rhizophorae* durante a primavera, verão, outono e inverno valores de EPA+DHA de 16,2%, 7,1%, 16,1% e 15,1%, respectivamente. Lira *et al.* (2004) constataram em moluscos bivalves (sururu, maçunim e unha de velho) durante a primavera e verão, níveis de EPA+DHA que corresponderam a 19,27%, 15,56% e 15,31%.

Os valores dos somatórios EPA+DHA detectados nesta pesquisa apontam um aspecto positivo sob o ponto de vista nutricional das ostras analisadas; pois este parâmetro está intimamente associado à redução dos riscos de doenças cardíacas.

Parisenti (2006) encontrou em ostras (*C. gigas*) durante o verão somatório de EPA+DHA superior ao encontrado no presente estudo (32,06%).

Os ácidos graxos das famílias ômega-3 e ômega-6 exercem funções indispensáveis para o organismo humano e só podem ser adquiridos através da dieta, por esse motivo são considerados essenciais (Martin *et al.* 2006).

O impacto dos ácidos graxos ômega-3 na prevenção de doença cardiovascular, artrite, câncer, doenças crônicas, estados imunológicos e mentais alterados está sendo bastante estudado, assim como a associação da deficiência de ômega-6 com importantes implicações clínicas, inclusive retardo mental, lesões de pele e insuficiência reprodutiva (Mahan e Escott-Stump, 2005).

As ostras analisadas apresentaram concentrações mais elevadas de ômega-3 no inverno (37,16%) que no verão (29,05%), diferindo estatisticamente ($p < 0,05$), concordando com outros estudos em ostras relatados na literatura.

Linehan *et al.* (1999) constataram em *C. gigas* valores de 26,45% em agosto (verão) e 35,77% em janeiro (inverno). Martino e Cruz (2004) obtiveram em *C. rhizophorae* concentrações de 19,2% no inverno e 11,3% no verão.

Com relação aos percentuais de ômega-6, não foi detectada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as estações analisadas, e estes foram muito inferiores em relação aos detectados na série ômega-3, concordando com os estudos disponíveis na literatura consultada (Linehan *et al.* 1999; Martino e Cruz 2004; Lira *et al.* 2004).

Martino e Cruz (2004) relataram para o ômega 6 no verão, percentual de 4,2%, valor bem próximo do detectado nesta pesquisa (4,74%), no inverno foi detectado 3,9%, valor inferior ao encontrado nas ostras da Barra de São Miguel (4,76%). Linehan *et al.* (1999) obtiveram resultados superiores, 6,27% em agosto (verão) e 6,45% em fevereiro (inverno).

Os percentuais totais de ácidos graxos das ostras analisadas (Tabela 3) diferem dos encontrados por Linehan *et al.* (1999) na espécie *C. gigas* e Martino e Cruz (2004) em *C. rhizophorae*.

Linehan *et al.* (1999) constataram para os ácidos saturados valores mínimos de 22,11% em novembro (outono) e máximos de 26,61% em agosto (verão); para os ácidos monoinsaturados observaram valores mínimos de 16,55% em fevereiro (inverno) e máximos de 18,87% em abril (primavera) e os poliinsaturados apresentaram resultados semelhantes aos do presente estudo, mínimos de 32,7% em agosto (verão) e máximos de 42,79% em janeiro (inverno).

Martino e Cruz (2004) verificaram nas estações primavera, verão, outono e inverno, os seguintes percentuais: saturados (28,9%, 25,4%, 26,1% e 17,1%); monoinsaturados (12,1%, 23,7%, 15,5% e 8,6%); poliinsaturados (24,6%, 15,7%, 27,2% e 25,5%). Com exceção dos monoinsaturados, os demais ácidos graxos apresentaram percentuais bem abaixo dos detectados no presente estudo.

Lira *et al.* (2004) constataram no período da primavera e verão em moluscos bivalves (sururu, maçunim e unha de velho) os seguintes percentuais: saturados (52,88%, 46,97%, e 46,54%); monoinsaturados (17,33%, 13,21%, e 22,70%); poliinsaturados (32,22%, 28,59%, e 28,32%). Observa-se que, apenas os teores dos ácidos graxos saturados das ostras desta pesquisa apresentaram valores semelhantes aos dos moluscos bivalves.

Parisenti (2006) obteve em ostras (*C. gigas*) durante o verão e primavera, as seguintes proporções de ácidos graxos: saturados (31,57% e 34,14%); monoinsaturados (14,22% e 17,26%); poliinsaturados (45,19% e 37,63%). Ao serem comparados os dados do verão com os do presente estudo para a mesma estação, constata-se que este autor obteve percentuais inferiores de saturados e poliinsaturados enquanto o percentual para os monoinsaturados foi bem aproximado.

Tão importante quanto a detecção dos ácidos graxos essenciais nos alimentos é a proporção adequada do consumo desses ácidos. Uma relação ômega-3 e ômega-6 apropriada, é muito importante para manter a produção de eicosanóides em um nível de equilíbrio perfeito (Martino, 2003).

Os ácidos graxos das famílias n-6 e n-3 são obtidos por meio da dieta ou produzidos pelo organismo a partir dos ácidos linoléico e alfa-linolênico, pela ação de enzimas alongase e dessaturase. Os seres humanos podem dessaturar e alongar o ácido linolênico (C18:3 n3) em EPA (C20:5 n3) e DHA (C22:6 n3), o mesmo ocorrendo com o ácido linoléico (C18:2 n6) originando o araquidônico (C20:4 n6). Os ácidos graxos das famílias n-6 e n-3 competem pelas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongamento da cadeia. Embora essas enzimas tenham maior afinidade pelos ácidos da família n-3, a conversão do ácido α -linolênico em EPA e DHA é fortemente influenciada pelos níveis de ácido linoléico na dieta (Martin *et al.* 2006).

Assim, a razão entre a ingestão diária de alimentos fonte de ácidos graxos n-6 e n-3 assume grande importância na nutrição humana, resultando em várias recomendações que têm sido estabelecidas por vários órgãos de saúde em diferentes países (Martin *et al.* 2006).

As razões de 2:1 a 3:1 têm sido recomendadas por alguns autores, por possibilitar uma maior conversão do ácido alfa-linolênico em DHA, que alcança o seu valor máximo em torno de 2,3:1 (Masters, 1996 e Martin *et al.* 2006).

No presente trabalho, a razão entre os ácidos graxos n-6 e n-3 (Tabela 3), foi de 0,16:1 (verão) e 0,12:1 (inverno).

Linehan *et al.* (1999) verificaram em ostras (*C. gigas*), razão n-6/n-3 de 0,17:1 em março (inverno) e 0,23:1 de julho a setembro (verão). Martino e Cruz (2004) obtiveram em ostras de mangue, proporção n-6/n-3 que variou de 0,2:1 a 0,5:1 ao longo do estudo.

Orban *et al.* (2006) ao estudarem o molusco bivalve (*Chamelea gallina*) coletado durante treze meses, obtiveram valores que variaram de 0,23:1 (verão) a 0,09:1 (inverno).

A qualidade nutricional do perfil lipídico das ostras (Tabela 4) demonstra que a razão entre os ácidos graxos poliinsaturados e saturados (P/S)

durante o verão (0,65) e inverno (0,84) encontra-se acima do limite estabelecido pelo Department of Health and Social Security (1984) que é de 0,45. Alimentos que possuam esta razão abaixo da recomendação devem ser considerados impróprios ao consumo devido sua potente indução do aumento do colesterol sanguíneo, o que não foi verificado nas ostras deste estudo. Entretanto, o índice P/S avaliado isoladamente tem recebido restrições, uma vez que não considera os efeitos metabólicos dos ácidos graxos monoinsaturados (Williams, 2000).

Tabela 4. Índices de qualidade nutricional da fração lipídica das ostras de mangue (*Crassostrea rhizophorae*) da Barra de São Miguel cultivadas durante o verão e inverno

Ostras	P/S	HH	IA	IT
Verão	0,65	0,90	1,10	0,46
Inverno	0,84	1,11	1,01	0,35

P/S = Poliinsaturados/Saturados; HH = \sum hipocolesterolêmicos/ \sum hipercolesterolêmicos; IA = índice de aterogenicidade e IT = índice de trombogenicidade (Ulbricht; Southgate, 1991).

O Índice HH obtido foi de 0,90 (verão) e 1,11 (inverno). Este índice está relacionado diretamente ao metabolismo do colesterol e valores altos para esta relação são desejáveis do ponto de vista nutricional (Ramos Filho *et al.*, 2008). Já o índice de aterogenicidade (IA), que relaciona os ácidos pró-aterogênicos (láurico, mirístico e palmítico) e os anti-aterogênicos (oléico e os poliinsaturados) detectado nas ostras foi de 1,10 (verão) e 1,01 (inverno). Ramos Filho *et al.* (2008) esclarece que em contraste à relação HH, valores mais baixos para IA são recomendáveis à dieta.

Quanto ao índice de trombogenicidade foi detectado 0,46 no verão e 0,35 no inverno. Segundo Ulbricht e Southgate (1991) os ácidos graxos saturados mirístico, palmítico e esteárico são considerados pró-trombogênicos e os insaturados são caracterizados como anti-trombogênicos assim, razões quanto menores para este índice são almejadas do ponto de vista dietético.

Colesterol e óxidos de colesterol (OsC) livres: 7 ceto, 7 α -OH, 7 β -OH e 25-OH

As ostras apresentaram baixos teores de colesterol (Tabela 5), representando fator dietético importante na saúde humana relacionado à prevenção de doença coronariana aterosclerótica. Houve diferença estatística significativa ($p < 0,01$), apresentando concentração um pouco mais elevada deste esterol no inverno, o que demonstra uma variação sazonal.

Os teores de colesterol detectados nas ostras estão muito abaixo dos limites de ingestão diária recomendado pelo National Cholesterol Education Program (NCEP) (2002), $< 300 \text{mg}/100\text{g}$ e pela IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemia (2007), que recomendam uma ingestão de colesterol menor que $200 \text{mg}/100\text{g}$.

Tabela 5. Teor de colesterol e óxidos de colesterol (7-alfa, 7-Ceto e 7-beta) das ostras de mangue (*Crassostrea rhizophorae*) coletadas durante o verão e inverno

Ostras	Colesterol (mg/100g)	7-alfa ($\mu\text{g/g}$)	7-Ceto ($\mu\text{g/g}$)	7-beta ($\mu\text{g/g}$)
Verão*	48,99 ^a	7,00 ^a	2,3 ^a	ND**
Inverno*	54,43 ^b	41,16 ^b	9,2 ^b	ND**

*Média de 17 amostras analisadas em duplicata. Na mesma coluna, médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ($p < 0,01$) pelo teste de Wilcoxon. **Não detectado

Parisenti (2006) descreveu em ostras do Pacífico (*C. gigas*) resultados bem inferiores aos do presente estudo, onde foram encontrados $3,5 \text{mg}/100\text{g}$ de colesterol durante o verão e $12,3 \text{mg}/100\text{g}$ na primavera.

Estudo realizado por Orban *et al.* (2006) refere que o colesterol foi o esterol prevalente em todas as estações, porém a variação de $28,3$ a $34,2 \text{mg}/100\text{g}$ não foi significativa ao longo do ano.

O colesterol é encontrado nos alimentos associado a outros lipídeos. A oxidação desses lipídeos pode levar à oxidação do colesterol, principalmente se estiverem presentes ácidos graxos poliinsaturados, que são mais facilmente oxidáveis. A presença de oxigênio, calor, radiação e metais de transição desencadeiam o processo oxidativo (Kim *et al.* 1993 *apud* Moura e Tenuta-Filho, 2002).

Alimentos submetidos a processos tecnológicos que requerem altas temperaturas apresentam um grande potencial para produção de óxidos de colesterol (OsC) oriundos da oxidação do colesterol. Inúmeras evidências indicam que os óxidos de colesterol são potencialmente citotóxicos, aterogênicos, mutagênicos e carcinogênicos (Sampaio *et al.*, 2007).

Estudos científicos identificaram mais de oitenta produtos da oxidação do colesterol. Os mais freqüentes 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) (Tai *et al.*, 1999).

Dentre todos os óxidos encontrados em alimentos, o 25-OH e o Triol são considerados os mais citotóxicos, pois podem inibir completamente o crescimento e o desenvolvimento celular (Baggio, 2004). No entanto, o 7-cetocolesterol tem sido utilizado como o principal indicador da oxidação do colesterol por ser produzido em maior quantidade nas primeiras fases do processo oxidativo (Zunnin, 1995).

Diversos autores têm analisado o conteúdo de óxidos de colesterol em pescado e derivados, obtendo em todos os casos uma grande diversidade de resultados, atribuídos a diferente natureza da matéria prima, aos distintos tipos de tratamentos culinários a que foram submetidos e ao processo de conservação aplicado em cada caso (Pickova e Dutta, 2003).

O presente estudo detectou a presença de óxidos de colesterol nas ostras durante o verão e inverno, respectivamente: 7-alfa (7,0 $\mu\text{g/g}$ e 41,16 $\mu\text{g/g}$), 7-ceto (2,3 $\mu\text{g/g}$ e 9,2 $\mu\text{g/g}$) (Tabela 5). A diferença estatística foi significativa ($p < 0,01$) para todos os óxidos nas duas estações.

Segundo Paniangvait *et al.* 1995, os alimentos frescos originalmente não deveriam conter óxidos de colesterol. Porém, nem sempre é isto que se observa. Os poucos estudos que quantificaram óxidos de colesterol em produtos frescos apresentaram resultados bastante variáveis.

Na literatura consultada não foi relatado nenhum estudo mencionando a dosagem de óxidos de colesterol em ostras cruas, que é o objeto do presente

estudo. Portanto, foram feitas algumas comparações com outras espécies de pescado.

Moura *et al.* (2002) constataram em camarão-rosa fresco (*Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*) a ocorrência de 7-cetocolesterol livre em concentrações que variaram entre 0,185 e 0,366 $\mu\text{g/g}$, com valor médio de 0,230 $\mu\text{g/g}$. Enquanto que Moura e Tenuta-Filho (2002) ao analisarem a mesma espécie de camarão-rosa fresco durante o inverno, obtiveram concentrações de 1,2 $\mu\text{g/g}$ de 7-cetocolesterol.

Echarte *et al.* (2005) detectaram em lagostas frescas teores de 3,96 $\mu\text{g/g}$ de 7-ceto e 5,17 $\mu\text{g/g}$ de 7-beta, embora não tenha sido especificada a estação do ano em que foram realizadas as análises. Já Oliveira *et al.* (2008) obtiveram 8,31 $\mu\text{g/g}$ de 7-ceto em peixe mandim fresco durante o outono.

A ostra de mangue é um alimento consumido com grande frequência na forma crua, o que conserva a integridade dos seus constituintes químicos sem provocar grandes transformações estruturais ou surgimento de compostos nocivos à saúde do homem.

No entanto, apesar do relevante papel na alimentação não tem sido estudada em relação a formação de óxidos de colesterol. Considerando a crescente preocupação com o fenômeno da oxidação, novas pesquisas são necessárias em razão das possíveis implicações destes óxidos sobre a saúde humana, assim como também são necessários a realização de estudos para que quantidades inócuas de consumo possam ser estabelecidas.

Os resultados obtidos são muito importantes tanto do ponto de vista nutricional quanto econômico e poderão contribuir para uma maior difusão do consumo das ostras.

Conclusões

A variação sazonal influenciou o valor nutritivo das ostras de mangue e fatores biológicos, tais como o ciclo reprodutivo do molusco, também exerceram influência na composição química deste alimento.

As ostras apresentaram aspectos nutricionais positivos no inverno e no verão, no entanto, as que foram cultivadas no inverno demonstraram vantagens nutricionais devido aos mais elevados teores protéicos e de nutrientes funcionais, como somatório EPA+DHA, percentuais de poliinsaturados (n-3 e n-6), assim como menores teores lipídicos e de ácidos graxos saturados.

Os moluscos apresentaram baixos teores de colesterol nas duas estações, muito inferiores ao limite recomendado, sendo a concentração detectada no verão, mais favorável. Os óxidos de colesterol 7-alfa e 7-ceto apresentaram menores concentrações no verão, no entanto ainda não foram estabelecidos limites de quantidades inócuas ao consumo.

Os índices de qualidade nutricional dos lipídeos apresentaram-se mais favoráveis durante o inverno.

Referências

ALVARENGA, L.; NALESSO, R. C. Preliminary assessment of the potential for mangrove oyster cultivation in Piraquê-açu river estuary (Aracruz-Es). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n.1, p. 163-169, 2006.

Association Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**: AOAC,1990.

BAGGIO, S. R. **Óxidos de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em produtos cárneos processados**. Campinas. (Tese de Doutorado- Faculdade de Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas, 2004.

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. **Investe NE Brasil**. Mail Clipping n.71 de 16 de setembro de 2005. Disponível em: www.bnb.gov.br .Acesso em: mai. 2008.

BARARDI, C. R. M.; SANTOS, C. S.; SIMÕES, C. M. O. Ostras de qualidade em Santa Catarina. **Revista Ciência Hoje**, v. 29, n.172, p. 1-4, 2001.

BONACINA, M.; QUEIROZ, M. I. Elaboração de empanado a partir da corvina (*Micropogonias furnieri*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p.544-552, 2007.

BONANOME, A.; GRUNDY, S. M. **Workshop on monounsaturated fatty acids. Arteriosclerosis**, Dallas 1988; v.7, n.6, p. 644-648.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste. Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do nordeste do Brasil: 2001. Tamandaré, 2002.

CHAPARRO, O. R. **Manual de cultivo de la ostra chilena (*Ostrea chilensis*)**. Ed Universidad Austral do Chile/Inst de Biología Marina, 16p. 1998.

CSALLANY, A. S.; AYAZ, K. L. Quantitative determination of organic solvent soluble lipofrescin pigments in tissues. **Lipids**, v. 11, n.11, p. 412-417, 1976.

CURI, R.; POMPÉIA, C.; MIYSAKA, C. K.; PROCÓPIO, J. **Entendendo as gorduras: Os ácidos graxos**. Manole, 1ª ed 2002.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. Diet and cardiovascular disease. **Report on Health and Social Subjects**, 1984; n. 28. London: HMSO.

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.

ESTEVES, F. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª Ed. Interciência, 602p. 1998.

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

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*) capturados no Estado do Rio de Janeiro. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.20, n.2, p.355-362, 2002.

FURLAN, E. F.; GALVÃO, J. A.; SALÁN, V. A. Y.; OETTERER, M. Estabilidade físico-química e mercado do mexilhão (*Perna perna*) cultivado em Ubatuba-SP. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n.3, p. 787-792, 2007.

GALVÃO, M. S. N. Aspectos reprodutivos da ostra *Crassostrea brasiliana* de manguezais do estuário de Cananéia. **Boletim do Instituto da pesca**, v. 26, n. 2, p. 27-42, 2000.

GREENBERG, A. E; CLESCERI, L. S; EATON, A. D. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**, 18th Ed.,1992.

HARTMAN, L.; Lago R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Lab Pract**, v. 22, n. 8, p. 475-476, 1973.

IV DIRETRIZ BRASILEIRA SOBRE DISLIPIDEMIA E DIRETRIZ DE PREVENÇÃO DE ATEROSCLEROSE DO DEPARTAMENTO DE ATEROSCLEROSE DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**. (suplemento I), v. 88, p. 10, Abril 2007.

KIM, S. K.; NAWAR, W. W. Parameters influencing cholesterol oxidation. **Lipids**, v.28, n. 10, p. 917-922, 1993.

KRIS-ETHERTON, P.; YU, S. Individual fatty acids effects on plasma lipids and lipoproteins; human studies. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.65, p. 1628-1644, 1997.

LINEHAN, G. L, O'CONNOR, T. P.; BURNELL, G. Seasonal variation in the chemical composition and fatty acid profile of pacific oysters (*Crassostrea gigas*). **Food Chemistry**, v. 64, p. 211-214, 1999.

LIRA, G. M.; MANCINI FILHO, J, SANT'ANA, L. S.; TORRES, R. P., OLIVEIRA, A. C.; OMENA, C. M. B.; NETA, M. L. S. Perfil de ácidos graxos, composição centesimal e valor calórico de moluscos crus e cozidos com leite de coco da cidade de Maceió-Al. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 40, n. 4, p. 529-537, 2004.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 10ª ed, São Paulo: Roca; 2005.

MAIA, E. L.; OLIVEIRA, C. C. S.; SANTIAGO, A. P.; CUNHA, F. E. A.; HOLANDA, F. C. A.; SOUSA, J. A. Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce curimatã comum, *Prochilodus cearensis*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n. 3, p. 433-37, 1999.

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

MARTINO, R. C. Exigências e cuidados da adição de lipídeos em rações para peixes e sua importância para o homem- parte II. Panor. **Aquiculture**, v.74, p. 58-60, 2003.

MARTINO, R. C.; Cruz, G. M. Proximate Composition and Fatty Acid Content of the Mangrove Oyster *Crassostrea rhizophorae* Along the Year Seasons. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 6, p. 955-960, 2004.

MASTERS, C. n-3 Fatty acids and the peroxisome. **Molecular and Cellular Biology**, v.165, n. 2, p. 83-93, 1996.

MILNER, N. At the Cutting Edge: Using Thin Sectioning to Determine Season of Death of the European Oyster, *Ostrea edulis*. **Journal of Archaeological Science**, v.28, p. 861-873, 2001.

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

MOURA, A. F.; TENUTA FILHO, A. Efeito do processamento sobre os níveis de colesterol e 7-cetocolesterol em camarão rosa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 117-121, 2002.

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.

OLIVEIRA, A. C. M.; HIMELBLOOM, B.; CRAPO, C. A.; VORHOLT, C.; FONG, Q.; RALONDE, R. Quality of Alaskan Maricultured Oysters (*Crassostrea gigas*): A one-year Survey. **Journal Food Science**. v.71, n. 9, 2006.

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.; JÚNIOR, C. R. C. Efeito do beneficiamento sobre o valor nutricional do peixe mandim (*Arius spixii*). Aceito para publicação na **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas/Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**.

ORBAN, E.; G. D.; NEVIGATO, T.; CASINI, I.; MARZETTI, A.; CAPRONI, R. Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian sites. **Food Chemistry**, 2002; v. 77, p. 57-65.

ORBAN, E.; LENE, G. D.; NEVIGATO, T.; CASINI, I.; CAPRONI, R. SANTARONI, G.; GIULINI, G. Nutricional and commercial quality of the striped Venus clam (*Chamelea gallina*), from the Adriatic sea. **Food Chemistry**, v. 101, p.1063-1070, 2006.

PANIANGVAIT, P.; KING, A. J.; JONES, A. D.; GERMAN, B. G. Cholesterol oxides in foods of animal origin. A critical review. **Journal Food Science**, v. 60, n. 6, p. 1159-1174, 1995.

PARISENTI, J. **Determinação dos esteróis e ácidos graxos em ostras (*Crassostrea gigas*) da região de Florianópolis-SC e efeito do seu consumo no colesterol sérico de ratas (*Rattus norvegicus*)**. (Dissertação de Mestrado), UFSC. 2006.

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

PEREIRA, O. M.; CHAGAS SOARES, F. Análise da criação de ostra C.b (Lamarck, 1819), no sítio Guarapari, na região Lagunar-Estuarina de Cananéia-SP. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 23, p. 135-142, 1996.

PEREIRA, O. M., HENRIQUES, M. B.; ZENEBO, O.; SAKUMA, A. S.; KIRA, C. Determinação dos teores de Hg, Pb, Cd, Cu, e Zn em moluscos (*Crassostrea brasiliana*, *Perna perna* e *Mytella falcata*). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 61, n.1, p. 19-25, 2002.

PEREIRA, O. M.; MACHADO, I. C.; HENRIQUES, M. B.; YAMANAKA, N. Crescimento da ostra *Crassostrea brasiliana* semeada sobre tabuleiro em diferentes densidades na região estuarino-lagunar de Cananéia-SP. **Boletim do Instituto da pesca**, v. 27, n. 2 ,p.163-174, 2001.

PICKOVA, J.; DUTTA, P. C. Cholesterol oxidation in some processed fish products. **Journal American Oil Chemistry Society**, v.80, n.10, p. 993-996, 2003.

PORTELLA, C. G. **Avaliação da qualidade da ostra nativa *Crassostrea brasiliana* congelada em concha em função da composição química e análise sensorial**. (Dissertação de Mestrado) UNESP, Centro de Aqüicultura, 2005.

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. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 361-365, 2008.

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 dried shrimp. **Food Chemistry**, v.95, n.2, p.344-51, 2006.

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.

SCHARAMM, M. A. **Caracterização e aproveitamento de mexilhões *Perna perna* (Linné, 1758)**. (Monografia de Graduação), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Porto Alegre-Universidade do Rio Grande do Sul, 1993.

SILVA, A.D.R. **Conteúdo estomacal de *Crassostrea rhizophorae* cultivadas em Alagoas**. (Monografia de Graduação) Ciên Biol – UFAL, 118p, 2006.

TAI, C. Y.; CHEN, Y. C.; CHEN, B. H. Analysis, formation and inhibition of cholesterol oxidation products in food: an overview (Part I). **Journal Food Drug Anall**, v. 7, n. 4, p. 243-257, 1999.

TRAMONTE, V. L. C. G.; PARISENTI, J.; FACCIN, G. L. Composição Nutricional de ostras *in natura* e cozidas, coletadas em diferentes estações do ano. **Higiene Alimentar**, v.19, n.134, p. 31-34, 2005.

TUNDINSI, J. G. O plâncton estuarino. Inst. Oceanogr. –USP. **Ocean Biology**, v.19, p. 1-22, 1970.

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

VICENTI, S. J. V. **Formação de óxidos de colesterol em hambúrguer bovino em função do binômio tempo/temperatura de preparação**. (Tese de Mestrado) Faculdade de Saúde Pública-USP, 77p. 2003.

VINATEA, L. A. **Princípios químicos da qualidade de água em aqüicultura**. Florianópolis: UFSC, 1997. 166p.

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

ZUNNIN, P. Cholesterol oxidation in baked foods containing fresh and powdered eggs. **Jounal Food Science**, v.60, n. 5, p. 913-91, 1995.

REFERÊNCIAS

BADOLATO, E. S. G.; CARVALHO, J. B.; AMARAL, M. M. R. P.; CAMPOS, N. C.; AUED-PIMENTEL, S.; MORAES, C. Composição centesimal de ácidos graxos e valor calórico de cinco espécies de peixes marinhos nas diferentes estações do ano. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.54, n.1, p.27-35, 1994.

BARARDI, C. R. M.; SANTOS, C. S.; SIMÕES, C. M. O. Ostras de qualidade em Santa Catarina. **Revista Ciência Hoje**, v. 29, n.172, p. 1-4, 2001.

BONACINA, M.; QUEIROZ, M. I. Elaboração de Empanado a partir da corvina (*Micropogonias furnieri*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p.544-552, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Secretaria Especial da Aquicultura e Pesca da Presidência da República**- SEAP/PR, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)**. Aprovado pelo Decreto n. 30.691, 29 mar. 1952, alterado pelos Decretos n. 1255, 25 jun. 1962, 1236, 02 set. 1994, 1812, 08 fev. 1996 e 2244, 04 jun. 1997.

CELIK, M.; DILER, A.; KÜÇÜKGÜLMEZ, A. A comparison of the proximate composition and fatty acid profiles of zander (*Sander lucioperca*) from two different regions and climatic conditions. **Food Chemistry**, v.92, n.4, p.637-641, 2005.

PARMIGIANI, P.; TORRES, R. A caminho da elite do agronegócio. **Revista Aquicultura e Pesca**, 10^a Ed, p.26-34, 2005.

SILVA, A.D.R. **Conteúdo estomacal de *Crassostrea rhizophorae* cultivadas em Alagoas**. (Monografia de Graduação) Ciên Biol – UFAL, 118p, 2006.

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

ANEXOS



Foto 1



Foto 2



Foto 3

Fotos 1, 2 e 3 : Local de cultivo das ostras (*Crassostrea rhizophorae*)



Foto 4



Foto 5



Foto 6

Fotos 4, 5 e 6: Medição da temperatura da água



Foto 7



Foto 8



Foto 9

Fotos 7, 8 e 9: Preparo da amostra