

**JANE PARISENTI**

**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*)**

Florianópolis

2006

**JANE PARISENTI**

**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 apresentada ao Programa de Pós Graduação em Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito final à obtenção do título de Mestre em Nutrição.

Orientadora: Prof. Dra. Vera Lúcia Cardoso Garcia Tramonte

Florianópolis

2006

**JANE PARISENTI**

**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 aprovada como requisito final à  
obtenção do título de Mestre em Nutrição no  
Centro de Ciências da Saúde da Universidade  
Federal de Santa Catarina pela banca  
examinadora:

---

Orientadora: Profa. Dra. Vera Lúcia Cardoso Garcia Tramonte

---

Membro: Profa. Dra. Silvia M. F. Cozzolino

---

Membro: Prof. Dr. Luis Henrique Beirão

---

Suplente: Profa. Dra. Jussara Gazzola

Florianópolis.

À minha mãe como agradecimento.

Ao meu marido com amor.

À minha filha pela recompensa.

## AGRADECIMENTOS

- À Fazenda Marinha Atlântico Sul pelo fornecimento das ostras e confiança na pesquisa.
- À Profa. Dra. Vera Lúcia Cardoso Garcia Tramonte, pela orientação do trabalho e compreensão durante esta fase tão especial.
- Ao Prof. Dr. Luiz Henrique Beirão pela disponibilidade em todos os momentos e empréstimo do laboratório.
- Ao Prof. Dr. Daniel Barrera Arrellano e ao Dr. Renato Grimaldi do Laboratório de Óleos e Gorduras da UNICAMP/SP, pela cortesia nas análises de ácidos graxos e esteróis e atenção em todos os momentos.
- A todo pessoal do laboratório de Nutrição Experimental: Gerson Luis Faccin, Roberta Ribeiro, Amanda Del Rei Fagundes, Maria Gabriela C. M. Villamayor, Mariana Vincenzi Aveiro, Lina Cláudia Sant'anna e Alessandra Erdmann que auxiliaram em toda fase experimental.
- À mestranda, amiga e colaboradora de todas as horas Roberta Caetano.
- Ao Prof. Dr. Marco Peres pelo auxílio estatístico.
- À Nutricionista Janaina das Neves pela ajuda voluntária.
- Ao técnico Luciano Valdomiro Gonzaga pela realização de análises e por inúmeros auxílios em momentos de dúvidas.
- Aos Profs. Edson da Silva, Jussara Gazzola, Ricardo Tramonte, Elizabet Wazlawik e Sandra R. P. Avancini pelo auxílio.
- Aos meus pais Dilceo e Gema pela compreensão e ajuda e aos meus irmãos Eliana, Ronaldo e Mateus pelo estímulo.
- Ao meu marido Andrey e minha filha Giulia que acompanharam, participaram e deram força em todas as etapas desse trabalho. Sem vocês não seria possível.

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*).** Florianópolis, 2006. (Dissertação de Mestrado – Nutrição) – Universidade Federal de Santa Catarina.

## RESUMO

As ostras apresentam importante valor nutritivo sendo consideradas fontes de proteínas e minerais. A composição das ostras pode variar conforme a espécie, grau de maturação sexual, local de cultivo, disponibilidade de alimentos, estação do ano e temperatura da água de cultivo. O objetivo deste trabalho foi analisar a composição centesimal, o teor de ácidos graxos e esteróis de ostras cultivadas em Florianópolis em dois períodos do ano e avaliar os efeitos do consumo de ostras sobre os níveis de colesterol total e lipoproteínas plasmáticas em ratas. Os animais foram distribuídos em 4 grupos de 7 animais cada, sendo grupo Controle (C), Controle + ostras (CO), hipercolesterolêmico (H) e hipercolesterolêmico + ostras (HO). O grupo C recebeu ração AIN-93M, o grupo CO ração semelhante à C, com substituição de 50% do óleo de soja e parte da caseína por ostras desidratadas, o grupo H ração semelhante à C com substituição de 50% do óleo de soja por banha e acréscimo de 1% de colesterol e o grupo HO ração semelhante a H com substituição do óleo de soja restante e de parte da caseína por ostras. As ostras coletadas na primavera apresentaram maior teor de proteínas, carboidratos, lipídeos e maior proporção de ácidos graxos polinsaturados que as do verão, sendo que ambas apresentaram boas quantidades de ômega-3, 550mg/100g (verão) e 892mg/100g (primavera). Além disso, as ostras da primavera apresentaram maior proporção de esteróis totais que as do verão, entretanto, somente 42% (verão) e 45% (primavera) desses esteróis apresentaram-se sob a forma de colesterol. Ao final do experimento todos os grupos diminuíram o CT, os grupos CO e HO diminuíram a fração HDLc e os grupo C e H diminuíram a fração LDLc+VLDLc. A ração H não apresentou efeito hipercolesterolêmico nas ratas. As ostras de Florianópolis possuem características nutricionais importantes, são fontes de proteínas de alto valor biológico e lipídeos benéficos à saúde incluindo o ômega-3. Além disso, possuem baixo valor calórico e baixo teor de colesterol, sendo que sua composição varia conforme a estação do ano. Pelo seu valor nutritivo, as ostras em quantidades e formas de preparo adequadas, podem fazer parte de uma dieta saudável. São necessários mais estudos para verificar o real efeito das ostras sobre o perfil lipídico em animais e humanos.

Palavras chaves: ostras, composição nutricional, ácidos graxos, colesterol

PARISENTI, J. **Determination of sterols and fatty acids in oyster (*Crassostrea gigas*) from Florianópolis – SC and effects of oyster consumption on cholesterol and lipoproteins in rats (*Rattus norvegicus*)**. Florianópolis, 2006. (Dissertação de Mestrado – Nutrição) – Universidade Federal de Santa Catarina.

#### Abstract

Oysters show great nutritive importance, and they are considered important sources of proteins and minerals. The composition of oysters varies according to several factors, such as species, sexual maturation, place of culture, availability of food, season of the year, and water temperature. The objective of this study was to determine the centesimal composition, and the concentration of steroids and fatty acids of oysters cultured in Florianópolis in two different periods of the year, and evaluate the effects of oyster consumption on cholesterol in rats. The animals were distributed into four groups of seven: control group (C), control + oysters (CO), hypercholesterolemic (H), and hypercholesterolemic + oysters (HO). Group C was fed with AIN-93M; CO also received AIN-93M with dehydrated oysters was substituted for soy oil (50%) and part of the casein; H group received a similar ration to that given to C, with lard was substituted for soy oil (50%) and the addition of 1% cholesterol; group HO received the same ration as H, with dehydrated oysters was substituted for remaining soy oil and part of the casein. The oysters collected during the spring showed a higher concentration of proteins, carbohydrates and lipids, as well as a higher proportion of polyunsaturated fatty acids than the ones collected during the summer. Even so, both samples showed good quantities of omega-3: 550mg/100g (summer) and 892mg/100g (spring). The oysters collected during the spring showed a higher proportion of total steroids; however, only 42% (summer) and 45% (spring) of these steroids were cholesterol. At the end of the experiment, all the groups decreased CT levels, groups CO and HO decreased HDLc levels, and groups C and H decreased LDLc+VLDLc levels. Ration H did not show any hypercholesterolemic effect in rats. The oysters from Florianópolis have important nutritional characteristics, as they are sources of protein with high biological value and lipids which are good for the health, including omega-3. They show low caloric value and low concentration of cholesterol, yet their composition varies with seasonal changes. Due to their nutritional value, the oysters may be part of a healthy diet, as long as the adequate quantity and form of preparation are followed. Further studies are still necessary so as to verify the real effects of oysters on lipid profiles in animals and human.

Key words: oysters, nutritional composition, fatty acids, cholesterol.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Ciclopentano peridrofenantreno, estrutura básica dos esteróis.....	23
<b>Figura 2</b> - Ação dos fitoesteróis. ( ) efeito do fitoesterol; ABC: transportador.....	25
<b>Figura 3</b> – Ostra <i>Crassostrea gigas</i> .....	29
<b>Figura 4</b> - Ácidos graxos (g/100g) das ostras e salmão.....	42
<b>Figura 5</b> - Teor de colesterol (mg/100g) de ostras <i>in natura</i> .....	45
<b>Figura 6</b> – Lipídeos totais (g%) das ostras, carne de frango, bovina e suína.....	46
<b>Figura 7</b> – Colesterol (mg%) das ostras, carne de frango, bovina e suína.....	46
<b>Figura 8</b> – Ácidos graxos (% do total lipídico) das ostras, carne de frango, bovina e suína.....	47
<b>Figura 9</b> - Ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados (%) nas rações controle e experimentais.....	52
<b>Figura 10</b> – Ácidos graxos (%) da ração C e variação dos lipídeos séricos (mg/dL) das ratas do grupo C.....	64
<b>Figura 11</b> – Ácidos graxos (%) da ração CO e variação dos lipídeos séricos (mg/dL) das ratas do grupo CO.....	64
<b>Figura 12</b> – Ácidos graxos (%) da ração H e variação dos lipídeos séricos (mg/dL) das ratas do grupo H.....	65
<b>Figura 13</b> – Ácidos graxos (%) da ração HO e variação dos lipídeos séricos (mg/dL) das ratas do grupo HO.....	65



## LISTRA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Composição centesimal (g%) e valor calórico (Kcal/100g) das ostras ( <i>Crassostrea gigas</i> ) <i>in natura</i> coletadas no verão e na primavera de 2005, em Florianópolis.....	35
<b>Tabela 2</b> - Valor nutricional (g%) e calorias (Kcal/100g) de ostras <i>in natura</i> em diferentes estudos.....	37
<b>Tabela 3</b> - Composição em ácidos graxos (em porcentagem e mg/100g) das ostras ( <i>Crassostrea gigas</i> ) <i>in natura</i> coletadas no verão e primavera de 2005, em Florianópolis.	38
<b>Tabela 4</b> - Composição em ácidos graxos (% do total de ácidos graxos) das ostras ( <i>Crassostrea gigas</i> ) coletadas em Florianópolis e de outros frutos do mar.....	39
<b>Tabela 5</b> – Teor de esteróis (%) e total de esteróis (mg/100g) das ostras ( <i>Crassostrea gigas</i> ) coletadas no verão e primavera de 2005, em Florianópolis.....	43
<b>Tabela 6</b> - Porcentagem (% do total de esteróis) e teor total (mg/100g) de esteróis das ostras ( <i>Crassostrea gigas</i> ) coletadas em Florianópolis e de moluscos marinhos.....	44
<b>Tabela 7</b> - Ingredientes (g) para o preparo de 1 quilo das rações controle e experimentais.....	50
<b>Tabela 8</b> – Composição nutricional (por 100g) das rações controle e experimentais.....	51
<b>Tabela 9</b> – Valores de média e desvio padrão do consumo alimentar total, ganho de peso corporal em gramas e coeficiente de eficácia alimentar (CEA) das rações controle e experimentais.....	53
<b>Tabela 10</b> - Valores de média e desvio padrão do peso do fígado em gramas e da relação peso fígado/peso total, dos animais dos grupos experimentais, no final do experimento.....	55
<b>Tabela 11</b> – Valores de média e desvio padrão do colesterol total (inicial, final e variação) dos diferentes grupos experimentais.....	57
<b>Tabela 12</b> – Valores de média e desvio padrão de HDLc (inicial, final e variação) dos diferentes grupos experimentais.....	58
<b>Tabela 13</b> – Valores de média e desvio padrão da relação HDLc / CT (inicial, final e variação) dos diferentes grupos experimentais.....	59
<b>Tabela 14</b> – Valores de média e desvio padrão de LDLc+VLDLc (inicial, final e variação) dos diferentes grupos experimentais.....	60

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Efeito dos lipídeos marinhos em comparação a outros lipídeos, na colesterolemia em animais.....	62
<b>Quadro 2</b> – Efeito dos lipídeos marinhos na colesterolemia em humanos.....	63

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	13
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1 A ostra como alimento .....	15
2.2 Evolução da produção de moluscos marinhos .....	16
2.3 Caracterização da Ostra <i>Crassostrea gigas</i> .....	17
2.4 Valor nutritivo dos frutos do mar .....	18
2.5 Lipídeos alimentares .....	20
2.6 Lipídeos marinhos e saúde .....	21
2.7 Esteróis alimentares.....	24
3 OBJETIVOS.....	29
3.1 Objetivo geral.....	29
3.2 Objetivos específicos.....	29
4 Materiais e MÉTODOS .....	30
4.1 Ostras.....	30
4.2 Delineamento experimental.....	30
4.3 Animais experimentais .....	31
4.4 Rações experimentais .....	32
4.5 Avaliação da eficácia alimentar .....	32
4.6 Análise das amostras e das rações experimentais .....	33
4.6.1 Análise da composição centesimal.....	33
4.6.2 Análise de ácidos graxos e esteróis .....	33
4.7 Sacrifício e coleta de tecidos dos animais experimentais .....	34
4.8 Análise dos lipídeos séricos dos animais experimentais .....	35
4.9 Análise Estatística .....	35
5 resultados e discussão.....	36
5.1 Composição das ostras .....	36
5.2 Ensaio biológico.....	51
5.2.1 Composição das rações experimentais.....	51
5.2.2 Consumo de ração, ganho de peso e CEA .....	53
5.2.3 Peso do fígado .....	55
5.2.4 Lipídeos séricos.....	57
5.2.5 Considerações importantes.....	68
6 Conclusões .....	69

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
---------------------------------	----

## 1 INTRODUÇÃO

Os frutos do mar apresentam importante valor nutritivo. São fontes de proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos essenciais e reduzido valor calórico (MEDEIROS, 2001; PIGOTT & TUCKER, 1990). Fornecem vitaminas em maiores concentrações que as carnes de animais terrestres e lipídios benéficos à saúde (PIGOTT & TUCKER, 1990; LINEHAN et al, 1999; TANAKA et al, 2003). De maneira geral são boas fontes de selênio, iodo, flúor, cobre, zinco e ferro e possuem boa biodisponibilidade (GORDON, 1988). As ostras e mexilhões cultivados no Brasil são excelentes fontes de zinco, ferro e cobre (PEDROSA & COZZOLINO, 2001).

A produção de moluscos marinhos tem grande importância comercial no Brasil, que se destaca como principal produtor de mexilhões e ostras da América Latina (LIMA et al, 2001), sendo o estado de Santa Catarina o maior produtor nacional (SANTOS, 2001a).

Apesar desse importante valor nutritivo e econômico/comercial para nossa região, grande parte da população desconhece o verdadeiro valor nutricional e considera esses alimentos fontes de colesterol e gorduras prejudiciais a saúde.

Vários estudos mostram que moluscos marinhos podem ser benéficos à saúde (PIGOTT & TUCKER, 1990; CHILDS et al, 1990; GONZÁLEZ et al, 2001; TANAKA et al, 2003; HE et al, 2003; TRONDSEN et al, 2004), em especial ao sistema cardiovascular devido as suas propriedades hipolipidêmicas (KIMURA, 1998).

Também deve-se considerar que o valor nutritivo dos moluscos depende da espécie e de vários fatores ambientais como o local de cultivo (KARAKOLTSIDIS et al, 1995). Mas em geral as tabelas de composição de alimentos não fornecem essas informações e apresentam dados obtidos com alimentos de outros países ou regiões, não correspondendo ao real valor nutritivo dos alimentos consumidos.

Faz-se necessário o conhecimento da composição química dos alimentos, pois estas informações são utilizadas pela indústria alimentícia no processamento, conservação e rotulagem de produtos; por serviços médicos, em especial nutricionistas, para recomendação dos alimentos na dieta de seus pacientes e pelo público em geral (HOLDEN, 1997; TORRES et al, 2000).

As possíveis variações na composição dos alimentos, bem como o conhecimento do real valor nutritivo desses alimentos justificam a necessidade de estudos com os frutos do mar da região de Florianópolis, pois não existem estudos analisando a quantidade de colesterol e ácidos graxos presentes nestes alimentos e quais os efeitos fisiológicos do seu consumo, impossibilitando a recomendação segura.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 A ostra como alimento

Os frutos do mar são utilizados na alimentação humana desde a antiguidade (PIGOTT & TUCKER, 1990). Os antigos romanos coletavam ostras em outras regiões e as armazenavam em tanques até serem consumidas (ARANA, 2004b). No litoral brasileiro o consumo de ostras e mexilhões é conhecido desde épocas remotas, fazendo parte dos costumes adquiridos dos indígenas (POLI, 2004).

Os achados mais antigos sobre o cultivo de ostras datam de 350AC na Grécia e 100AC na Itália. Os registros da primeira fazenda marinha de cultivo de ostras, como conhecidas atualmente, datam de 1624 no Japão (GOSLING, 2003).

Além de ser considerada um alimento saudável, na medicina chinesa as ostras são utilizadas como tônico contra fadiga e tratamento para pele (KIMURA et al, 1998).

Embora ainda exista o tabu alimentar quanto ao consumo dos frutos do mar, devido a cultura, hábito alimentar e ao desconhecimento do seu real valor nutritivo, Arana (2004b) relata que há uma tendência da modificação do hábito alimentar com aumento do consumo de moluscos marinhos, devido sua baixa densidade energética e alta concentração de proteínas.

No Brasil o consumo de alimentos de origem aquática é de aproximadamente 5,6kg/habitante/ano, muito abaixo da recomendação da Organização Mundial de Saúde (OMS) de 13,1kg/habitante/ano (ARANA, 2004a).

## 2.2 Evolução da produção de moluscos marinhos

O cultivo de frutos do mar vem aumentando gradativamente. Com o declínio da produção pesqueira, principalmente extrativista, e a demanda de produtos aquáticos de alto valor comercial e nutricional a aquicultura mundial ganha destaque. No Brasil, a mitilicultura cresce cerca de 145% ao ano (BRANDINI et al, 2000).

Em 1999 a produção de bivalves marinhos foi superior a 8,8 milhões de toneladas sendo a China o maior produtor mundial (GOSLING, 2003). Entre as ostras, a *Crassostrea gigas* é a espécie mais cultivada no mundo, sendo China, Japão e Coréia responsáveis por 92% da produção mundial (SPENCER, 2002).

O cultivo comercial de moluscos marinhos no Brasil teve início em 1971, em Salvador e em Santa Catarina, com a ostra *Crassostrea rhizophorae*, sem bons resultados (LCCM, 2003). Em 1974 chegou ao Brasil a ostra *Crassostrea gigas*, através de sementes importadas da Grã-Bretanha, para serem cultivadas na região de Cabo Frio/RJ. Foram realizadas várias tentativas de cultivo da ostra *Crassostrea gigas* em todo litoral e foi especialmente no litoral norte da ilha Santa Catarina que os resultados se mostraram promissores (POLI, 2004). Em Santa Catarina, as pesquisas e o cultivo de ostras ganhou impulso na década de 80 com o “Projeto Ostra” da Universidade Federal de Santa Catarina (ARANA, 1999).

Santa Catarina é o principal produtor nacional de moluscos marinhos, sendo a cidade de Florianópolis responsável por 80% da produção nacional de ostras (ALAMINO, 2004). Em 2002, a produção no estado ultrapassou 1,5 milhões de dúzias de ostras e a projeção para 2005 é chegar a 5 milhões de dúzias (SOUZA FILHO, 2003).

O litoral catarinense possui excelentes condições para o cultivo de moluscos marinhos tais como fatores biológicos (mexilhão *Perna perna* e ostra *Crassostrea gigas*), ambientais (condições geomorfológicas e oceanográficas), cultura marítima com disponibilidade de mão



de obra e desenvolvimento de tecnologias para esta atividade. Atualmente, desenvolve-se o cultivo das espécies *Perna perna* (mexilhão), *Crassostrea gigas* (ostra), *Crassostrea rhizophorae* (ostra) e *Nodipecten nodosus* (vieira) (ALAMINO, 2004).

A produção de ostras tornou-se uma alternativa viável para pescadores e empresários, sendo uma atividade com crescimento constante e importante fonte de renda da população local (POLI et al, 2004). As fazendas marinhas também auxiliam na repovoação das baías com espécies de peixes que estavam desaparecendo e camarões que ficam protegidos das redes de pescadores (HEBARIO, 2004). A introdução do cultivo, em especial de ostras, despertou o interesse ambiental dos pequenos pescadores em relação à preservação da água do mar, já que a qualidade das ostras depende do meio ambiente (POLI, 2004).

Existem atualmente cerca de 1000 produtores de moluscos e 13 associações de maricultores no litoral de Santa Catarina (BARARDI et al, 2001). Os principais municípios ostreicultores são Florianópolis, Penha, Governador Celso Ramos, Bombinhas, Palhoça e Porto Belo, totalizando 67 produtores, sendo 52 só em Florianópolis (LCCM, 2003).

### **2.3 Caracterização da Ostra *Crassostrea gigas***

A ostra *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795) conhecida popularmente como Ostra do Pacífico ou Ostra Japonesa pertence ao filo Mollusca, classe Bivalvia, família Ostreidae e gênero *Crassostrea*. São organismos filtradores e alimentam-se principalmente de microalgas presentes no local de cultivo (LCCM, 2003). As ostras do gênero *Crassostrea* apresentam sexos separados, mas podem mudar de sexo após cada desova sendo consideradas hermafroditas seqüenciais (LCCM, 2003). Não há dimorfismo sexual aparente (SILVA, 1998).

## 2.4 Valor nutritivo dos frutos do mar

Os peixes e alguns frutos do mar são considerados alimentos importantes para a manutenção da saúde (TRONDSSEN et al, 2004). Em especial os moluscos marinhos apresentam proteínas de boa qualidade (PAK et al, 1985), lipídeos benéficos à saúde como os ácidos graxos ômega-3 (MEDEIROS, 2001; LINEHAN et al,1999; TANAKA et al, 2003), fonte de vários minerais (GORDON, 1988) e reduzido valor calórico quando comparados a outras carnes (MEDEIROS, 2001; TRAMONTE et al, 2005).

Vários estudos mostram que a composição nutricional dos frutos do mar, incluindo sua composição de ácidos graxos, é influenciada por fatores relacionados ao animal como espécie, sexo, grau de maturação sexual e tamanho e fatores extrínsecos como temperatura da água, local de cultivo, tipo de alimentação (PIGOTT & TUCKER, 1990; RUIZ et al, 1992; ABAD et al, 1995; KARAKOLTSIDIS, 1995) e estação do ano (PIGOTT & TUCKER, 1990; RUIZ et al, 1992; KARAKOLTSIDIS, 1995; SORIGUER et al, 1996; LINEHAN et al, 1999; SAUCEDO et al, 2002; TRAMONTE et al, 2005).

O crescimento das ostras depende também da temperatura e salinidade da água, total de sólidos suspensos, concentração (HYUN et al, 2001) e composição dos alimentos consumidos (ARAÚJO, 1997; ROUTLEDGE, 1999; HYUN et al, 2001). Em estudo realizado por Silva (1998) na região de Sambaqui e praia da Pinheira, em Santa Catarina, a temperatura da água mostrou-se como principal fator responsável pela diferença no crescimento das ostras *C. gigas*, nestas duas regiões. Estudos mostram que os estoques de carboidratos, lipídios e proteínas da parte comestível das ostras variam conforme o estágio de maturação sexual, sendo este influenciado pela temperatura da água (SAUCEDO et al, 2002; LINEHAN et al, 1999; RUIZ et al, 1992).

Estudo realizado por Tramonte et al (2005) com ostras *C.gigas* e *C. rhizophorae* cultivadas em Florianópolis mostrou que as ostras coletadas na primavera apresentam maior quantidade de lipídios que as coletadas no verão. Comparando as duas espécies, as ostras *C.gigas* apresentaram maior teor de lipídios.

Para os mexilhões (*Perna perna*) cultivados em Florianópolis, as amostras coletadas na primavera apresentaram maior teor protéico que os de verão. Quanto ao sexo, mexilhões machos apresentaram maior teor de proteínas e menor de lipídios que as fêmeas (TRAMONTE et al, 2003).

Estudos realizados por Badolato et al (1994) com peixes marinhos da região de São Paulo e por Soriguer et al (1996) com peixes e moluscos consumidos na Espanha, observaram que algumas espécies variam a quantidade de lipídios conforme a estação do ano, podendo ser classificadas em diferentes categorias quanto ao teor lipídico.

A maioria dos mariscos possuem maior proporção de ácidos graxos insaturados que os animais terrestres (GONZÁLEZ et al, 2001) e apresentam baixa concentração de ácidos graxos saturados totais (LINEHAN et al, 1999).

Estudo com camarão, caranguejo, lagosta, ostra (*C. rhizophorae*) e mexilhão da região de Natal/RN mostrou excelente quantidade de zinco nas ostras, ferro e cobre nos mexilhões e ostras (PEDROSA & COZZOLINO, 2001). As ostras *C. gigas* também são consideradas fontes de zinco e ferro (KING et al, 1990). De maneira geral os frutos do mar apresentam boa disponibilidade de minerais (GORDON, 1988).

Frías-Espericueta et al (1999) em estudo com ostras (*Crassostrea corteziensis*) cultivadas no México observaram que há variação na concentração de diferentes minerais conforme o ciclo gametogênico.

Em estudo sobre a variação sazonal da quantidade de carotenos em camarões, Yanar et al (2004) observaram que durante a primavera e verão a quantidade de carotenos é significativamente maior que durante o inverno e outono.

## **2.5 Lipídeos alimentares**

A composição de ácidos graxos e colesterol da dieta influenciam na concentração de lipoproteínas no sangue (SCHAEFER, 2002).

O consumo de ácidos graxos saturados é o principal fator que eleva o colesterol sanguíneo, pois inibe a remoção plasmática das partículas de LDL-colesterol, além de facilitar a entrada de colesterol nessas partículas (KRAUSS, 2000). Os ácidos graxos poliinsaturados apresentam efeito hipocolesterolêmico e os monoinsaturados parecem não apresentar efeito na colesterolemia (KRIS-ETHERTON & YU, 1997). O consumo de colesterol através da dieta eleva a taxa de colesterol total em relação à fração HDL-colesterol, aumentando o risco de doença coronariana (WEGGEMAN et al, 2001). A hipertrigliceridemia também contribui para o aumento do risco de doença coronariana (DAVIGNON & COHN, 1996; ROCHE & GIBNEY, 2000).

Para prevenir o risco de doenças coronarianas a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda uma dieta com consumo de ácidos graxos saturados <10% da energia total, já que esses aumentam a concentração de LDL-colesterol e manter o aporte de polinsaturados entre 3 – 7%, por diminuir o HDL-colesterol (SCHAEFER, 2002).

Para indivíduos hipercolesterolêmicos, a Sociedade Brasileira de Cardiologia segue as recomendações da American Heart Association (AHA) sendo o consumo total de lipídios entre 25 e 35% das calorias totais, os ácidos graxos saturados <7%, os polinsaturados >10% e os monoinsaturados >20% (SANTOS, 2001b).

A Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (SBAN) recomenda para população sadia o consumo total de lipídios entre 20 – 30% da energia total da dieta, sendo <8% de saturados, >8% de monoinsaturados e 7-10% de polinsaturados (VANNUCCHI et al, 1990).

## **2.6 Lipídeos marinhos e saúde**

Novos estudos mostram que os ácidos graxos de maior interesse para a saúde do sistema cardiovascular são os ácidos graxos da série ômega-3 (KRAUSS, 2000), incluindo o ácido linolênico, encontrado em fontes vegetais como o óleo de soja, canola e linhaça e principalmente o eicosapentaenóico (EPA) e o docosahexaenóico (DHA) presentes no óleo de pescados em especial salmão, arenque (FERRARI, 2004) e também em ostras (LINEHAN et al, 1999; TANAKA et al, 2003).

Os ácidos graxos w-3 além de servirem como fonte de energia e componente estrutural das membranas celulares, protegem o organismo dos sintomas adversos da síndrome plurimetabólica, prevenindo ou amenizando os problemas cardíacos. Em especial, os ácidos graxos EPA e DHA participam da regulação do sistema imune e exercem influência sobre a ação da insulina (LOMBARDO & CHICCO, 2006).

A proteção cardiovascular conferida pelos ácidos graxos EPA e DHA deve-se a capacidade desses ácidos em diminuir os triglicerídeos séricos e interferir na produção de prostaglandinas, moléculas envolvidas na cascata de coagulação sanguínea, diminuindo o risco de formação de trombos (KRUMMEL, 2002; JONES & KUBOW, 2003). A Sociedade Brasileira de Cardiologia recomenda o consumo de 4g/dia de ácidos graxos ômega-3 para auxiliar na diminuição dos triglicerídeos sanguíneos (SANTOS, 2001b).

Estudo com ostras brasileiras (*C. rhizophorae*) mostrou baixa quantidade de gordura total, presença de ácido palmítico como principal ácido graxo e quantidades significativas de EPA e DHA (MARTINO & CRUZ, 2004).

Em estudo com peixes da costa brasileira, Visentainer et al (2000) encontrou quantidades significantes de EPA e DHA no filé de atum (9,4% e 16,2%), bonito (14,0% e 16,5%) e sardinha (18,6% e 13,7%).

Estudo realizado por Medeiros (2001) encontrou grande proporção de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3, principalmente EPA e DHA nos mexilhões da região de Florianópolis. No entanto também observou a presença de grande quantidade de ácido palmítico. Este mesmo estudo comparou um grupo de cobaias alimentadas com dieta contendo mexilhão *Perna perna* e um grupo recebendo dieta com carne bovina de baixo teor de gordura e observou que os níveis de colesterol total, LDL-colesterol, HDL-colesterol e triglicerídeos desses dois grupos apresentara-se estatisticamente semelhantes após 21 dias de experimento, enquanto que o VLDL-colesterol no grupo com dieta a base de mexilhões apresentou-se inferior ao grupo alimentado com dieta a base de carne bovina.

Segundo Kimura et al (1998), o extrato aquoso da ostra *Crassostrea gigas* diminui os níveis plasmáticos de ácidos graxos livres, triglicerídeos e colesterol hepático em ratos tratados com óleo de milho oxidado e concluem que a ostra é um alimento saudável e pode auxiliar na prevenção da hiperlipidemia.

Tanaka et al (2003) em estudo com ratos, observou que o consumo de ostras (*Crassostrea gigas*) integrais e desengorduradas diminuiu a concentração hepática de colesterol e triglicerídeos, aumentou a excreção fecal de esteróis e a concentração da fração HDL-colesterol. O aminoácido taurina presente nas ostras pode ser responsável por parte do efeito hipocolesterolêmico das ostras. No entanto, apenas o consumo da ostra integral reduziu

a concentração do colesterol sanguíneo, provavelmente resultado da presença de EPA e DHA na fração lipídica das ostras.

Nas ostras *Crassostrea gigas*, o teor de EPA e DHA corresponde a 20% do total de ácidos graxos (TANAKA et al, 2003). Linehan et al (1999) encontrou altas concentrações de ácidos graxos ômega-3 e baixa concentração de ácidos graxos saturados totais, sendo o palmítico e o oléico os presentes em maior quantidade em ostras *Crassostrea gigas*. Frutos do mar cultivados em águas tropicais são fontes importantes de ácidos graxos poliinsaturados, incluindo ômega-6 e ômega-3 (O'DEA & SINCLAIR, 1982).

O consumo de camarão, um fruto do mar rico em colesterol, apresenta resultados satisfatórios quanto à modificação do perfil lipídico de homens normolipidêmicos quando comparados ao consumo de ovo. Por apresentar ácidos graxos da série ômega-3 em maior quantidade que o ovo, o camarão proporciona melhores benefícios à saúde. Em comparação com o consumo de ovo, o camarão aumenta a fração HDL e conseqüente melhora a relação LDL:HDL, além diminuir os triglicerídeos (DE OLIVEIRA e SILVA et al, 1996).

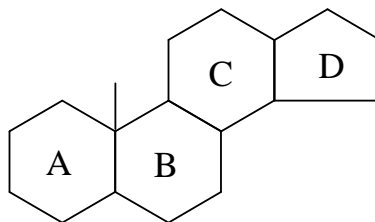
Estudos mostram que o consumo de óleo de peixe, peixe e moluscos auxiliam na redução dos triglicerídeos sanguíneos (ROCHE & GIBNEY, 2000), diminui o risco de derrame cerebral (HE et al, 2002), reduz o risco de infarto do miocárdio (YUAN et al, 2001), diminui o risco de doenças coronarianas (WHELTON et al, 2004) e aumenta a quantidade de ácidos graxos DHA no leite materno (GAETE & ATALAH, 2003).

Estudo com 4738 adultos ( $\geq 65$ anos), saudáveis, durante 12 anos mostrou que o consumo de peixe (não frito) e de ácidos graxos ômega-3 esta inversamente associado à incidência de insuficiência cardíaca súbita (MOZAFFARIAN et al, 2005).

## 2.7 Esteróis alimentares

Os esteróis são componentes alcoólicos presentes em plantas (fitoesteróis) e animais (zoosteróis) (FERRARI, 2004). São constituintes essenciais das membranas celulares (LICHTENSTEIN & DECKELBAUM, 2001) de organismos vivos. As plantas apresentam vários tipos de fitoesteróis sendo mais abundante o sitosterol, seguido do campesterol e estigmasterol (OSTLUND, 2002). Nos animais, o principal esterol é o colesterol (LICHTENSTEIN & DECKELBAUM, 2001). Os esteróis das plantas possuem estrutura e função análogas ao colesterol nos animais (OSTLUND, 2002).

Os esteróis apresentam como estrutura básica o ciclopentano peridrofenantreno (Fig. 1) (LICHTENSTEIN & DECKELBAUM, 2001; VALENZUELA & RONCO, 2004) e podem apresentar-se na natureza de forma livre, esterificados com ácidos graxos ou como glicosídeos (QUILEZ et al, 2003). A forma esterificada com ácidos graxos insaturados é a mais lipossolúvel (LICHTENSTEIN & DECKELBAUM, 2001). Na sua forma saturada os esteróis são chamados estanois, sendo o mais comum o sitostanol (QUILEZ et al, 2003).



**Figura 1** – Ciclopentano peridrofenantreno, estrutura básica dos esteróis.

De maneira geral os animais apresentam apenas colesterol na sua constituição, no entanto, estudos mostram que os moluscos marinhos apresentam outros esteróis além do colesterol, denominados “noncholesterol sterols” (NCS) (PIGGOT & TUCKER, 1990; SEAFOOD SAVVY NY, 1992; MOLYNEAUX & LEE, 1998; DANTON et al, 1999).



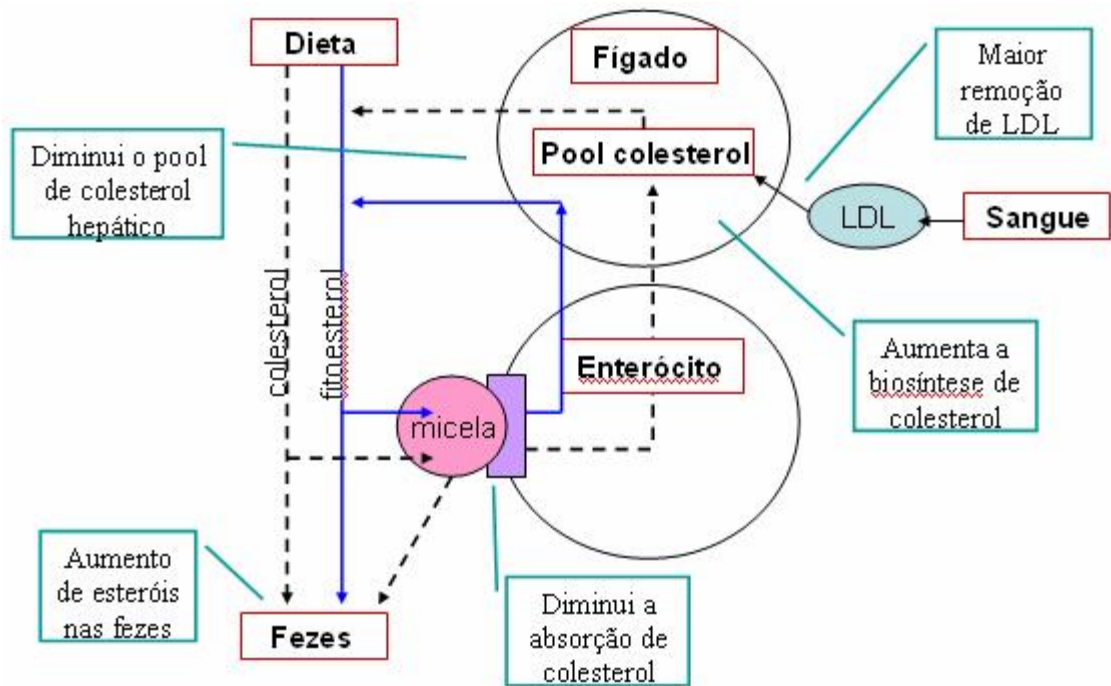
Segundo Piggot & Tucker (1990) os NCS podem representar de 30 à 70% dos esteróis totais em moluscos marinhos. A constituição de esteróis dos moluscos também sofre variação em função da alimentação, estação do ano e ciclo gametogênico (ABAD et al, 1995; DANTON et al, 1999; KNAUER et al, 1999). Em análise dos esteróis presentes em ostras, Vanohouny et al (1981) encontrou 35% de colesterol, 24-metileno colesterol (21%), brasicasterol (19%), C-29 esterol (estigmasterol e B-sitosterol) (10%), 22-dehidrocolesterol (8%) e C-26 esterol (8%). Connor & Lin (1982) observaram valores semelhantes sendo, 37% de colesterol, brasicasterol (26,5%), 24-metileno colesterol (22%), 22-dehidrocolesterol (7,5%), C-26 esterol (3,8%) C-29 esterol (estigmasterol e B-sitosterol) (3%). Tanaka et al (2003) observou 50% de colesterol e 17% de brasicasterol e sitosterol em ostras *Crassostrea gigas*.

As informações referentes à quantidade de colesterol apresentadas nas tabelas de composição de alimentos referem-se aos esteróis totais, não distinguindo somente o colesterol. Isso ocorre devido à similaridade estrutural dos esteróis o que dificulta a separação pelos métodos físicos, sendo necessárias técnicas como a cromatografia líquida de alta pressão ou a gasosa (OSTLUND, 2002).

A importância dos fitoesteróis para saúde deve-se a propriedade de reduzir os níveis de LDL-colesterol em até 15%, com o consumo de 4g/dia, sem alterar os níveis de HDL-colesterol e triglicérides (SANTOS, 2001b). Também são importantes coadjuvantes no tratamento da inflamação benigna da próstata e apresentam propriedades antiinflamatórias, bactericidas, fungicidas (VELENZUELA & RONCO, 2004) e antitumorais (LING & JONES, 1995).

Em relação aos lipídeos séricos, o principal mecanismo de ação dos fitoesteróis, é a diminuição da absorção de colesterol no intestino (LING & JONES, 1995; VAHOUNY et al, 1981). Assim como os fitoesteróis, os esteróis de moluscos marinhos são pouco absorvidos no

intestino e inibem ou competem com o colesterol presente no intestino reduzindo a absorção do colesterol dietético e endógeno (VAHOUNY et al, 1981) (Fig. 2).



**Figura 2** - Ação dos fitoesteróis. Fonte: Quiles et al, 2003 (adaptado).

Em estudo realizado com ratos, Vahouny et al (1981) observaram que os esteróis de ostras quando administrados sozinhos e por via oral, apresentavam uma taxa de absorção de 15% para o colesterol, 14% para C-26 esterol, 13% para 22-deidrocolesterol, 9% para 24-metileno colesterol, 5% para brasicasterol, 2% para C-29 esterol (estigmasterol e B-sitosterol). A administração de 17,5mg de colesterol puro apresentou absorção de 25% e em conjunto com 50mg de esteróis de ostras a absorção do colesterol diminuiu para 15,2%. Isso mostra que a combinação dos esteróis pode modificar a taxa de absorção dos esteróis, em especial o colesterol.

Além da diminuição da absorção do colesterol, estudo realizado por Vanston et al (2001) com hamsters recebendo esteróis por via subcutânea observaram diminuição da concentração do colesterol sanguíneo em relação ao grupo controle, demonstrando a existência de um mecanismo intrínseco de ação dos esteróis sobre o metabolismo do

colesterol. Segundo Fernádes et al (2002) o estigmasterol e o brassicasterol causam diminuição da síntese de colesterol hepático por inibição competitiva sobre a enzima 24 redutase.

Plat & Mensink (2001) observaram em um estudo com 112 homens e mulheres normocolesterolêmicos que o consumo de fitoestanois diminui a absorção do colesterol dietético, aumenta a síntese de colesterol endógeno e diminui a concentração de LDL-colesterol sanguíneo. Isso pode ser parcialmente explicado pelo aumento da expressão do RNAm para LDL-receptor e conseqüente aumento das proteínas receptoras de LDL nas células. Esse mesmo estudo verificou que os estanois diminuem o LDL-colesterol sem modificar o HDL-colesterol e triglicerídeos sanguíneos.

Blair et al (2000) em estudo com 167 homens e mulheres que utilizam estatinas no tratamento da hipercolesterolemia observaram que os fitoesteróis auxiliam na diminuição do colesterol total e LDL-colesterol, sendo considerados importantes coadjuvantes no tratamento da hipercolesterolemia.

Estudo realizado por Ewart et al (2002) com cobaias observaram que o consumo de fitoesteróis esterificados com ômega-3 de óleo de peixe baixa os níveis de triglicerídeos e colesterol total, sendo uma alternativa segura as drogas hipocolesterolêmicas convencionais.

O consumo de 2 gramas/dia de esteróis e estanois diminuem os níveis de LDL-colesterol em 10%, contribuindo na diminuição do risco de doença cardiovascular em 12 - 20% em cinco anos de consumo e em até 20% quando consumido por toda vida (KATAN et al, 2003). Segundo Vanston et al (2002) esteróis e estanois livres apresentam a mesma eficiência na diminuição da absorção do colesterol.

Estudo realizado por Ntanios et al (2003), com hamsters, mostrou que os fitoesteróis apresentam efeito de baixar o colesterol sanguíneo e inibir o desenvolvimento de aterosclerose.

Ostlund et al (2002) observou que homens e mulheres consumindo uma dieta com óleo de milho isento de fitoesteróis apresentaram um aumento de 38% na absorção do colesterol quando comparado com o óleo de milho contendo os fitoesteróis.

Em homens normolipidêmicos, o consumo de leite suplementado com 2,2g de fitoesteróis durante uma semana apresentou redução da absorção de colesterol mas também diminuição da biodisponibilidade do  $\beta$ -caroteno e  $\alpha$ -tocoferol (RICHELLE et al, 2004).

Esta bem documentado que o consumo de quantidades baixas e moderadas de esteróis é benéfico ao organismo, no entanto o consumo de grandes quantidades pode causar efeitos adversos ao sistema reprodutivo e causar diarreia em animais (LING & JONES, 1995).

A quantidade de esteróis consumida atualmente pela população não pode ser bem definida devido à falta de informações sobre a quantidade de esteróis presentes nos alimentos. No entanto, estima-se que o consumo de uma dieta adequada, em especial quanto aos vegetais forneça de 200mg-400mg de fitoesteróis/dia (SANTOS, 2001b).

De maneira geral, os estudos sobre esteróis estão voltados ao desenvolvimento de produtos adicionados ou suplementos de esteróis. Segundo Ostlund (2002), as novas pesquisas devem buscar conhecer as quantidades de esteróis nos alimentos tradicionais de consumo e elaborar tabelas para que estas informações possam contribuir para o conhecimento da quantidade real de esteróis que a população esta consumindo.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo geral

Identificar e quantificar os esteróis e ácidos graxos presentes nas ostras (*Crassostrea gigas*) cultivadas na região de Florianópolis/SC e avaliar os efeitos do seu consumo nos lipídeos séricos (colesterol total e lipoproteínas) de ratas (*Rattus norvegicus*).

#### 3.2 Objetivos específicos

- Determinar a composição centesimal de ostras (*Crassostrea gigas*), cultivadas na região de Florianópolis/SC; em dois períodos do ano;
- Identificar e quantificar os esteróis das ostras (*Crassostrea gigas*);
- Identificar e quantificar os ácidos graxos das ostras (*Crassostrea gigas*);
- Realizar ensaio biológico com ratas fêmeas consumindo ração à base de ostras;
- Elaborar a ração experimental contendo ostras (*Crassostrea gigas*);
- Determinar a composição centesimal da ração experimental;
- Avaliar o ganho de peso, consumo de ração e peso do fígado dos animais experimentais;
- Avaliar o coeficiente de eficácia alimentar (CEA) das rações experimentais;
- Avaliar os níveis séricos de colesterol total e lipoproteínas (HDL-colesterol e fração não HDL-colesterol) dos animais experimentais.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Ostras

As ostras (*Crassostrea gigas*) foram coletadas na Fazenda Marinha Atlântico Sul, localizada no Ribeirão da Ilha, região sul da Ilha de Florianópolis, S.C.



**Figura 3** – Ostra *Crassostrea gigas*

As ostras coletadas apresentavam tamanho comercial padrão e foram processadas imediatamente após a coleta.

Para análise da composição centesimal, esteróis e ácidos graxos foram realizadas duas coletas. A primeira no momento do preparo das rações em fevereiro/2005 (temperatura da água 26°C) e a segunda em outubro/2005 (temperatura da água 20°C).

### 4.2 Delineamento experimental

A verificação dos efeitos de uma dieta a base de ostras, sobre os lipídios séricos de ratas fêmeas foi avaliado através de ensaio biológico com 7 semanas (49 dias) de duração.

O experimento foi conduzido de acordo com as normas da Comissão de ensino do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e do Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Catarina (CEUA). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFSC (CEUA).

28 ratos foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos de 7 animais cada.

**Grupo C (Controle):** dieta controle à base de caseína (AIN-93M).

**Grupo CO (Controle + ostras):** dieta semelhante a AIN-93M adicionada de ostras.

**Grupo H (Hipercolesterolêmica):** dieta hipercolesterolêmica.

**Grupo HO (hipercolesterolêmica + ostras):** dieta hipercolesterolêmica adicionada de ostras.

Os animais permaneceram em gaiolas metabólicas, individuais, durante 49 dias, em uma sala climatizada a 22°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ), com ciclo claro/escuro de 12 horas. Os animais receberam água e alimento *ad libitum*, sendo alimentados 3 vezes na semana. Foi realizado controle de peso semanal nos animais.

### 4.3 Animais experimentais

Foram utilizados ratos da espécie *Rattus norvegicus*, linhagem Wistar, albinos, fêmeas, com aproximadamente 150g e 50 dias. Utilizou-se ratas fêmeas pois como citado por Francischi et al (2002) as fêmeas são mais lipogênicas que os machos e as variações do ciclo estral não causariam interferências com um longo período de estudo. Os animais eram procedentes do Biotério Central da Universidade Federal de Santa Catarina.

#### **4.4 Rações experimentais**

A ração controle foi elaborada de acordo com a AIN-93M (REEVES et al, 1993). As demais rações foram baseadas na controle, com modificações.

As rações contendo ostras (grupos CO e HO) foram confeccionadas após o conhecimento da composição centesimal da ostra. Foram utilizadas as ostras coletadas em fevereiro/2005, após serem desidratadas e transformadas em pó.

As rações hipercolesterolêmicas (grupos H e HO) foram acrescidas de 1% de colesterol (Tanaka et al, 2003) e banha de porco.

Para o cálculo das quantidades de ingredientes da ração baseou-se no consumo médio de 18 gramas de ração/dia para cada um dos 7 ratos de cada grupo, durante os 49 dias de experimento, totalizando 6174 gramas de ração por grupo experimental.

#### **4.5 Avaliação da eficácia alimentar**

Para verificar o valor biológico das dietas, foi calculado seu coeficiente de eficácia alimentar (CEA) (CAMPBELL,1963).

O CEA foi determinado ao término do experimento (49<sup>o</sup> dia), individualmente para cada rato, dividindo-se o ganho de peso total (g) pelo consumo alimentar total (g).



## 4.6 Análise das amostras e das rações experimentais

### 4.6.1 Análise da composição centesimal

Para a análise da composição centesimal das ostras, foram separadas cerca de 10 dúzias do molusco, do total de cada coleta. Esses foram higienizados, retirados das conchas, pesados e colocados na estufa ventilada a 60°C por 48 horas. Após a secagem as ostras foram trituradas e pulverizadas em moinho. As amostras preparadas foram acondicionadas em embalagens plásticas, vedadas e congeladas até o momento das análises.

A determinação da composição centesimal das ostras e das rações foi realizada no Laboratório de Nutrição Experimental da Universidade Federal de Santa Catarina, segundo os métodos descritos nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985), em triplicata.

O valor calórico total foi calculado pelos fatores de Atwater, sendo os coeficientes calóricos correspondentes para proteínas, lipídios e fração Nifext (como carboidratos), respectivamente 4, 9 e 4 Kcal/g

### 4.6.2 Análise de ácidos graxos e esteróis

Para a análise de ácidos graxos e esteróis, a ostra desidratada (como a utilizada nas rações experimentais) foi submetida à extração lipídica através do Método de Soxhlet. A amostra de óleo foi mantida congelada em atmosfera de nitrogênio e encaminhada ao Laboratório de Óleos e Gorduras da Universidade de Campinas – UNICAMP.

As análises de ácidos graxos foram realizadas de acordo com os Métodos Oficiais da AOCS (American Oil Chemists' Society). Condições de análise de ácidos graxos:

Cromatógrafo Gasoso Capilar – CGC AGILENT 6850 SERIES GC SYSTEM. Coluna capilar: DB-23 AGILENT (50% cyanopropyl) – methylpolysiloxane, dimensões 60 m, Ø int: 0,25 mm, 0,25 µm filme. Condições de operação do cromatógrafo: Fluxo coluna = 1,00 mL/min.; Velocidade linear = 24 cm/seg; Temperatura do detector: 280°C; Temperatura do injetor: 250°C; Temperatura Forno: 110°C – 5 minutos, 110 – 215°C (5°C/min), 215°C – 24 minutos; Gás de arraste: Hélio; Volume injetado: 1,0 µL

Condições de análise de esteróis: Cromatógrafo Gasoso Capilar – CGC AGILENT 6850 SERIES GC SYSTEM. Coluna capilar: LM-5 (Polidifenildimetilsiloxano, com 5% de fenil e 95% de metilpolisiloxano), 30m x 0,25mm x 0,3mm. Temperatura do forno: 300°C; volume de injeção 1mL; Gás de arraste: Hélio; fluxo coluna = 54,5 mL/min; Temperatura do injetor = 280°C; temperatura do detector = 280°C; split = 1:50. Fluxo:1,5mL/min, Volume Injetado: 20uL Solvente amostra: Hexano P.A.

#### **4.7 Sacrifício e coleta de tecidos dos animais experimentais**

O sangue dos animais foi coletado no tempo zero (início do experimento) e no último dia do experimento (após 49 dias). Os animais foram anestesiados com éter etílico e foi realizada a punção cardíaca. O sangue foi colocado em tubos de ensaio heparinizados e em seguida centrifugados para obtenção do plasma, o qual foi armazenado em freezer para posterior análise.

Os animais foram sacrificados por aprofundamento de anestesia (éter etílico).

Após o sacrifício foi retirado o fígado dos animais, os quais foram pesados.

#### **4.8 Análise dos lipídeos séricos dos animais experimentais**

O colesterol total (CT) e a fração HDL-colesterol (HDLc) foram analisados através de kit enzimático Labtest e a fração de colesterol não HDLc (LDLc+VLDLc) foi determinada através da diferença entre CT e HDLc.

#### **4.9 Análise Estatística**

Os resultados foram expressos através da média e seu desvio padrão.

Considerando o tamanho da amostra ( $n < 50$ ) e a natureza dos dados (desvio padrão desigual), os resultados foram analisados pelo teste Kruskal-Wallis. As comparações dentro de um mesmo grupo foram analisadas pelo teste Wilcoxon pareado e as comparações entre os grupos pelo teste Mann-Whitney (KIRKWOOD & STERNE, 2003). Considerou-se um intervalo de confiança de 95%, sendo estatisticamente significantes os resultados com  $p < 0,05$ . Foi utilizado o programa SPSS.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Composição das ostras

Os resultados da composição centesimal e valor calórico das ostras (Tabela 1) mostram que as coletadas na primavera (água a 20°C) apresentam maior teor de proteínas, lipídeos e carboidratos e conseqüente maior valor calórico que as coletadas no verão (água a 26°C). A umidade foi superior no verão e as cinzas não variaram nos dois períodos analisados.

**Tabela 1-** Composição centesimal (g%) e valor calórico (Kcal/100g) das ostras (*Crassostrea gigas*) *in natura* coletadas no verão e na primavera de 2005, em Florianópolis.

<b>Nutriente</b>	<b>Umidade</b>	<b>Proteína</b>	<b>Lipídeo</b>	<b>Carboidrato</b>	<b>Cinza</b>	<b>Calorias</b>
<b>Coleta</b>	(g%)	(g%)	(g%)	(g%)	(g%)	<b>(Kcal/100g)</b>
<b>Verão</b>	85,21	6,37	1,54	5,28	1,60	60,46
<b>(fevereiro)</b>						
<b>Primavera</b>	77,29	9,51	2,67	8,90	1,63	97,67
<b>(outubro)</b>						

Média das análises em triplicata.

Comparando-se com o estudo de ostras *Crassostrea gigas in natura* coletadas nas mesmas estações do ano, na cidade de Florianópolis, observamos que os valores de proteínas e lipídeos do presente estudo são inferiores aos encontrados por Tramonte et al (2005) (Tabela 2). Em relação à variação sazonal, também observaram maior teor de lipídeos e carboidratos na primavera, mas maior de proteína no verão.

Em estudos com ostras da mesma espécie, mas cultivadas em outros locais, Childs et al (1990), encontraram 2,6g% de lipídeo e 9,1g% de proteína, valores semelhantes às ostras da primavera do presente estudo. Comparando com os valores encontrados por Tanaka et al

(2003) (base em peso seco) observou-se valores de proteínas de 44,1% e lipídeos de 8,6%, bastante próximos aos obtidos no presente estudo, o qual apresentou teor de proteínas de 43% no verão e 41,9% na primavera e lipídios 10,4% no verão e 11,8% na primavera.

Linehan et al (1999) em análise da composição de ostras *C. gigas*, durante 13 meses (4 estações), encontrou menor quantidade de proteína na primavera e maior no verão, sendo que o lipídio não variou (Tabela 2); resultados bem diferentes aos do presente estudo. Quanto aos carboidratos (glicogênio) observaram relação com o ciclo gametogênico, sendo que as ostras estocam glicogênio do início do inverno até o final da primavera (estoque máximo) e desovam no verão, quando ao final desta estação, seus estoques de glicogênio são mínimos. Santos (2001a) também observou maior quantidade de glicogênio antes da desova. Em relação aos carboidratos observamos semelhança com o presente estudo, sendo maior na primavera e menor no verão.

Shpigel (1989) em estudo de ostras (*Crassostrea gigas*) cultivadas em Israel, com temperatura da água variando entre 14-28° C, observou que as ostras desovam entre o final da primavera e início do verão (20-26°C), temperaturas semelhantes ao presente estudo. Perdue & Erickson (1984) também observaram que ostras (*Crassostrea gigas*) cultivadas nos Estados Unidos desovaram no verão, ficando com os estoques de carboidratos muito baixos.

Tramonte et al (2005) em análise de ostras *C. rhizophorae* cultivadas em Florianópolis também mostrou maior teor de lipídeos na primavera, mas maior de cinzas no verão.

Martino & Cruz (2004) em estudo da ostra *C. rhizophorae* cultivada no Rio de Janeiro, não observou diferença quanto a umidade, proteínas e lipídios entre as 4 estações. Em relação ao glicogênio, observaram maior teor na primavera e inverno e cinza superior no verão e outono (Tabela 2). A temperatura da água durante o estudo variou de 24-27°C, enquanto o presente estudo obteve uma variação maior (20-26°C). A maior variação de temperatura

juntamente com a diferença da espécie e local de cultivo pode justificar as diferenças na composição, entre os dois estudos.

**Tabela 2** - Valor nutricional (g%) e calorias (Kcal/100g) de ostras *in natura* em diferentes estudos.

Espécie/Fonte	Umidade	Proteína	Lípido	Carboidrato	Cinza	Calorias
Este estudo: verão	85,21	6,37	1,54	5,28	1,60	60,46
Este estudo: primavera	77,29	9,51	2,67	8,90	1,63	97,67
<i>C.gigas</i> , verão (Tramonte et al, 2005)	77,1	11,1	2,1	7,4	2,3	93,1
<i>C.gigas</i> , primavera (Tramonte et al, 2005)	75,4	10,9	3,3	8,8	1,6	108,3
<i>C.gigas</i> , verão (Linehan et al, 1999)	73,5	13,2	2,1	6,5	2	98
<i>C.gigas</i> , primavera (Linehan et al, 1999)	74,2	10,5	2,1	9,5	1,3	74,7
<i>C.gigas</i> (Cruz-Romero et al, 2004)	76,6	11,6	2,1	ni	2,9	ni
<i>C.rhizophorae</i> , verão (Tramonte et al, 2005)	80	10,5	1,1	5,9	2,5	75,6
<i>C.rhizophorae</i> , primavera (Tramonte et al, 2005)	79,4	10,6	2,4	5,7	2,0	86,6
<i>C.rhizophorae</i> , verão (Martino & Cruz, 2004)	82	9,9	1,6	2,7	3,7	64,8
<i>C.rhizophorae</i> , primavera (Martino & Cruz, 2004)	81	10,2	1,5	4,4	2,8	71,9
<i>C.rhizophorae</i> (Pedrosa & Cozzolino, 2001)	79,7	14,2	1,8	2,3	1,4	84,7

ni – não informado

A composição de ácidos graxos das ostras está apresentada na tabela 3. Comparando os resultados (em porcentagem) das duas coletas, observa-se um aumento na proporção dos ácidos graxos saturados e monoinsaturados totais nas ostras coletadas no verão em relação à primavera, com concomitante redução dos ácidos graxos polinsaturados totais.

**Tabela 3** - Composição em ácidos graxos (em porcentagem e mg/100g) das ostras (*Crassostrea gigas*) *in natura* coletadas no verão e primavera de 2005, em Florianópolis.

Ácido Graxo		%		mg/100g	
		verão	primavera	verão	primavera
C14:0	Mirístico	3,18	4,62	49,0	123,4
C15:0	Pentadecanóico	0,87	0,69	13,4	18,4
C16:0	Palmítico	20,57	19,84	316,8	529,7
C17:0	Margárico	1,88	1,52	29,0	40,6
C18:0	Esteárico	4,40	3,12	67,8	83,3
C20:0	Araquídico	0,18	4,22	2,8	112,7
C22:0	Behênico	0,49	0,13	7,5	3,5
<b>Σ saturados</b>		<b>31,57</b>	<b>34,14</b>	<b>486,2</b>	<b>911,5</b>
C14:1	Miristolêico	0,42	-	6,5	-
C16:1	Palmitoléico	3,19	4,68	49,1	125,0
C17:1	Margarolêico	0,32	0,13	4,9	3,5
C18:1	Oléico	9,97	10,57	153,5	282,2
C20:1	Gadoléico	0,32	1,88	4,9	50,2
<b>Σ monoinsaturados</b>		<b>14,22</b>	<b>17,26</b>	<b>219</b>	<b>460,8</b>
C18:2	Linoléico	2,06	1,91	31,7	51,0
C20:2	Eicosadienóico	0,15	-	2,3	-
C18:3	Linolênico	2,48	2,23	38,2	59,5
C18:4	Estearidônico	3,64	-	37,0	-
C20:4	Araquidônico	3,64	2,30	56,1	61,4
EPA C20:5	Eicosapentaenóico	16,44	16,71	253,2	446,2
C22:5	Docosapentaenóico	1,16	0,53	17,9	14,2
DHA C22:6	Docosaheptaenóico	15,62	13,95	240,5	372,5
<b>Σ polinsaturados</b>		<b>45,19</b>	<b>37,63</b>	<b>695,9</b>	<b>1004,7</b>
Σ ômega-3*		35,7	33,42	549,8	892,4
DHA + EPA		32,06	30,66	240,5	372,5
NI		-	15,62	10,97	14,2

- quantidade insignificante

\* somatório dos ácidos graxos 18:3, 20:5, 22:5, 22:6

NI – Não Identificados

O aumento dos ácidos graxos saturados das ostras da primavera em relação ao verão ocorreu principalmente devido ao aumento na proporção de ácido araquídico. Quanto aos monoinsaturados, o aumento mostrou-se superior para os ácidos gadoléico e palmitoléico. Os polinsaturados com maior diminuição foram araquidônico, docosapentaenóico e DHA.

Martino & Cruz (2004) em análise da Ostra *C. rhizophorae* (Tabela 4), também observaram aumento dos ácidos graxos saturados das ostras coletadas na primavera em relação ao verão. No entanto, ao contrário do presente estudo observou diminuição dos monoinsaturados e aumento dos polinsaturados.

Comparando o presente estudo com trabalhos de Linehan et al (1999) e Martino & Cruz (2004), que também avaliaram a variação sazonal, observamos que não houve semelhança na modificação do perfil de ácidos graxos entre os estudos.

**Tabela 4** - Composição em ácidos graxos (% do total de ácidos graxos) das ostras (*Crassostrea gigas*) coletadas em Florianópolis e de outros frutos do mar.

Ácido Graxo	Este estudo: ostra		Ostra				Mexilhão	Salmão	
	Fonte	verão	primavera	1	2	3	4	5	6
Mirístico 14:0		3,18	4,62	5,3	3,9	7	9,8	4,1	6,1
Pentadecanóico 15:0		0,87	0,69	ni	ni	1,1	1,1	0,5	ni
Palmítico 16:0		20,57	19,84	17,0	16,1	12,6	15,1	12,6	13,2
Margárico 17:0		1,88	1,52	ni	ni	2,2	1,3	1,6	ni
Esteárico 18:0		4,40	3,12	3,3	4,1	2,5	1,6	2,7	2,5
Araquídico 20:0		0,18	4,22	ni	ni	ni	ni	0,2	ni
Behênico 22:0		0,49	0,13	ni	ni	ni	ni	ni	ni
<b>Σ saturados</b>		<b>31,57</b>	<b>34,14</b>	ni	ni	<b>25,4</b>	<b>28,9</b>	<b>21,8</b>	<b>22,8</b>
Miristoléico 14:1		0,42	-	ni	ni	ni	ni	ni	ni
Palmitoléico 16:1		3,19	4,68	5,1	3,7	3,3	5,3	10,7	ni
Margaroléico 17:1		0,32	0,13	ni	ni	ni	ni	0,1	ni
Oléico 18:1		9,97	10,57	10,6	12,5	13,1	3,3	4,5	14,1
Gadoléico 20:1		0,32	1,88	1,7	2,0	6,8	3,1	3,6	ni



<b>Σ monoinsaturados</b>	<b>14,22</b>	<b>17,26</b>	ni	ni	<b>23,7</b>	<b>12,1</b>	<b>20,6</b>	<b>47,5</b>
Linoléico 18:2	2,06	1,91	1,8	1,7	1,6	1,3	1,8	5,5
Eicosadienóico 20:2	0,15	-	ni	ni	ni	ni	4,6	ni
Linolênico 18:3	2,48	2,23	5,9	6,1	1,5	0,3	1,3	1,5
Estearidônico 18:4	3,64	-	4,3	4,1	2,5	2,3	3,3	ni
Araquidônico 20:4	3,64	2,30	5,0	5,0	2,0	2,8	2,1	0,6
Eicosapentaenóico 20:5	16,44	16,71	11,9	14,5	4,5	10,6	20	8,0
Docosapentaenóico 22:5	1,16	0,53	ni	ni	0,3	0,5	1,0	0,4
Docosaheptaenóico 22:6	15,62	13,95	11,0	11,5	2,6	5,6	13	11,1
<b>Σ polinsaturados</b>	<b>45,19</b>	<b>37,63</b>	ni	ni	15,7	<b>24,6</b>	<b>57</b>	<b>29,7</b>
NI	15,62	10,97	ni	ni	ni	ni	ni	-
<b>Σ ômega-3*</b>	<b>35,7</b>	<b>33,42</b>	ni	ni	11,3	19,7	43,6	21,1
DHA + EPA	32,06	30,66	22,9	26	7,1	16,2	33	19,1
DHA/EPA	0,95	0,83	0,9	0,8	0,6	0,5	0,7	1,4
Lipídeos (g/100g)	1,5	2,7	2,1	2,1	1,6	1,5	0,6	ni

1 Ostra *C. gigas*, verão, Linehan et al (1999)

2 Ostra *C. gigas*, primavera, Linehan et al (1999)

3 Ostra *C. rhizophorae*, verão, Martino & Cruz (2004)

4 Ostra *C. rhizophorae*, primavera, Martino & Cruz (2004)

5 Mexilhão *M. edulis*, Coperman & Parrish (2004)

6 Salmão, Sioen et al (2006)

ni – não informado

\* somatório dos ácidos graxos 18:3, 20:5, 22:5, 22:6

NI - não identificado

As ostras do presente estudo apresentaram maior proporção de ácidos graxos saturados totais que os demais frutos do mar apresentados na tabela 4. As ostras *C. gigas* analisadas por Childs et al (1990) também apresentaram menor proporção de ácidos graxos saturados que as ostras do presente estudo. Em todas as referências citadas o ácido palmítico foi predominante como saturado.

Para os monoinsaturados, apenas as ostras da primavera de Martino & Cruz (2004) apresentaram valores inferiores aos do presente estudo. Em concordância com o presente

estudo, Childs et al (1990), Linehan et al (1999) e Martino & Cruz (2004) também encontraram o ácido oléico como predominante para os monoinsaturados.

As ostras do presente estudo apresentaram maior proporção de ácidos graxos polinsaturados que as ostras analisadas por Martino & Cruz (2004) e para o salmão (Tabela 4). Childs et al (1990) em análise da ostra *C.gigas* encontrou valor intermediário entre as do verão e primavera. Para todos os estudos descritos na tabela 4 os ácidos graxos EPA e DHA são predominantes como polinsaturados.

Knauer & Southgate (1997) em análise da ostra *C. gigas* encontraram valores superiores de EPA + DHA (50%), sendo a relação DHA/EPA = 1,0. Childs et al (1990) encontraram 32% de EPA + DHA semelhante a este estudo, enquanto Tanaka et al (2003) observaram apenas 20% em ostras da mesma espécie.

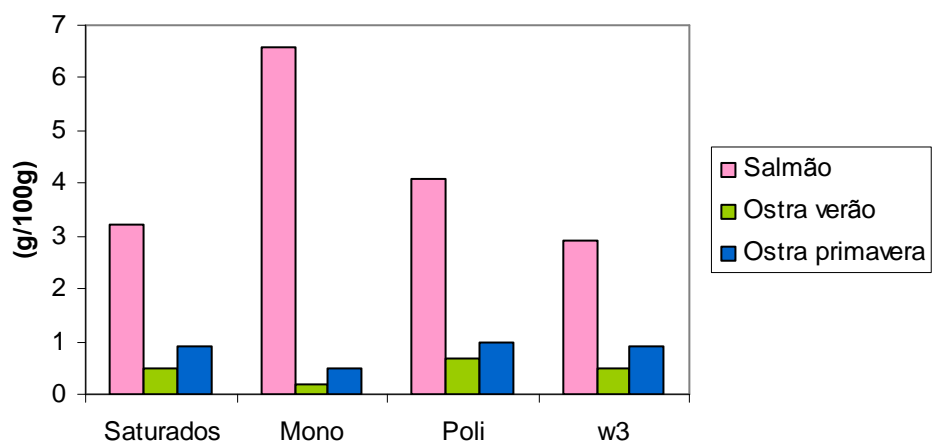
As ostras do presente estudo apresentaram proporção de ômega-3 muito superior às ostras analisadas por Martino & Cruz (2004) (Tabela 4).

Soudant et al (1999) em análise da composição de ácidos graxos nas gônadas, glândula digestiva e músculo de ostras (*Ostrea edulis*) observaram que o ácido palmítico foi o mais prevalente em todos os tecidos analisados. Também observaram que a proporção de polinsaturados, monoinsaturados e saturados e a quantidade total de EPA+ DHA foi semelhante entre os tecidos. Houve diferença na relação DHA/EPA, sendo a maior para o músculo e menor para glândula digestiva.

Em estudo com ostras, Abad et al (1995) e Soudant et al (1999) observaram que os ácidos graxos com maior variação sazonal são os ácidos da série ômega-3, sendo estes dependentes do tipo e quantidade de alimentos e do ciclo reprodutivo. No presente estudo, não observamos grande variação na proporção dos ácidos graxos ômega-3, exceto para o ácido docosapentaenóico que diminuiu na primavera.

Medeiros (2001) em análise de mexilhões cultivados em Florianópolis observou alta concentração de ácido palmítico (23%), boa quantidade de EPA (11,3%), DHA (12,5%) e ômega-3 (31,4%). As ostras apresentaram menor proporção de ácido palmítico e maior de EPA, DHA e ômega-3. Os mexilhões (*M. edulis*) (COPERMAN & PARRISH, 2004) apresentaram menor teor de ácidos graxos saturados e maior de monoinsaturados e polinsaturados, maior proporção de ômega-3 e quantidade semelhante de EPA + DHA comparados às ostras do presente estudo (Tabela 4).

O salmão é conhecido pela qualidade de seus lipídeos. Comparando as ostras do presente estudo com o salmão (SIOEN et al, 2006) observamos menor proporção de saturados e polinsaturados e maior de monoinsaturados no salmão (Tabela 4). Embora as ostras apresentem maior proporção de EPA, DHA e ômega-3 que o salmão, analisando a quantidade desses ácidos graxos em 100g do alimento, observa-se que as ostras apresentam quantidades inferiores ao salmão pois este alimento é mais rico em gordura total (13,9g/100g). Por esse mesmo motivo, a quantidade de ácidos graxos saturados também é superior em 100g de salmão comparada à mesma quantidade de ostras (Fig. 4).



**Figura 4** - Ácidos graxos (g/100g) das ostras e salmão.

Comparando os ácidos graxos de peixes da costa brasileira (VISENTAINER et al, 2000) com as ostras do presente estudo observa-se maior teor de EPA e DHA para as ostras em relação ao atum e quantidade semelhante ao bonito e a sardinha.

Luzia et al (2003) em estudo sobre a sazonalidade dos ácidos graxos em peixes (sardinha, tilápia, curimatá e corvina) e camarão comercializados no Brasil observaram que somente o camarão apresentou mudanças conforme a sazonalidade. O ácido palmítico foi o mais prevalente em todas as espécies, com quantidades superiores às encontradas para as ostras do presente estudo. A quantidade de EPA+DHA das ostras mostrou-se expressivamente superior aos peixes analisados.

O teor de esteróis das ostras estão apresentados na tabela 5. Com a análise dos esteróis observamos que as ostras, assim como descrito na literatura, apresentaram menos da metade dos esteróis na forma de colesterol. Entre os esteróis foram também identificados o campesterol, campestanol, estigmasterol e  $\beta$ -sitosterol.

**Tabela 5** – Teor de esteróis (%) e total de esteróis (mg/100g) das ostras (*Crassostrea gigas*) coletadas no verão e primavera de 2005, em Florianópolis.

Esterol (%)	%		mg/100g	
	verão	primavera	verão	primavera
Colesterol	42,1	45,2	3,5	12,3
Campesterol	15,4	17,1	1,3	4,6
Campestanol	1,3	-	0,1	-
Estigmasterol	18,6	30,2	1,6	8,2
$\beta$ - Sitosterol	8,3	6,5	0,7	1,7
Outros	14,2	1,1	1,2	0,3
<b>Esteróis totais</b>			<b>8,4</b>	<b>27,1</b>

As ostras coletadas na primavera apresentaram maior quantidade de esteróis totais que as coletadas no verão. Considerando apenas a fração lipídica das ostras, observamos cerca de

0,5% de esteróis para as ostras do verão e 1% para as da primavera. Como visto anteriormente, as ostras da primavera apresentaram maior teor de lipídeos totais que as do verão, o que contribuiu para a maior quantidade de esteróis por 100 gramas de ostras.

Além dos esteróis totais, as ostras coletadas na primavera apresentaram maior porcentagem de estigmasterol, colesterol e campesterol que as do verão.

Segundo Abad et al (1995) a mudança sazonal dos esteróis livres (maior fração dos esteróis) de ostras é fortemente relacionada com o total lipídico. No presente estudo a quantidade de esteróis totais das ostras foi maior na primavera coincidindo também com o maior total lipídico. Segundo esses autores, há uma diminuição dos ésteres de esteróis após a desova, devido provavelmente a incorporação dos esteróis nos gametas. Considerando que as ostras desovam com o aumento da temperatura da água (ARANA, 2004b), estima-se que a menor quantidade de esteróis das ostras coletadas no verão (água: 26°C) em relação às da primavera (água: 20°C) seja devido à desova.

Orban et al (2002) em análise da fração lipídica de mexilhões *M. Galloprovincialis* encontraram 1% de colesterol no inverno e 3% no verão, valores superiores ao do presente estudo (0,5% na primavera e 0,2% no verão).

**Tabela 6** - Porcentagem (% do total de esteróis) e teor total (mg/100g) de esteróis das ostras (*Crassostrea gigas*) coletadas em Florianópolis e de moluscos marinhos.

Esterol	Presente estudo		Ostra		Mexilhão	
	verão	primavera	1	2	3	4
Colesterol	42,1	45,2	34,9	37	50,8	39,4
Brasicasterol	-	-	18,7	26,5	ni	8,8
Campesterol	15,4	17,1	ni	ni	ni	1,3
Estigmasterol	18,6	30,2	ni	ni	12	1,1
Sitosterol	8,3	6,5	ni	ni	4	2,9
24-metilenocolesterol	-	-	ni	22	ni	7,6
22dehidrocolesterol	-	-	8,2	7,5	ni	ni

C-26 esterol	-	-	7,7	3,8	ni	ni
Outros	14,2	1,1	-	-	-	-
<b>Total (mg%)</b>	<b>8,4</b>	<b>27,1</b>	<b>ni</b>	<b>160,8</b>	<b>237,65</b>	<b>ni</b>

1 Ostra, Vahouny et al (1981)

2 Ostra, Connor & Lin (1982)

3 Mexilhão *M. Galloprovincialis*, Miletic et al (1991)

4 Mexilhão *M. edulis*, Coperman & Parrish (2004)

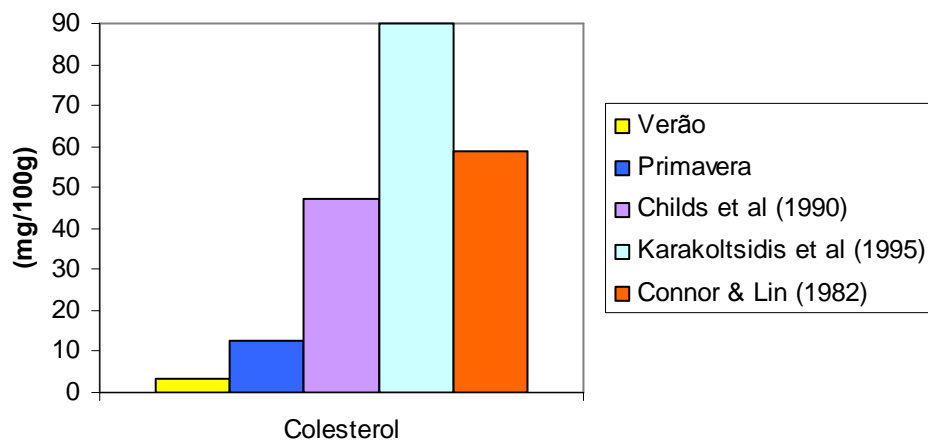
ni – não informado

Observando os dados apresentados na tabela 6, observamos a grande variação na constituição e quantidade de esteróis nas ostras e mexilhões. Essas modificações podem ser devido à diferença das espécies analisadas, local de cultivo, estágio do ciclo gametogênico e tipo de alimentação (ABAD et al, 1995; DANTON et al, 1999; KNAUER et al, 1999).

Em comparação aos estudos citados na tabela 6, as ostras deste estudo apresentaram maior porcentagem de colesterol total que as demais ostras e valor intermediário aos mexilhões.

Considerando a porcentagem de colesterol em relação aos esteróis totais de ostras, os dados encontrados no presente estudo são superiores aos observados por Childs et al (1990) (38,5%) e inferiores aos encontrados por Tanaka et al (2003) (50%) e Karakoltsidis et al (1995) (60%).

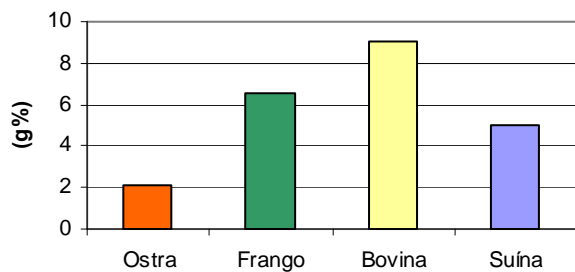
Quanto ao colesterol por 100g de ostras, observamos valores bem inferiores aos descritos na literatura (Fig. 5).



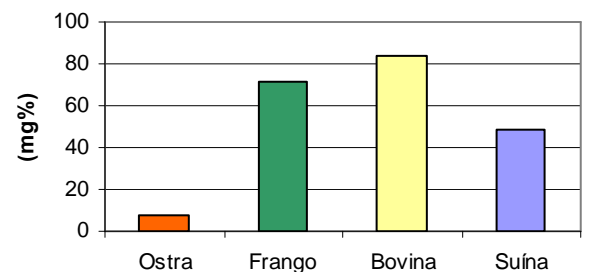
**Figura 5** - Teor de colesterol (mg/100g) de ostras *in natura* em diferentes estudos.

As ostras analisadas por Vahouny et al (1981) e Connor & Lin (1982) também apresentaram quantidades significativas de brasicasterol, 22dehidrocolesterol, C-26 esterol. Connor & Lin (1982) também encontraram 24-metilenocolesterol.

Comparando as ostras deste estudo (média do verão e primavera) com outras carnes (100g) usualmente consumidas observa-se que as ostras apresentam menor teor lipídico e menor quantidade de colesterol que o frango (coxa + peito sem pele), carne bovina (coxão mole sem gordura) (NEPA, 2006) e carne suína (pernil) (BRAGAGNOLO & RODRIGUEZ-AMAYA, 2002) (Fig. 6 e 7).

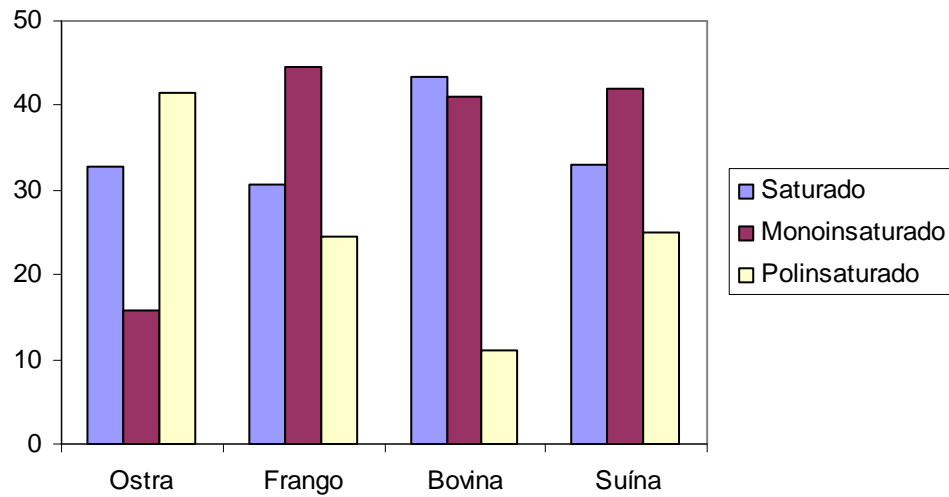


**Figura 6** – Lipídeos totais (g%) das ostras, carne de frango, bovina e suína.



**Figura 7** – Colesterol (mg%) das ostras, carne de frango, bovina e suína.

Com relação aos ácidos graxos, as ostras deste estudo apresentam menor proporção de saturados que a carne bovina, menor quantidade de monoinsaturados que todas as demais e quantidade superior de polinsaturados (Fig. 8).



**Figura 8** – Ácidos graxos (% do total lipídico) das ostras, carne de frango, bovina e suína.

Como citado anteriormente, as variações encontradas entre os diferentes estudos apresentados quanto à composição das ostras podem ser justificadas devido à diferença das espécies analisadas, dos locais de cultivo, dos períodos de coleta e dos métodos de análise utilizados.

Parisenti et al (2005) ao comparar dados laboratoriais da composição nutricional de ostras com dados apresentados em diferentes tabelas de composição de alimentos, também observaram diferenças significativas.

A falta de informação sobre as amostras analisadas pelas tabelas dificulta o entendimento dos dados. A tabela de composição de alimentos de Franco (1982), muito utilizada nos serviços de nutrição apresenta o termo “marisco”, o qual pode ser utilizado para diversos frutos do mar como camarão, ostras, mexilhões, lagosta e caranguejo. Philippi (2002) não especifica qual espécie de ostra está descrevendo em sua tabela. Também se observa o uso de dados fornecidos por tabelas internacionais, com alimentos produzidos em outros países e possivelmente com composição diferente dos alimentos consumidos pela população



brasileira, mas que muitas vezes faz-se necessário devido à falta de dados de alimentos brasileiros.

Como observado por Menezes et al (2003) deve-se incentivar as pesquisas sobre a composição de alimentos nacionais a fim de formar um banco de dados confiável dos alimentos consumidos pela população. No Brasil existem dois grandes projetos na área de composição de alimentos que buscam formar um banco de dados brasileiro, o projeto TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos), coordenado pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA) da UNICAMP e o Projeto Integrado de Composição de Alimentos coordenado pelo Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP e BRASILFOODS (Rede Brasileira de Dados de Composição de Alimentos). Esses projetos buscam padronizar metodologias e reunir dados brasileiros de qualidade, que possam ser usados com confiabilidade.

No caso do colesterol em frutos do mar, a padronização do método para análise de colesterol é de extrema importância, visto que apenas uma parte dos esteróis encontrados nas ostras e outros moluscos é colesterol. A maioria das tabelas ainda apresenta valores obtidos com metodologias ultrapassadas, que não fazem a distinção entre os diferentes esteróis, e superestimando a real quantidade de colesterol. Como podemos observar na figura 9 há uma grande variação da quantidade de colesterol comparando as ostras do presente estudo (verão e primavera) com os valores encontrados em tabelas de composição de alimentos.

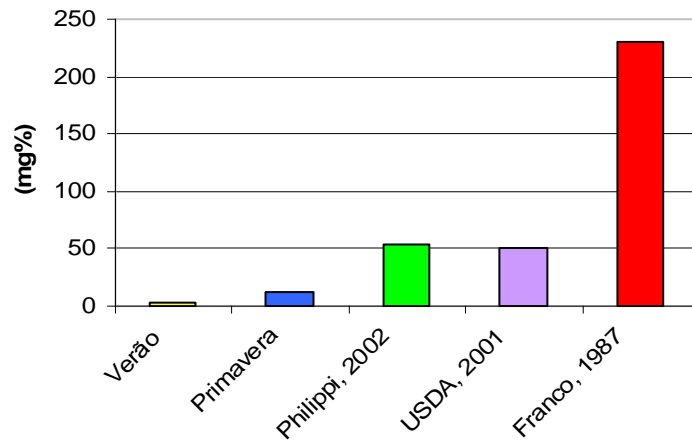


Figura 9 – Teor de colesterol (mg/100g) de ostras *in natura* em diferentes tabelas de composição de alimentos

Com base nesses dados apresentados pelas tabelas, entidades médicas como a Sociedade Brasileira de Cardiologia recomenda a diminuição do consumo dos frutos do mar, incluindo ostras, a fim de reduzir a ingestão de colesterol pela população. No entanto, como demonstrado neste trabalho as ostras apresentam baixa quantidade de colesterol, não justificando a restrição do seu consumo por esse motivo.

Pela análise da sua composição nutricional, as ostras de Florianópolis demonstraram ser um bom alimento. No entanto, para garantir o consumo de ostras ou qualquer alimento pela população, em especial para indivíduos com problemas cardiovasculares, deve-se levar em consideração não só a composição química, mas também os efeitos fisiológicos do seu consumo.

## 5.2 Ensaio biológico

### 5.2.1 Composição das rações experimentais

Na tabela 7 estão relacionados os ingredientes e as quantidades para as rações controle (AIN-93M) e experimentais. Os ingredientes das rações experimentais foram calculados a partir da composição centesimal das ostras desidratadas.

**Tabela 7** - Ingredientes (g) para o preparo de 1 quilo das rações controle e experimentais.

<b>Ingredientes</b>	<b>Controle (C)</b>	<b>Controle + ostras (CO)</b>	<b>Hipercolesterolêmica (H)</b>	<b>Hipercolesterolêmica + ostras (HO)</b>
Caseína	140g	57,36g	140g	57,36g
Ostra em pó	-	202,83g	-	202,83g
Óleo de soja	40g	20g	20g	-
Banha	-	-	20g	20g
Colesterol	-	-	10g	10g
Mix-mineral	35g	35g	35g	35g
Amido milho	620,692g	520,502g	610,692g	510,502g
Sacarose	100g	100g	100g	100g
Fibra	50g	50g	50g	50g
Mix-vitaminico	10g	10g	10g	10g
L-cistina	1,8g	1,8g	1,8g	1,8g
Bitartarato de colina	2,5g	2,5g	2,5g	2,5g
Tert-butil hidroquinona	0,008g	0,008g	0,008g	0,008g

A quantidade de ostra desidratada adicionada nas rações foi calculada para que 50% do total lipídico da ração fossem provenientes das ostras, sendo o restante complementado com óleo de soja (grupo CO) e banha (grupo HO). A ração hipercolesterolêmica foi preparada

com 50% de banha e complementada com óleo de soja. Após o cálculo do teor lipídico, adequou-se à quantidade de proteínas sendo adicionada caseína até atingir o valor protéico da ração controle.

Após a confecção das rações, foi analisada a composição centesimal e calculado o valor calórico e a proporção de ácidos graxos (Tabela 8).

**Tabela 8** – Composição nutricional (por 100g) das rações controle e experimentais.

<b>Ração</b>	<b>C</b>	<b>CO</b>	<b>H</b>	<b>HO</b>
<b>Nutriente</b>				
Energia (Kcal)	375,28 ± 0,21	367,07 ± 1,06	377,23 ± 0,81	371,02 ± 0,13
Umidade (g%)	9,22 ± 0,05	8,8 ± 0,02	9,12 ± 0,12	8,87 ± 0,17
Proteínas (g%)	10,88 ± 0,23	13,52 ± 0,04	10,83 ± 0,45	13,38 ± 0,37
Carboidratos (g%)	73,09 ± 0,00	69,19 ± 0,01	72,94 ± 0,86	68,64 ± 0,02
Lipídios (g%)	4,38 ± 0,13	4,03 ± 0,10	4,69 ± 0,28	4,78 ± 0,19
Saturados (%)*	16,8	25,5	28,7	37,6
Monoinsaturados(%)*	25	20,5	34,8	31,3
Polinsaturados(%)*	58,2	54	35,5	31
Colesterol (mg%)*	0	5	1002	1007
Cinzas (g%)	2,44 ± 0,06	4,48 ± 0,12	2,44 ± 0,02	4,35 ± 0,04

Os valores estão representados através da média ± DP das análises em triplicata.

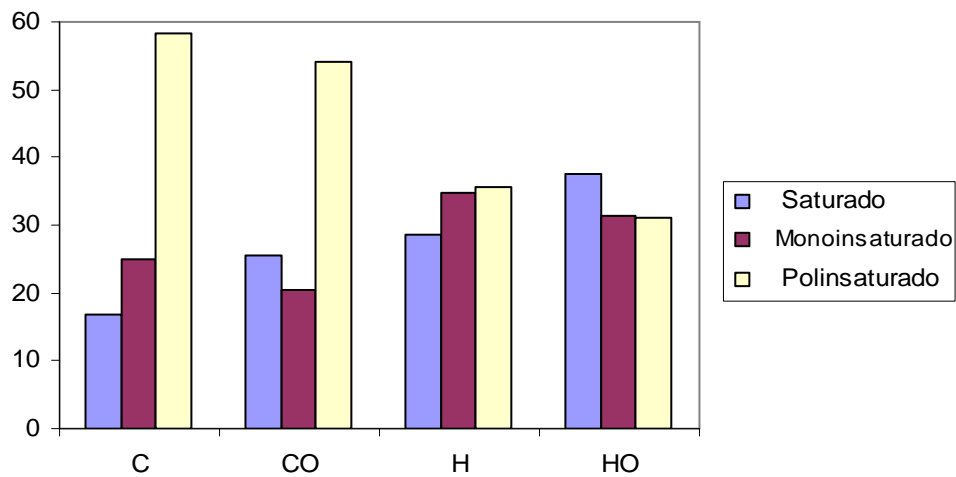
\* Valores estimados, análise laboratorial não realizada. Para o óleo de soja (Soya) foi utilizada a informação nutricional do fabricante (Bunge) e para banha a tabela de composição de alimentos USDA (2001).

Os valores de calorias, umidade, proteínas, lipídeos e carboidratos variaram pouco entre as rações. Devido à concentração de minerais presentes nas ostras, a quantidade de cinzas foi superior nas rações CO e HO.

A contribuição do colesterol das ostras e da banha foi muito pequena em comparação ao colesterol adicionado nas rações hipercolesterolêmicas (Tabela 8).

Segundo as recomendações da SBAN (1990) os ácidos graxos saturados devem representar a menor fração entre os lipídeos e os polinsaturados não devem ser superiores aos monoinsaturados. Com isso, observa-se que a ração C apresentou elevado teor de ácidos

graxos polinsaturados, a CO baixa proporção de monoinsaturados e elevada de polinsaturados, a HO elevada proporção de saturados e a ração H apresentou proporção semelhante entre as frações sendo a saturada a menor (Fig. 9).



**Figura 9** - Ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados (%) nas rações controle e experimentais.

### 5.2.2 Consumo de ração, ganho de peso e CEA

Durante o ensaio biológico foram acompanhados o consumo alimentar e o ganho de peso dos animais. Após o término do experimento foi calculado o CEA das rações experimentais (Tabela 9).

**Tabela 9** – Valores de média e desvio padrão do consumo alimentar total, ganho de peso corporal em gramas e coeficiente de eficácia alimentar (CEA) das rações controle e experimentais.

<b>Grupos</b>	<b>C</b> <b>n=6</b>	<b>CO</b> <b>n=5</b>	<b>H</b> <b>n=7</b>	<b>HO</b> <b>n=6</b>	<b>p</b>
Consumo ração	713,33 ± 40,75	783,98 ± 58,13	723,70 ± 53,70	740,63 ± 68,09	0,308
Ganho de peso	73,42 ± 17,55	72,64 ± 21,42	75,64 ± 11,73	59,90 ± 11,31	0,276
CEA	0,10 ± 0,02	0,09 ± 0,02	0,10 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,086

Os valores estão representados através da média ± DP.  
(Kruskal-Wallis,  $p < 0,05$ ).

O consumo alimentar, em gramas, foi semelhante entre os grupos demonstrando aceitabilidade de todas as rações pelos animais. Considerando a densidade energética das rações, também não houve variação significativa quanto às calorias ingeridas ( $p = 0,537$ ). Não houve diferença na média de peso inicial ( $p = 0,075$ ) e no ganho de peso total dos animais dos diferentes grupos. Outros estudos com ratos alimentados com diferentes fontes lipídicas (CHANG & HUANG, 1999; SOUSA et al 2002; FEOLI et al, 2003; KLOSS et al, 2005) também não observaram variações quanto ao consumo alimentar e ganho de peso.

Contudo, Gaiva et al (2003) encontrou maior ganho de peso para ratos (Wistar) consumindo dieta (15% lipídios) a base de óleo de soja comparados a ratos consumindo dieta com óleo de peixe ou mista (soja + peixe). Segundo os autores houve uma maior absorção do óleo de soja em relação ao óleo de peixe.

Lin et al (1992) observou menor ganho de peso em cobaias alimentadas com dietas ricas em colesterol, comparadas às dietas baixas em colesterol. Segundo os autores isso pode ser devido à baixa palatabilidade da dieta contendo colesterol. No presente estudo, não foi observada alteração do consumo alimentar das ratas, nas dietas com adição de colesterol.

O CEA foi semelhante em todos os grupos, demonstrando que todas as rações apresentaram valor biológico semelhante. Isso está em concordância com outros estudos comparando diferentes fontes lipídicas (CHANG & HUANG, 1999; KLOSS et al, 2005).

Sousa et al (2002) encontrou menor eficiência alimentar no grupo recebendo dieta com banha como fonte exclusiva de lipídeos, quando comparado com óleo de soja, óleo de fígado de bacalhau e gordura de tambaqui. Segundo os autores, isso se deve a baixa digestibilidade da gordura saturada presente na banha. Esse fato não foi observado no presente estudo provavelmente pela adição de óleo de soja juntamente com a banha, sendo uma ração com fonte mista de lipídios.

### 5.2.3 Peso do fígado

O peso do fígado e sua relação com o peso corporal são importantes pois o aumento do peso desse órgão pode revelar acúmulo de lipídios (FEOLI et al, 2003; GAIVA et al, 2003). A concentração de lipídeos no fígado pode ser alterada pela quantidade de lipídios e colesterol na dieta (FEOLI et al, 2003). Além disso, como citado por Machado et al (2003) o ácido cólico utilizado em alguns estudos para promover o aumento da absorção intestinal do colesterol dietético, também aumenta a deposição de gordura e colesterol no fígado pela diminuição da conversão do colesterol a ácidos biliares.

**Tabela 10** - Valores de média e desvio padrão do peso do fígado em gramas e da relação peso fígado/peso total, dos animais dos grupos experimentais, no final do experimento.

<b>Grupos</b>	<b>C</b>	<b>CO</b>	<b>H</b>	<b>HO</b>	<b>p</b>
	<b>n=6</b>	<b>n=5</b>	<b>n=7</b>	<b>n=6</b>	
Peso fígado (g)	7,62 ± 1,02	8,47 ± 1,13	7,65 ± 1,16	7,71 ± 0,82	0,654
Pfígado/Ptotal	0,03 ± 0,02	0,04 ± 0,00	0,03 ± 0,05	0,03 ± 0,03	0,457

Os valores estão representados através da média ± DP.  
(Kruskal-Wallis,  $p < 0,05$ ).

Em nosso estudo, o peso do fígado foi semelhante entre os grupos (Tabela 10). Em concordância, Bravo et al (1998) não observaram diferença quanto ao peso do fígado entre ratos (Wistar) alimentados com dieta padrão (3% de lipídeos) e dieta suplementada com óleo de peixe (17,5%) por 3 semanas.

Gaiva et al (2003) em estudo com dietas hiperlipídicas durante 8 semanas, observaram maior peso do fígado (relativo e absoluto) e maior acúmulo de lipídios no fígado de ratos (Wistar) alimentados com dieta com óleo de peixe quando comparados a animais consumindo óleo de soja e dieta mista (óleo de soja + óleo de peixe). Segundo estes autores dietas ricas em ômega-3 têm efeito hipolipidêmico, mas alteram o metabolismo hepático aumentando a deposição lipídica no fígado.

Sousa et al (2002) em experimento de 6 semanas, com dietas suplementadas com colesterol e ácido cólico, também encontraram maior quantidade de gordura no fígado de ratos (Wistar) alimentados com óleo de fígado de bacalhau (7,5%) que aqueles alimentados com óleo de soja ou banha. Machado et al (2003) também observaram fígado gorduroso com deposição de colesterol e aumento do peso do órgão em ratos recebendo dieta adicionada de colesterol e ácido cólico.

Feoli et al (2003) (estudo de 6 semanas) e Tanaka et al (2003) (3 semanas) observaram que a adição de 1% de colesterol na dieta proporcionou aumento do peso do fígado em ratos (Wistar), fato não observado neste estudo.



A maioria dos estudos citados apresenta dietas com maior concentração de lipídeos que o presente estudo. Portanto, a comparação dos resultados com outros estudos deve ser cuidadosa pois a quantidade de gordura na dieta interfere na quantidade de colesterol dietético absorvido (ROS, 2000) e na concentração de lipídios séricos e hepáticos (FEOLI et al, 2003). Neste estudo, a fonte lipídica e a quantidade de colesterol (1%) não modificaram o peso do fígado.

#### 5.2.4 Lipídeos séricos

Os resultados de CT, HDLc e LDLc+VLDLc estão apresentados nas tabelas a seguir.

Quanto aos dados iniciais, não houve diferença estatística quanto a CT (Tabela 11), HDLc (Tabela 12) e LDLc+VLDLc (Tabela 14) entre os grupos. Mas ao analisarmos a relação HDLc/CT inicial (Tabela 13) observamos que o grupo C apresenta valor significativamente menor que o grupo HO ( $p=0,041$ ). Quanto a fração LDLc+VLDLc observamos que a não significância está no limite estatístico ( $p=0,055$ ) e os valores absolutos mostram-se superiores para o grupo C.

A média do CT inicial das ratas do presente estudo foram 60% superiores aos encontrados por Nogueira Junior et al (2005) para ratas fêmeas (Wistar, adultas). A concentração de CT e HDLc nos animais do presente estudo também mostraram-se superiores aos valores observados por outros autores (ratos Wistar, machos com mais de 30 dias de vida) (KIMURA et al, 1998; OLIVEIRA et al, 2002; MACHADO et al, 2003; PIEDADE & CANNIATTI-BRAZACA, 2003).

Assim, observamos que os animais do experimento apresentavam modificações importantes nos lipídeos séricos antes do início do experimento, ou seja podemos inferir que

os animais estavam submetidos a uma condição que possibilitou a modificação de seus parâmetros bioquímicos normais e isso pode ter interferido nos resultados finais.

**Tabela 11** – Valores de média e desvio padrão do colesterol total (inicial, final e variação) dos diferentes grupos experimentais.

<b>Grupos</b>	<b>C</b> <b>n=6</b>	<b>CO</b> <b>n=5</b>	<b>H</b> <b>n=7</b>	<b>HO</b> <b>n=6</b>	<b>p</b>
Colesterol total inicial (mg/dL)	135,95 ± 24,98	127,65 ± 20,32	112,63 ± 15,93	108,08 ± 28,25	0,140
Colesterol total final (mg/dL)	117,63 ± 23,42	87,05 ± 18,34	93,06 ± 12,44	91,86 ± 17,85	0,073
Variação colesterol total	-18,32 ± 11,93*	-40,59 ± 16,50*	-19,59 ± 12,48*	-16,22 ± 16,06*	0,089

Os valores estão representados através da média ± DP.

(Kruskal-Wallis,  $p < 0,05$ ).

\*diferença de media é significativa em nível de 5%, entre a variável inicial e final no mesmo grupo.

Todos os grupos diminuíram significativamente o CT ao final do experimento (C=13%, CO=32%, H=17%, HO=15%); no entanto não houve diferença significativa entre os grupos. Embora a diferença não seja significativa devido ao número de animais por grupo e ao elevado desvio padrão, o grupo CO apresentou a diminuição mais expressiva.

Vários autores observaram menor valor de CT em ratos consumindo lipídeos marinhos em comparação com outras fontes de gordura (Quadro 1) (BRAVO et al, 1998; SOUSA et al, 2002; GAIVA et al, 2003; HARRIS, 1997; TANAKA et al, 2003).

Em estudos com humanos consumindo óleo de peixe, Harris (1997) destaca que não observou diminuição do CT, concordando com Connor & Lin (1982) e diferente de Childs et al (1990) (Quadro 2).

**Tabela 12** – Valores de média e desvio padrão de HDLc (inicial, final e variação) dos diferentes grupos experimentais.

Grupos	C n=6	CO n=5	H n=7	HO n=6	p
HDLc inicial	66,69 ± 10,76	71,85 ± 11,60	65,69 ± 10,29	71,28 ± 14,62	0,717
HDLc final	83,60 ± 15,12	41,31 ± 5,75	60,62 ± 8,52	53,63 ± 17,66	0,002
Variação HDL	16,91 ± 18,60 <sup>a,c*</sup>	-30,54 ± 11,44 <sup>d*</sup>	-5,07 ± 14,08	-17,65 ± 13,43*	0,002

Os valores estão representados através da média ± DP.

(Kruskal-Wallis,  $p < 0,05$  e teste Post-hoc Mann-Whitney).

<sup>a</sup> Diferença de média é significativa em nível de 5%, do grupo C comparado ao grupo CO.

<sup>c</sup> Diferença de média é significativa em nível de 5%, do grupo C comparado ao grupo HO.

<sup>d</sup> Diferença de média é significativa em nível de 5%, do grupo CO comparado ao grupo H (Kruskal-Wallis,  $p < 0,05$  e teste Post-hoc Wilcoxon).

\*diferença de media é significativa em nível de 5%, entre a variável inicial e final no mesmo grupo.

Com relação à fração HDLc, apenas o grupo C aumentou (25%) enquanto o grupo H não variou e os grupos recebendo ostras diminuíram significativamente (CO=43%, HO=25%).

Em concordância com o presente estudo, vários experimentos com animais mostram que o consumo de lipídeos marinhos diminuiu mais essa fração que outras fontes lipídicas como carne bovina, óleo de soja, banha e óleo de milho (MEDEIROS, 2001; SOUSA et al, 2002; GAIVA et al, 2003; HARRIS, 1997; TANAKA et al, 2003). Vários outros trabalhos citados por Sousa et al (2002) também mostram que o óleo de peixe baixa a fração HDLc.

Childs et al (1990) e Leigh-Firbankl et al (2002) em estudo com humanos observaram que o consumo de lipídeos marinhos interfere pouco na quantidade de HDL. No entanto, Childs et al (1990) avaliando o tamanho e densidade da partícula do HDL mostrou que, embora a substituição da proteína animal normalmente consumida por ostras ou mexilhões não alterou significativamente a fração HDLc, melhorou a relação HDL2/HDL3 (apenas para

o grupo mexilhões houve diminuição da fração HDL3). Zhengling et al (2004) em estudo com humanos e Nestel (2000) em sua revisão também observaram melhor perfil da HDLc após o consumo de óleo de peixe.

Com isso, enfatizamos a necessidade de investigações mais detalhadas sobre as modificações causadas pelo consumo de frutos do mar sobre os lipídeos sanguíneos. No presente estudo observamos uma redução muito expressiva da fração HDLc nas dietas contendo ostras, no entanto não podemos avaliar a modificação no tamanho e densidade dessa fração.

**Tabela 13** – Valores de média e desvio padrão das relações HDLc / CT (inicial, final e variação) dos diferentes grupos experimentais.

<b>Grupos</b>	<b>C</b> <b>n=6</b>	<b>CO</b> <b>n=5</b>	<b>H</b> <b>n=7</b>	<b>HO</b> <b>n=6</b>	<b>p</b>
HDLc / CT inicial	0,51 ± 0,11 <sup>c</sup>	0,56 ± 0,07	0,59 ± 0,06	0,67 ± 0,09	0,041
HDLc / CT final	0,71 ± 0,06	0,48 ± 0,04	0,66 ± 0,09	0,58 ± 0,15	0,007
Variação da relação HDL/CT	0,20 ± 0,10 <sup>a,b,c*</sup>	0,08 ± 0,08	0,07 ± 0,11	0,09 ± 0,17	0,002

Os valores estão representados através da média ± DP.

(Kruskal-Wallis, p<0,05 Post-hoc Mann-Whitney).

<sup>a</sup> Diferença de média é significativa em nível de 5%, do grupo C comparado ao grupo CO.

<sup>b</sup> Diferença de média é significativa em nível de 5%, do grupo C comparado ao grupo H.

<sup>c</sup> Diferença de média é significativa em nível de 5%, do grupo C comparado ao grupo HO.

Em relação à variação da relação HDLc/CT, apenas o grupo controle variou significativamente com um aumento de 39% dessa relação, já Tanaka et al (2003) observou aumento significativo da HDLc/CT em ratos consumindo ostras.

**Tabela 14** – Valores de média e desvio padrão de LDLc+VLDLc (inicial, final e variação) dos diferentes grupos experimentais.

<b>Grupos</b>	<b>C</b> <b>n=6</b>	<b>CO</b> <b>n=5</b>	<b>H</b> <b>n=7</b>	<b>HO</b> <b>n=6</b>	<b>p</b>
LDLc+VLDLc inicial	69,26 ± 29,14	55,80 ± 14,02	46,94 ± 10,31	36,80 ± 16,96	0,055
LDLc+VLDLc final	34,03 ± 11,04	45,74 ± 12,99	32,44 ± 11,86	38,23 ± 12,16	0,366
Variação LDLc+VLDLc	-35,22 ± 22,75 <sup>a,c*</sup>	-10,05 ± 13,04	-14,50 ± 10,54 <sup>f*</sup>	1,43 ± 17,19	0,021

Os valores estão representados através da média ± DP.  
(Kruskal-Wallis, p<0,05).

<sup>a</sup>Diferença de média é significativa em nível de 5%,do grupo C comparado ao grupo CO.

<sup>c</sup>Diferença de média é significativa em nível de 5%,do grupo C comparado ao grupo HO.

<sup>f</sup>Diferença de média é significativa em nível de 5%,do grupo H comparado ao grupo HO.

Os grupos C e H diminuíram significativamente (50% e 31%) a fração LDLc+VLDLc ao final do experimento. O grupo CO diminuiu 18% mas não foi significativo enquanto o grupo HO manteve-se constante. O grupo C diminuiu significativamente mais que os grupos CO e HO, mas estatisticamente não mais que o H.

Harris (1997) observou que nos estudos com ratos consumindo dieta com óleo de peixe em substituição a ácidos graxos saturados e insaturados, os animais apresentaram diminuição pouco consistente da fração LDLc. No presente estudo, os grupos consumindo rações com ostras também não apresentaram variação significativa da fração LDLc+VLDLc.

Em oposição, Sousa et al (2002) encontraram LDLc+VLDLc inferior para ratos alimentados com óleo de fígado de bacalhau ou óleo de soja quando comparados com ratos recebendo banha ou gordura de tambaqui (peixe de água doce). Vários outros estudos citados por esses autores observaram diminuição da LDLc com o consumo de óleo de peixe rico em ômega-3.

No entanto, Harris (1997) relata que em humanos, o óleo de peixe em geral não diminui a LDLc. Segundo Nestel (2000) ainda há muita controvérsia a respeito dos efeitos do

óleo de peixe sobre a fração LDLc. Estudos *in vitro* esboçam resultados diferentes dos apresentados em humanos. Segundo esse autor, os estudos apontam para uma modificação do tamanho da partícula da LDLc.

Estudo realizado por Leigh-Firbankl et al (2002) com obesos hipertriglicerolêmicos mostrou que o consumo de 6g/dia de óleo de peixe aumentou o LDLc. No entanto houve modificação do perfil da LDLc, com uma diminuição de 21% na porcentagem da LDLc pequena e densa ou seja houve uma mudança para uma partícula maior e menos densa. Essa modificação no perfil da LDLc compensa um pequeno aumento da fração porque as partículas maiores e menos densas são menos aterogênicas (TACK et al, 1998; LAMARCHE et al, 1997).

O óleo de peixe reduz à fração VLDLc (LOMBARDO & CHICCO, 2006) provavelmente devido à diminuição na secreção dessa partícula (NESTEL, 2000). Segundo Zhengling et al (2004) o óleo de peixe também melhora seu perfil para uma partícula menos aterogênica.

Da mesma maneira que para a HDLc, neste estudo não foi possível avaliar as modificações do tamanho e densidade das partículas de LDLc e VLDLc. Em vista das evidências da literatura, faz-se necessária essa investigação após o consumo de lipídeos marinhos para avaliar seu real efeito no metabolismo lipídico.

Nos quadros a seguir observamos estudos utilizando lipídeos marinhos e seus efeitos em animais (Quadro 1) e humanos (Quadro 2).

**Quadro 1** – Efeito dos lipídeos marinhos em comparação a outros lipídeos, na colesterolemia em animais.

<b>Fonte</b>	<b>Animal</b>	<b>Dieta (% lipídeos na dieta)</b>	<b>Efeito</b>
Tanaka et al, 2003	Ratos Sprague Dawley	Óleo de milho (5%) + ostra X Óleo e milho	< CT, < HDLc e > HDLc/CT
Tanaka et al, 2003	Ratos Sprague Dawley	Óleo de milho (1%) + banha (4%) + colesterol (1%) + ostra X Óleo e milho + banha + colesterol	< CT e > HDLc/CT
Gaiva et al, 2003	Ratos Wistar	Óleo de peixe (15%) X Óleo de soja, mista	< CT e < HDLc
Sousa et al, 2002	Ratos Wistar	Óleo de fígado de bacalhau (7,5%) X Óleo de soja, gordura de tabaqui, banha	<CT (=soja), <HDLc (=banha), <LDLc+VLDLc (=soja)
Medeiros, 2001	Cobaias <i>Cavia Pocellus</i>	Mexilhões (6%) X Caseína + óleo de soja, carne bovina	<CT e < LDLc (estatisticamente não significativos), < HDLc, <VLDLc
Bravo et al, 1998	Ratos Wistar	Óleo de peixe (17,5%) X Padrão (ração comercial, 3%)	< CT
Irritani et al, 1980	Ratos Wistar	Óleo de ostras X Óleo de milho	< CT

**Quadro 2** – Efeito dos lipídeos marinhos na colesterolemia em humanos.

<b>Fonte</b>	<b>Característica da amostra</b>	<b>Intervenção /método</b>	<b>Efeito</b>
Mozaffarian et al, 2005	Adultos $\geq 65$ anos n=4738	Investigação da frequência do consumo de peixes (não fritos)	Menor incidência de insuficiência cardíaca súbita.
Leigh-Firbank et al, 2002	Homens hipertriglicerolêmicos n=55	Suplementação com 6g/dia de óleo de peixe	Pequena diminuição da HDLc Aumento LDLc e diminuição da fração LDL-3 pequena e densa
Childs et al, 1990	Homens normocolesterolêmicos n=18	Dieta com ostras (em substituição a dieta normalmente consumida pela população)	Diminui CT, LDLc, relação LDLc/HDLc Não variou HDLc Melhorou (>) a relação HDL2/HDL3*
Connor & Lin, 1982	Homens normocolesterolêmicos n=2	Dieta com clam + ostras + scallops (apos dieta baixa em colesterol)	Não alterou o CT
Connor & Lin, 1982	Mulheres hipercolesterolêmicas n=1	Dieta com clam + ostras + scallops (apos dieta baixa em colesterol)	Aumentou o colesterol total

\* não significativo para as ostras. Significativo apenas para dieta com mexilhões.

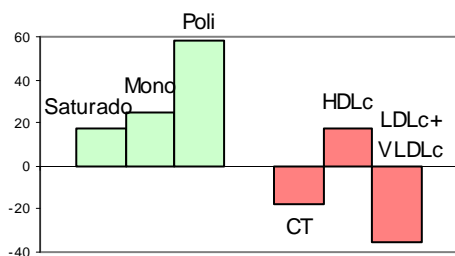
Considerando que os esteróis não colesterol agem da mesma maneira que os fitoesteróis na modificação do perfil lipídico (VAHOUNY et al, 1981) era esperado que as rações contendo ostras diminuíssem a fração LDLc (PLAT & MENSINK, 2001; BLAIR et al, 2000; KATAN et al, 2003) e o CT (NTANIOS et al, 2003; EWART et al, 2002; BLAIR et al, 2000). No entanto, isso não foi observado neste experimento, possivelmente devido à pequena quantidade de esteróis presente nas rações.



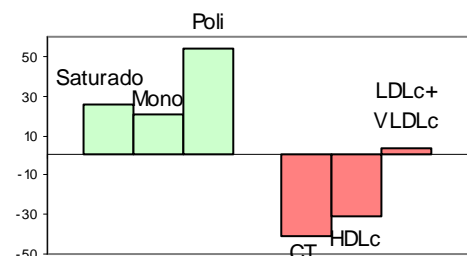
Está bem documentado na literatura que os ácidos graxos saturados (KRIS-ETHERTON & YU, 1997; KRAUSS et al, 2000) e em menor proporção o colesterol dietético (KRAUSS et al, 2000) aumentam o CT. Portanto, ao calcular a ração H com adição de banha e colesterol esperava-se que esta aumentasse o CT. No entanto, a ração H não foi efetiva no aumento da colesterolemia, o que pode ter ocorrido devido a baixa quantidade de gordura total da ração (4%, normolipídica para ratos adultos) em comparação com outros estudos (em geral com rações hiperlipídicas) e pela adequada proporção dos ácidos graxos conseguida com a mistura do óleo de soja e a banha (Fig. 12). A relativa baixa quantidade de gordura da ração e o metabolismo dos animais pode também ter impedido uma absorção intestinal eficiente do colesterol dietético.

Uma alternativa utilizada nos estudos com ratos com o intuito de aumentar a absorção do colesterol é a adição de ácido cólico na dieta. Entretanto, como relatado por Machado et al (2003) nem todos os trabalhos mostram melhor absorção com o uso dessa substância que também promove aumento da deposição de colesterol no fígado.

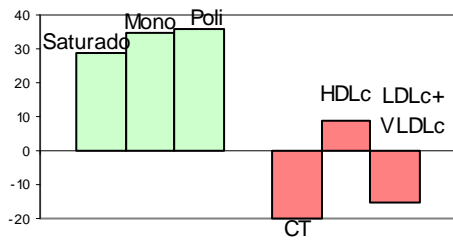
A ração normolipídica com acréscimo de colesterol (ração H) não apresentou efeitos adversos sobre os níveis de colesterol das ratas. Para promover a hipercolesterolemia, sugere-se a oferta de uma ração hiperlipídica que favoreça a absorção do colesterol e com maior proporção de banha aumentando a quantidade de ácidos graxos saturados.



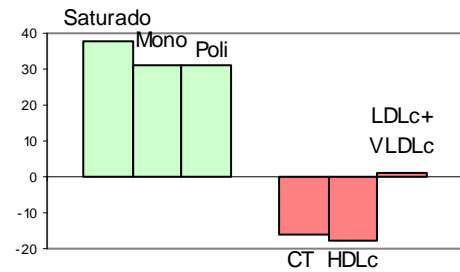
**Figura 10** – Ácidos graxos (%) da ração C e variação dos lipídeos séricos



**Figura 11** – Ácidos graxos (%) da ração CO e variação dos lipídeos séricos (mg/dL) das ratas do grupo CO.



**Figura 12** – Ácidos graxos (%) da ração H e variação dos lipídeos séricos (mg/dL) das ratas do grupo H.



**Figura 13** – Ácidos graxos (%) da ração HO e variação dos lipídeos séricos (mg/dL) das ratas do grupo HO.

Como documentado por Santos (2001) e em outros estudos com humanos (KRIS-ETHERTON & YU, 1997) e animais (KLOSS et al, 2005 CHANG & HUANG, 1999) a substituição de ácidos graxos saturados por polinsaturados provocou diminuição da HDLc, como observado no grupo CO. Com isso, esperava-se que o grupo C também apresentasse diminuição da fração HDLc, já que possui elevada quantidade de ácidos graxos polinsaturados na sua constituição (Fig. 8).

Sousa et al (2002) observaram que o grupo recebendo banha diminuiu menos a HDLc que o grupo recebendo óleo de soja. Tanaka et al (2003) ao adicionar banha e colesterol à dieta contendo ostras não observaram diminuição da HDL. Lin et al (1992) também observaram maior HDLc para o grupo recebendo banha em comparação com azeite de oliva e óleo de milho. Em concordância, o grupo HO diminuiu menos a HDLc que o grupo CO, no entanto ao contrário das referências citadas o grupo C (óleo de soja) aumentou a fração HDLc.

Quanto a LDLc, o principal fator que provoca seu aumento são os ácidos graxos saturados, seguidos dos ácidos graxos trans insaturados e em menor proporção o colesterol dietético (KRAUSS et al, 2000). Enquanto os polinsaturados e os monoinsaturados diminuem a LDLc (KRIS-ETHERTON & YU, 1997).

Neste estudo o grupo C com maior percentual de insaturados e menor de saturados apresentou a maior diminuição da fração LDLc+VLDLc, enquanto o grupo HO com maior

teor de saturados e menor de insaturados não variou a LDLc+VLDLc, concordando com a literatura.

Lin et al (1992) em estudo com cobaias (Harlan Sprague Dawley) observaram que conforme aumentou-se a quantidade de colesterol dietético (0,08%-0,33%) houve aumento do CT e a fração LDLc sanguíneos. Comparando os grupos C com H e CO com HO, observa-se que as rações contendo colesterol diminuíram menos a fração LDLc+VLDLc (Fig. 12 e 13).

De maneira geral os estudos com humanos mostram que o consumo de ômega-3 (óleo de peixe) não baixa o CT e a LDLc (HARRIS, 1997), exerce pouca influência sobre a HDLc (GOTTO & BRINTON, 2004) e reduz os triglicerídeos e a fração VLDLc (LOMBARDO & CHICCO, 2006). Também apresenta propriedades antitrombóticas que protegem o sistema cardiovascular (SANTOS, 2001b).

Além disso, devemos considerar que as ostras são excelentes fontes de zinco (PEDROSA & COZZOLINO, 2001) e que o consumo de suplementos de zinco e a elevação desse mineral no plasma estão associadas a variações do colesterol sérico e suas frações (CHO et al, 1989; HILLER et al, 1995; MILNE et al, 2001).

Observa-se que há muitas diferenças entre os estudos, em especial entre estudos com animais e humanos (Quadros 1 e 2). Segundo Harris (1997) essas divergências devem-se as diferenças no metabolismo lipídico e do delineamento dos estudos. Este autor relata que os estudos com animais, em geral, utilizam uma quantidade muito grande de ômega-3, sendo irreal. Deve-se conduzir estudos onde a quantidade de ômega-3 não ultrapasse 2% da energia total para evitar distorções nos resultados.

Como já exposto, o presente estudo concorda com outros estudos com animais quanto às variações no CT e HDLc, mas as variações são diferentes das encontradas na maioria dos estudos com humanos. Quanto a LDLc+VLDLc, as comparações ficam restritas devido a metodologia das análise já que a maioria dos estudos observa a fração LDLc individualmente.

Em vista dos achados de diferentes estudos e das contradições a respeito dos efeitos dos lipídeos marinhos e do ômega-3 deve-se incentivar estudos que investiguem também a modificação no tamanho e densidade das partículas para poder avaliar o real efeito dos alimentos marinhos no metabolismo lipídico.

#### 5.2.5 Considerações importantes

Durante as duas primeiras semanas do ensaio biológico os animais dos grupos CO e HO apresentaram diarreia. Foi realizada análise microbiológica quanto a *Salmonella* sp, Coliformes à 45°C e *Estafilococos* coagulase positiva conforme determinação da ANVISA (2001) para moluscos secos, sendo que todos os testes foram negativos. Gradativamente a diarreia foi diminuindo até cessar por completo ao final da segunda semana. Como apenas os grupos consumindo rações com ostras apresentaram diarreia e essa alteração parou, acredita-se que os animais estavam adaptando-se à nova dieta. Nesse período, os animais com diarreia apresentaram-se agressivos.

Anteriormente ao ensaio biológico, foi realizado um estudo piloto para verificar a adaptação dos animais experimentais às condições do estudo. Foi realizado um estudo com um grupo de hamsters (machos) e um de ratas (fêmeas), escolhidos com base na literatura (Francischi et al, 2002; Harris, 1997) e disponibilidade de animais. Foram oferecidas rações idênticas a C e CO, durante 21 dias. Com o piloto, observou-se que os hamsters não se adaptaram às gaiolas metabólicas, apresentando-se muito agressivos, com expressiva perda de peso e baixo consumo de ração. Vários animais morreram até o final do estudo. Quanto às ratas, estas apresentaram diarreia (em menor intensidade que o presente experimento) e menos mortes que os hamsters. Em vista disso, escolheu-se as ratas fêmeas como animal experimental para este estudo.

## 6 CONCLUSÕES

Considerando que:

- As ostras coletadas na primavera (água: 20°C) apresentaram maior teor de proteínas, lipídeos e carboidratos e conseqüente maior valor calórico que as coletadas no verão (água: 26°C). As cinzas não variaram nos dois períodos analisados.
- As ostras coletadas no verão apresentaram maior proporção de ácidos graxos saturados e monoinsaturados totais e concomitante redução dos ácidos graxos polinsaturados que as ostras da primavera.
- As ostras apresentam maior proporção de ácidos graxos polinsaturados que saturados e boa proporção de ácidos graxos EPA e DHA. Nas duas coletas as ostras apresentaram baixa proporção de ácidos graxos monoinsaturados.
- O ácido palmítico foi predominante como saturado, o oléico como monoinsaturado e o EPA e DHA como polinsaturado, nas duas coletas.
- As ostras apresentam boa proporção de ômega-3 em relação ao total de ácidos graxos (verão 36% e primavera 33%), sendo 550mg/100g no verão e 892mg/100g na primavera.
- As ostras da primavera apresentaram maior quantidade de esteróis totais que as do verão.
- Apenas 42% e 45% dos esteróis apresentaram-se como colesterol nas ostras do verão e da primavera, respectivamente, sendo que 100 gramas de ostras fornecem 3,5mg de colesterol no verão e 12,3mg na primavera.
- As ostras apresentam menor teor lipídico, menor proporção de ácidos graxos saturados e menor quantidade de colesterol que a carne de frango, bovina e suína.

- As rações experimentais apresentaram quantidade de calorias, proteínas, lipídeos e carboidratos semelhantes. As rações contendo ostras apresentaram maior quantidade de cinzas.
- O ganho de peso, consumo de ração, peso do fígado e relação peso do fígado/peso corporal total foi semelhante entre os grupos experimentais.
- O coeficiente de eficácia alimentar (CEA) foi semelhante entre as rações experimentais.
- A ração C e CO apresentaram elevada proporção de ácidos graxos polinsaturados, a ração H equilíbrio entre saturados, monoinsaturados e polinsaturados e a ração HO a maior quantidade de saturados.
- Todos os grupos diminuíram significativamente o CT. Os grupos consumindo ração contendo ostras diminuíram a fração HDLc e não alteraram a LDLc+VLDLc.
- A ração H não apresentou efeito hipercolesterolêmico nas ratas.

Concluimos que:

- As ostras possuem elevado valor nutritivo e podem ser consideradas fontes de proteínas de alto valor biológico e lipídeos benéficos à saúde incluindo o ômega-3.
- Ressaltamos que as ostras apresentam baixa quantidade de colesterol. Com isso podemos desmistificar o tabu conferido a este alimento pelo seu suposto alto teor de colesterol.
- Pelo seu valor nutritivo, as ostras podem fazer parte de uma dieta saudável desde que seja adequada a quantidade e a forma de preparo.
- Novos estudos poderiam contribuir com o conhecimento deste alimento: relacionar a composição nutricional das ostras com seu ciclo gametogênico, verificar os efeitos do consumo de ostras sobre o tamanho e densidade das partículas de colesterol em

animais e humanos, bem como analisar a relação entre o consumo de ostras e estado nutricional de zinco e o colesterol sérico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, M. et al. Seasonal variations of lipids classes and fatty acids in flat oyster, *Ostrea edulis*, from San Cibrán (Galicia, Spain). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 110C, n. 2, p.109-118, 1995.

ALAMINO, L. H. M. **Maricultura em Florianópolis, Santa Catarina. A magia da ostra.** Disponível em: <setorpesqueiro.com.br/aquicultura/maricultura/>. Acesso em: 10 nov. 2004.

ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **RESOLUÇÃO - RDC Nº 12, DE 2 DE JANEIRO DE 2001.** Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 16 maio 2005.

ARANA, L. V. Estado da arte. In: ARANA, L.V. **Fundamentos de aquicultura.** Florianópolis, UFSC, 2004a. p.207-219.

ARANA, L. V. Cultivo de plantas aquáticas e moluscos. In: ARANA, L.V. **Fundamentos de aquicultura.** Florianópolis, UFSC, 2004b. p.85-121.

ARANA, L. V. Estudo de caso: A mitilicultura catarinense. In: **Aquicultura e desenvolvimento sustentável.** Florianópolis: UFSC, 1999. p. 213-223.

ARAUJO, S.C. **Isolamento de uma microalga nativa para uso na alimentação de *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1785).** Florianópolis, 1997. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

BADOLATO, E. S. G. et al. 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, R. M.; SANTOS, C. S.; SIMÕES, C. M. Ostras de qualidade em Santa Catarina. **Ciência Hoje**, v.29, n.172, 2001. Disponível em: <www.cienciahoje.org.br> Acesso em: 12 mar. 2003.

BLAIR, S. N. et al. Incremental reduction of serum total cholesterol and low-density lipoprotein cholesterol with the addition of plant stanol ester-containing spread to statin therapy. **American Journal of Cardiology**, v. 86, p. 46–52, 2000.



BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n.1, p. 98-104, 2002.

BRANDINI, F. P.; SILVA, A. S.; PROENÇA, L. A. O. Oceanografia e maricultura. In: VALENTI, W.C. et al. **Aqüicultura no Brasil: Base para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq / Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. p. 107-142.

BRAVO, E. et al. The mechanism underlying the hypocholesterolemic effect of chronic fish oil feeding in rats is not due to increased excretion of dietary cholesterol. **Atherosclerosis**, v.139, p. 253–263, 1998.

BUNGE. **Informações nutricionais**. Óleo de soja Soya. Disponível em: <[www.soya.com.br](http://www.soya.com.br)>. Acesso em: 10 jan. 2006.

CAMPBELL, J.A. Method for determination of PER & NPR. In: Food and nutrition board. Committee on Protein Quality. **Evaluation of protein quality**. Washington DC, p.31-32, 1963.

CHILDS, M. T. et al. Effects of shellfish consumption on lipoproteins in normolipidemic men. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 51, p. 1020-1027, 1990.

CHANG, N. W.; HUANG, P. C. Comparative effects of polyunsaturated- to saturated fatty acid ratio versus polyunsaturated- and monounsaturated fatty acids to saturated fatty acid ratio on lipid metabolism in rats. **Atherosclerosis**, v. 142, p.185–191, 1999.

CONNOR, W. E.; LIN, D. S. The effect of shellfish in the diet upon the plasma lipid levels in humans. **Metabolism**, v. 31, n. 10, p. 1046-1051, 1982.

COPEMAN, L. A.; PARRISH, C. C. Lipids Classes, Fatty Acids, and Sterols in Seafood from Gilbert Bay, Southern Labrador. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, p. 4872-4881, 2004.

CRUZ-ROMERO, M. et al. Effects of high pressure treatment on physicochemical characteristics of fresh oysters (*Crassostrea gigas*). **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 5, p. 161 –169, 2004.

DANTON, E.; VERON, B. T.; MATHIEU, M. Influence of diet level on sterols of diploid and triploid oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 233, p. 259–267, 1999.

DAVIGNON, J.; COHN, J. S. Triglycerides: a risk factor for coronary heart disease. **Atherosclerosis**, v. 124 (supl.), p. 57-64, 1996.

DE OLIVEIRA e SILVA, E. R. et al. Effects of shrimp consumption on plasma lipoproteins. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 64, p. 712-717, 1996.

EWART, H. S. et al. Fish oil containing phytosterol esters alters blood lipid profiles and left ventricle generation of thromboxane A2 in adult guinea pigs. **Journal of Nutrition**, v.132, p.1149 –1152, 2002.

FEOLI, A.M. et al. Serum and Liver Lipids in Rats and Chicks Fed With Diets Containing Different Oils. **Nutrition**, v. 19, p. 789 –793, 2003.

FERNÁNDEZ, C. et al. Inhibition of cholesterol biosynthesis by  $\Delta^{22}$ -unsaturated phytosterols via competitive inhibition of sterol  $\Delta^{24}$ -reductase in mammalian cells. **Biochemistry Journal**, v. 366, p. 109 –119, 2002.

FERRARI, R.A. Óleos vegetais como alimentos funcionais. In: SEMINÁRIO: LIPÍDIOS NA DIETA E SUA RELAÇÃO COM A SAÚDE DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ÓLEOS E GORDURAS, 2004. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, n.1, 2004. CD-ROM.

FRANCO, G. **Nutrição. Texto básico e tabela de composição química dos alimentos.** 6<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atheneu, 1982. 226 p.

FRANCISCHI, R.P. et al. dietas hiperlipídicas e frequência alimentar: efeitos sobre as reservas lipídicas em ratos. **Nutrire**, v. 24, p. 33-55, 2002.

FRÍAS-ESPERICUETA, M. G.; OSUNA-LÓPEZ, J. I.; PÁEZ-OSUNA, F. Gonadal maturation and trace metals in the mangrove oyster *Crassostrea corteziensis*: seasonal variation. **The Science of the Total Environment**, v. 231, n. 2-3, p. 115-123, July 1999.

GAETE, G. M.; ATALAH, S. E. Niveles de LC-PUFA n-3 en la leche maternal después de incentivar el consumo de alimentos marinos. **Revista Chilena de Pediatría**, n.74, v.2, p.158-165, 2003.

GAIWA, M. H. et al. Diets rich in polyunsaturated fatty acids: effect on hepatic metabolism in rats. **Nutrition**, n.19, p.144 –149, 2003.

GONZÁLEZ, M.; CARIDE, B.; LAMAS, A.; TABOADA, C. Nutritional value of the marine invertebrates *Anemonia viridis* and *Hamiothis tuberculata* and effects on serum cholesterol concentration in rats. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.12, p.512-517, 2001.

GORDON, D.T. Minerals in seafoods: their bioavailability and interactions. **Food Technology**, v.42, n.5, p. 156-159, 1988.

GOSLING, E. Bivalve culture. In: **Bivalve Mollusks. Biology, Ecology and Culture**. Blackwell Publishing, 2003. p. 284-331.

GOTTO, A. M.; BRINTON, E. A. Assessing low levels of high-density lipoprotein cholesterol as a risk factor in coronary heart disease: A working group report and update. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 43, n. 5, p. 717-928, 2004.

HARRIS, W. n-3 fatty acids and serum lipoproteins: animal studies. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 65, p. 1611S-6S, 1997.

HE, K. et al. Fish consumption and risk of stroke in men. **ACC Current Journal Review**, v. 12, n. 2, p. 45-44, mar.april, 2003.

HERBÁRIO. **Ostras fazem a festa em Florianópolis**. Disponível em: <<http://www.herbario.com.br/atual/ostrasc.htm>>. Acesso em: 10 novembro 2004.

HOLDEN, J. M. Assesment of the quality of data in nutritional databases. **Boletim da SBCTA**, v. 31, n. 2, p. 105-108, 1997.

HYUN, K. H. et al. The effect of food composition on Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) growth in Korea: a modeling study. **Aquaculture**, v. 199, n. 1-2, p.41-62, july 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3ed., São Paulo, 1985, v.1, 533p.

IRITANI, N. et al. Reduction of lipogenic enzymes by shellfish triglycerides in rat liver. **Journal of Nutrition**, n. 110, v. 8, p. 1664-70, august, 1980.

JONES, P. J. H.; KUBOW, S. Lipídios, esteróis e seus metabólitos. In: SHILS, M.E. et al. **Tratado de Nutrição moderna na saúde e na doença**. 9ªed. v. 1 São Paulo: Manole, 2003. p. 71-101.

KARAKOLTSIDIS, P. A.; ZOTOS, A.; CONSTANTINIDES, S. M. Composition of commercially important mediterranean finfish, crustaceans and mollusks. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 8, p. 258-273, 1995.

KATAN, M. B. et al. Efficacy and safety of plant stanols and sterols in the management of blood cholesterol levels. **Mayo Clinic Proceedings**, v. 78, p. 965-978, 2003.

KIMURA, I.; OHMINAMI, H.; OKUDA, H. Effects of extract of oyster on lipid metabolism in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 59, p. 117-123, 1998.

KING, I. et al. Shellfish: proximate composition, minerals, fatty acids, and sterols. **Journal of American Dietetic Association**, v. 90, n. 5, p. 677-85, may, 1990. Resumo.

KIRKWOOD, B. R.; STERNE, J. A. C. **Medical statistics**. 2ªed. Blackell Science, 2003. 501p.

KLOSS, R. et al. Effects of conjugated linoleic acid supplementation on blood lipids and adiposity of rats fed diets rich in saturated versus unsaturated fat. **Pharmacological Research**, v. 51, p. 503–507, 2005.

KNAUER, J.; SOUTHGATE, P. C. Growth and fatty acid composition of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) spat fed a spray-dried freshwater microalga (*Spongiococcum excentricum*) and microencapsulated lipids. **Aquaculture**, v. 154, n. 3-4, p. 293-303, 1997.

KNAUER, J. et al. Sterol Metabolism of Pacific Oyster (*Crassostrea gigas*) Spat. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 119B, n. 1, p. 81–84, 1998.

KRAUSS, R. M. AHA Dietary Guidelines. Revision 2000: A Statement for Healthcare Professionals From the Nutrition Committee of the American Heart Association. **Circulation**, v. 102, p. 2284 –2299, 2000.

KRIS-ETHERTON, P. M.; YU, S. Individual fatty acid effects on plasma lipids and lipoproteins: human studies. **American Journal of Clinical Nutrition**, n. 65(suppl), p. 1628S-1644S, 1997.

KRUMMEL, D. Nutrição na doença cardiovascular. In: MAHAN, L.K.; STUMP, S. E. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 10ª ed. São Paulo: Roca, 2002. p. 539-575.

LCCM LABORATÓRIO DE CULTIVO DE MOLUSCOS MARINHOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **O cultivo de ostras em Santa Catarina**. Disponível em: <www.lcmm.ufsc.br>. Acesso em: 9 ago. 2003.

LAMARCHE, B. et al. Small, dense low-density lipoprotein particles as a predictor of the risk of ischemic heart disease in men. Prospective results from the Quebec Cardiovascular Study. **Circulation**, v. 95, n. 1, p. 69-75, 1997.

LEIGH-FIRBANKL, E.C. Eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid from fish oils: differential associations with lipid responses. **British Journal of Nutrition**, v. 87, p. 435-445, 2002.

LICHTENSTEIN, A. H.; DECKELBAUM, R. J. Stanol/sterol ester-containing foods and blood cholesterol levels. A statement for healthcare professionals from the nutrition committee of the council on nutrition, physical activity, and metabolism of the American Heart Association. **Circulation**, v. 103, p.1177-1179, 2001.

LIMA, F. C.; ABREU, M.G.; MESQUITA, E. F. M. Monitoramento histopatológico de mexilhão *Perna perna* da lagoa de Itaipu, Niterói, RJ. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.2, p. 1-5, abril, 2001.

LIN, E. C. K.; FERNANDEZ, M. L.; McNAMARA, D. J. Dietary fat and cholesterol quantity interact to affect cholesterol metabolism in guinea pigs. **Journal of Nutrition**, v. 122, n.10, p. 2019-2029, 1992.

LINEHAN, L. G.; 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, n. 2, p. 211-214, feb. 1999.

LING, W. H.; JONES, P. J. H. Dietary Phytosterols: A review of metabolism, benefits and side effects. **Life Sciences**, v. 57, n. 3, p. 195-206, 1995.

LOMBARDO, Y. B.; CHICCO, A. G. Effects of dietary polyunsaturated n-3 fatty acids on dyslipidemia and insulin resistance in rodents and humans. A review. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.17, n. 1, p. 1-13, 2006.

LUZIA, L. A. et al. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. **Food Chemistry**, v. 83, p. 93 –97, 2003.

MACHADO, D. F. et al. Efeito de probiótico na modulação dos níveis de colesterol sérico e no peso do fígado de ratos alimentados com dieta rica em colesterol e ácido cólico. **Ciência e tecnologia de Alimentos**, v. 23, n.2, p. 270-275, ago. 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.

MEDEIROS, K. J. **Avaliação dos efeitos de uma dieta à base de mexilhões *Perna perna* (Linnè, 1758) em relação aos teores de colesterol, triglicerídeos e lipoproteínas em cobaias (*Cavia porcellus*)**. 2001. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis, 2001.

MENEZES, E. W.; GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M. A questão da variabilidade e qualidade de dados de composição de alimentos. **Nutrire**, v.26, p. 63-76, dez., 2003.

MILETIC, M.; MIRIC, Z.; LALIC & S. SOBAJIC Composition of Lipids and Proteins of Several Species of Mollusks, Marine and Terrestrial, from the Adriatic Sea and Serbia. **Food Chemistry**, v. 41, p. 303-308, 1991.

MOLYNEAUX, M.; LEE, C. M. The U.S Market for marine nutraceutical products. **Food Technology**, v. 52, n. 6, p. 56-57, 1998.

MOZAFFARIAN, D. et al. Fish intake and risk of incident heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 45, n.12, p. 2015-21, 2005.

NESTEL, P. J. Fish oil and cardiovascular disease: lipids and arterial function. **American Journal of Clinical Nutrition**; v. 71, p. 228S - 231S, jan. 2000.

NOGUEIRA JUNIOR, F. C., COELHO, D. A., ALMEIDA, M. M. C. et al. Effect of tamoxifen in lipids of diabetic rats induced by streptozotocin. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 20 (suppl.1), p. 69-75, 2005.

NTANIOS, F.Y. et al. Effects of various amounts of dietary plant sterol esters on plasma and hepatic sterol concentration and aortic foam cell formation of cholesterol-fed hamsters. **Atherosclerosis**, v. 169, p. 41-50, 2003.

O'DEA, K.; SINCLAIR, A. J. Increased proportion of arachidonic acid in plasma lipids after 2 weeks on a diet tropical seafood. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 36, n. 5, p. 868-72, 1982.

OLIVEIRA, T. T., GOMES, S. M., NAGEM, T. J. et al. Efeito de diferentes doses de flavonóides em ratos hiperlipidêmicos. **Revista de Nutrição**, v.15, n.1, p. 45-51, jan. 2002.

ORBAN, E. et al. Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian sites. **Food Chemistry**, v. 77, n. 1, p. 57-65, may 2002.

OSTLUND, R. E. J. Phytosterols in human nutrition. **Annual Review of Nutrition**, v. 22, p. 533-49, 2002.

OSTLUND, R. E. J.; RACETTE, S. B.; OKEKE, A.; STENSON, W. F. Phytosterols that are naturally present in commercial corn oil significantly reduce cholesterol absorption in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 75, p. 1000-4, 2002.

PARIKH, P. et al. Diets and cardiovascular disease. An evidence-based assessment. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 45, n. 9, p.1379-87, 2005

PARISENTI, J., TRAMONTE, V. L. C G, FACCIN, G. L. Comparação entre a composição nutricional de ostras e mexilhões obtidos através de tabelas e análise laboratorial In: 8º Congresso Nacional da SBAN, 2005, São Paulo. **Anais do 8º Congresso Nacional da SBAN**, 2005.

PAK, N., VERA, G.; ARAYA, H. Nutritive value of shellfish consumed in Chile. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 35, n.1, march, 1985, p. 63-69.

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

PERDUE, J. A.; ERICKSON, G. A comparison of the gametogenic cycle between the Pacific oyster *Crassostrea gigas* and the Suminoe oyster *Crassostrea rivularis* in Washington State. **Aquaculture**, v. 37, n. 3, p. 231-237, march, 1984.

PHILIPPI, S.T. **Tabela de Composição de Alimentos: Suporte para decisão Nutricional**. 2ª ed. São Paulo: Coronário, 2002.

PIEIDADE, J., CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Comparação entre o efeito do resíduo do abacaxizeiro (caules e folhas) e da pectina cítrica de alta metoxilação no nível de colesterol sanguíneo em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 149-156, maio/ago. 2003.

PIGOTT, G.M.; TUCKER, B.W. **Seafood: Effects of technology on nutrition**. New York: Marcel Dekker, 1990. 361p.

PLAT, J.; MENSINK, R. P. Effects of plant stanol esters on LDL receptor protein expression and on LDL receptor and HMG-CoA reductase mRNA expression in mononuclear blood cells of healthy men and women. **The FASEB Journal**, 2001. Disponível em [www.capes.gov.br/periodicos](http://www.capes.gov.br/periodicos). Acesso em: 27 de janeiro 2005.

POLI, C.R. Cultivo de ostras do Pacífico (*Crassostrea gigas*, 1852). In: POLI, C. R.; POLI, A.T.B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. **Aquicultura: Experiências Brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2004. p.251-266.

QUILEZ, J.; GARCÍA-LORDA, P.; SALAS-SALVADOL, J. Potential uses and benefits of phytosterols in diet: present situation and future directions. **Clinical Nutrition**, v. 22, n. 4, p. 343 –351, 2003.

REEVES, P. G.; NIELSEN, F.H.; FAHEY, G. C. AIN-93 Purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition “Ad Hoc” writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. **Journal of Nutrition**. v. 123, p. 1939-1951, 1993.

RICHELLE, M. et al. Both free and esterified plant sterols reduce cholesterol absorption and the bioavailability of  $\beta$ -carotene and  $\alpha$ -tocopherol in normocholesterolemic humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 80, n. 1, p. 171-177, 2004.

ROCHE, H.M.; GIBNEY, M.J. Effect of long-chain n23 polyunsaturated fatty acids on fasting and postprandial triacylglycerol metabolism. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71(suppl), p.232S–7S, 2000.

ROS, E. Intestinal absorption of triglyceride and cholesterol. Dietary and pharmacological inhibition to reduce cardiovascular risk. **Atherosclerosis**, v.151, n. 2, p. 357-379, 2000.

ROUTLEDGE, E.A.B. **Larvicultura do mexilhão *Perna perna* alimentado com diferentes composições de microalgas**. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

RUIZ, C. et al. Influence of seasonal environmental changes on the gamete production and biochemical composition of *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795) in suspended culture in El Grove, Galicia, Spain. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.155, n.2, p. 249-262, 1992.



SANTOS, F.M. **Influência da temperatura sobre o acúmulo de glicogênio e acompanhamento do ciclo sexual da Ostra do pacífico *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795) em campo e laboratório, durante o verão.** 2001. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Ciências Agrárias. Florianópolis, 2001.

SANTOS, R.D. III Diretrizes Brasileiras Sobre Dislipidemias e Diretriz de Prevenção da Aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 77, supl.3, p.1-48, nov. 2001.

SAUCEDO, P. et al. Seasonal changes in the histological and biochemical profile of the gonad, digestive gland and muscle of the Calafia Moher-of-pearl Oyster, *Pinctada Mazatlanica* (Hanley, 1856) associated with gametogenesis. **Journal of Shellfish Research**, v. 21, n. 1, p. 127-135, 2002.

SCHAEFER, E. J. Lipoproteins, nutrition, and heart disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 75, p. 191–212, 2002.

SEAFOOD SAVVY, NY Sea Grant /Cornell Cooperative Extension Bulletin 104IB226, 1992.

SILVA, F. C. **Estudo comparativo do cultivo de *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795) em diferentes condições ambientais em Santa Catarina.** Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

SIOEN, I. et al. Effects of pan-frying in margarine and olive oil on the fatty acid composition of cod and salmon. **Food Chemistry**, (2006) Article In Press.

SPENCER, B. E. Oyster cultivation. In: **Molluscan shellfish farming**. Blackwell Publishing, 2002. p. 123-146.

SHPIGEL, M. Gametogenesis of the European flat oyster (*Ostrea edulis*) and Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) in warm water in Israel. **Aquaculture**, v.80, n. 3-4, p. 343-349, 1989.

SORIGUER, F. et al. Fat, protein and caloric content of different fish, seafood and mollusks, Atlantic and Mediterranean habitually consumed in the south of Spain. **Nutrition Hospitalaria: Organo Oficial de la Sociedad Espanola de Nutricion Parenteral y Enteral**, v.1, n.4, p.245-257, 1996. Resumo.

SOUSA, R.V. et al. Características nutricionais do tambaqui (*Colossoma Macropomum*) e seu efeito no metabolismo lipídico de ratos alimentados com dietas ricas em colesterol. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 88-93, jan./abr. 2002.

SOUDANT, P. et al. Comparison of the lipid class and fatty acid composition between a reproductive cycle in nature and a standard hatchery conditioning of the Pacific Oyster *Crassostrea gigas*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B**, v. 123, p. 209–222, 1999.

SOUZA FILHO, J. **Custo da produção da ostra cultivada**. Florianópolis, Instituto Cepa/SC, 2003. 23 p. (Cadernos de indicadores agrícolas, 3).

TACK, C.J. et al. Troglitazone decreases the proportion of small, dense LDL and increases the resistance of LDL to oxidation in obese subjects. **Diabetes Care**, v. 21, n. 5, p. 796-9, 1998.

TANAKA K. et al. Effects of feeding oyster, *Crassostrea gigas*, on serum and liver lipid levels in rats. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology** (Tokyo), v. 49, n. 2, p. 100-6, 2003.

TORRES, E. A. F. S. et al. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, p.145-150, 2000.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Coordenado pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA) da Universidade de Campinas (UNICAMP). Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

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, p. 31-34, 2005

TRAMONTE, V.L.C.G.; PARISENTI, J.; FACCIN, G.L.; SANTOS, E.P.M.V. Determinação da composição centesimal de mexilhões *perna perna* (Linné, 1758) e ostras *Crassostrea gigas* e *Crassostrea rhizophorae*, machos e fêmeas, em diferentes épocas do ano, da região de Sambaqui, Florianópolis, S.C. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 55., 2003, Recife. **Anais...** Recife: SBPC, 2003.

TRONDSSEN, T.; BRAATEN, T.; LUND, E.; EGGEN, A.E. Consumption of seafood: the influence of overweight and health beliefs. **Food Quality and Preference**, v.15, n.4, p.361-374, 2004.

USDA. **Nutrient Database for Standard Reference**. Release 14 (Julho 2001). Disponível em: <<http://www.unifesp.br/dis/servicos/nutri/index.html>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

VALENZUELA, A.; RONCO, A.M. Fitoesteroles y fitoestanoles: aliados naturales para la proteccion de la salud cardiovascular. **Revista chilena de nutrición**, n.31, supl.1, p. 161-169, nov, 2004.

VAHOUNY, G.V. et al. Lymphatic absorption of shellfish sterols and their effects on cholesterol absorption. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.34, p.507-513, 1981.

VANNUCCHI, H. *et al.* **Aplicações das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira**. Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, SBAN, 1990.

VANSTON, C.A.; RAEINI-SARJAZ, M.; JONES, P.J.H. Injected phytosterols/stanols suppress plasma cholesterol levels in Hamsters. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.12, p.565–574, 2001.

VANSTON, C.A.; RAEINI-SARJAZ, M.; PARSONS, W.E.; JONES, P.J.H. Unesterified plant sterols and stanols lower LDL-cholesterol concentrations equivalently in hypercholesterolemic persons. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, p.1272–8, 2002.

VISENTAINER, J.V.; CARVALHO, P.O.; IKEGAKI, M.; PARK, Y.K. Concentração de ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA) em peixes marinhos da costa brasileira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.1, p.90-93, abr., 2000.

WEGGEMAN, R.M.; ZOCK, P.L.; KATAN, M.B. Dietary cholesterol from eggs increases the ratio of total cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol in humans: a meta-analysis. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 73, p.885–91, 2001.

WHELTON, P.S. et al. Meta-Analysis of Observational Studies on Fish Intake and Coronary Heart Disease. **American Journal of Cardiology**, v.93, p.1119–1123, may, 2004.

YANAR, Y.; ÇELIK, M.; YANAR, M. Seasonal changes in total carotenoid contents of wild marine shrimps (*Penaeus semisulcatus* and *Metapenaeus monoceros*) inhabiting the eastern Mediterranean. **Food Chemistry**, v.88, p.267 –269, 2004.

YUAN J. M. et al. Fish and shellfish consumption in relation to death from myocardial infarction among men in Shanghai, China. **American Journal of Epidemiology**, v. 154, n. 9, p. 809-16, 2001.

ZHENGLING L. et al. Fish consumption shifts lipoprotein subfractions to a less atherogenic pattern in humans. **Journal of Nutrition**, v. 134, p. 1724 – 8, 2004.