

**RESISTÊNCIA DO MEXILHÃO *Perna perna* (LINNAEUS, 1758)
PROVENIENTE DE BANCOS NATURAIS DA BAIXADA SANTISTA, A
VARIAÇÕES DE TEMPERATURA, SALINIDADE, TEMPO DE EXPOSIÇÃO
AO AR E DETERMINAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE PARASITISMO.**

MARCELO BARBOSA HENRIQUES

**Tese apresentada ao Instituto de
Biociências da Universidade Estadual
Paulista “Julio de Mesquita Filho”,
Campus de Rio Claro, para a obtenção do
título de Doutor em Ciências Biológicas
(Área de Concentração: Zoologia)**

**Rio Claro
Estado de São Paulo - Brasil
Junho de 2004**

RESISTÊNCIA DO MEXILHÃO *Perna perna* (LINNAEUS, 1758) PROVENIENTE
DE BANCOS NATURAIS DA BAIXADA SANTISTA, A VARIAÇÕES DE
TEMPERATURA, SALINIDADE, TEMPO DE EXPOSIÇÃO AO AR E
DETERMINAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE PARASITISMO.

MARCELO BARBOSA HENRIQUES

Orientadora:

Profª. Dra. ANA LUIZA BROSSI GARCIA

Co-orientador:

Dr. HELCIO LUIS DE ALMEIDA MARQUES

Tese apresentada ao Instituto de Biociências
da Universidade Estadual Paulista “Julio de
Mesquita Filho”, Campus de Rio Claro, para
a obtenção do título de Doutor em Ciências
Biológicas (Área de Concentração: Zoologia)

Rio Claro

Estado de São Paulo - Brasil

Junho de 2004

*“Devemos aprender durante toda a vida, sem
imaginar que a sabedoria vem com a velhice.”*
(Platão)

*“Só sabemos com exatidão o quanto sabemos
pouco; com os conhecimentos vem a dúvida.”*
(Goethe)

AGRADECIMENTOS:

Ao Instituto de Pesca, pela oportunidade de realizar este trabalho.

À Professora Dra. Ana Luiza Brossi Garcia e ao colega Pesquisador Científico Dr. Hécio Luis de Almeida Marques pela orientação, apoio, confiança, dedicação, críticas, sugestões e incentivo sem a qual este não estaria viabilizado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro concedido a meu co-orientador Hécio, como bolsa de auxílio à pesquisa (Processo:1999/09541-5), que possibilitou a realização desse estudo.

Aos professores da Pós-graduação em Ciências Biológicas da área de Zoologia do IB, principalmente Prof. Dr. Gustavo Schmidt de Melo e Profª. Dra. Antonia Cecília Z. do Amaral, pelos grandes ensinamentos, trocas de idéias e amizade.

Aos membros da banca examinadora, Dra. Naoyo Yamanaka, Prof. Dr. Luis Carlos Salomão, Prof. Dr. Nilton José Hebling e Dr. Júlio Vicente Lombardi, cujas críticas contribuíram para o aprimoramento deste trabalho.

À colega Pesquisadora Científica Márcia Santos Nunes Galvão, pela grande ajuda na área de histologia e análise dos dados.

Agradecimento especial ao colega Pesquisador Científico Orlando Martins Pereira pela amizade, pelas primeiras orientações que propiciaram o início dos meus estudos com bivalves marinhos, e pelo contínuo incentivo para a realização da pós-graduação.

Aos meus ex-estagiários e ex-alunos, hoje oceanógrafos, Fabiano Vannucci Pepes, Ivan Bodruc Chiarle e Sidney Chamelete de Andrade pelo auxílio no mar e nos experimentos de laboratório.

Aos colegas Pesquisadores Científicos do Instituto de Pesca Acácio Ribeiro Gomes Tomás, Gastão César Cirino Bastos e Oscar José Salleé Barreto pelas dicas quanto à formatação da tese, apresentação dos mapas e revisão dos *abstracts*.

Ao responsável pelo setor de oficinas do Instituto de Pesca de Santos Wagner José Neves que sempre deixou em condições de uso o veículo “Parati Mariscão” grande responsável pelas coletas de campo.

Aos demais amigos e colegas do Instituto de Pesca, cujo carinho, apoio, atenção, paciência e disposição colaboraram na conclusão de mais esta etapa.

À equipe da Secretaria de Pós-Graduação do Instituto de Biociências de Rio Claro: Heloísa, Silmara e Rute, pelas imensas “quebradas de galho” no período do curso.

Aos meus pais Lia e Guilherme, que com todo o sacrifício, forneceram todo o apoio afetivo e material que possibilitaram a minha formação pessoal e profissional.

E, finalmente, à minha família: meu filho Rafael e minha esposa, amiga de todas as horas Tania Maria pelo apoio e incentivo durante todo o período do curso, por entender o meu isolamento por vários dias no laboratório e no computador, sem o qual este trabalho não poderia ser concluído.

ÍNDICE

	Página
Resumo	01
Abstract	02
 CAPÍTULO I:	
APRESENTAÇÃO DA TESE	
- Introdução	03
- Características da Espécie	05
- Classificação Taxonômica da Espécie	11
- Revisão da Literatura	12
- Caracterização da Área de Estudo.....	18
- Estações de Coleta	20
 CAPÍTULO II:	
RESISTÊNCIA DO MEXILHAO <i>PERNA PERNA</i> (LINNAEUS, 1758) A ALTAS TEMPERATURAS	
- Resumo	23
- Abstract	24
- Introdução	25
- Material e Métodos	25
- Resultados e Discussão	27
- Conclusões	34
- Referências Bibliográficas	34
 CAPÍTULO III:	
RESISTÊNCIA DO MEXILHAO <i>PERNA PERNA</i> (LINNAEUS, 1758) A BAIXAS SALINIDADES	
- Resumo	36
- Abstract	37
- Introdução	38
- Material e Métodos	38
- Resultados e Discussão	40
- Conclusões	46
- Referências Bibliográficas	47
 CAPÍTULO IV:	
RESISTÊNCIA DO MEXILHAO <i>PERNA PERNA</i> (LINNAEUS, 1758) AO TEMPO DE EXPOSIÇÃO AO AR	
- Resumo.....	50
- Abstract	51
- Introdução	52
- Material e Métodos	53

- Resultados e Discussão	55
- Conclusões	60
- Referências Bibliográficas	61

CAPÍTULO V:

CICLO REPRODUTIVO E INFESTAÇÃO PARASITÁRIA DE MEXILHÕES *PERNA PERNA* (LINNAEUS, 1758)

- Resumo	63
- Abstract	64
- Introdução	65
- Material e Métodos	66
- Resultados e Discussão	68
- Conclusões	88
- Referências Bibliográficas	89

CAPÍTULO VI:

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	92
---	----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
---------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO I: APRESENTAÇÃO

Figura I-1	Valvas abertas do mexilhão <i>Perna perna</i>	06
Figura II-1	Banco natural (costão rochoso) da espécie <i>P. perna</i>	07
Figura III-1.	Mapa apresentando as duas Estações de estudo	20
Figura IV-1.	Costão rochoso da Estação Ilha Urubuqueçaba	21
Figura V-1.	Costão rochoso da praia do Guaraú, Peruíbe	22

CAPÍTULO II: RESISTÊNCIA A ALTAS TEMPERATURAS

Figura I-2.	Mortalidade de <i>P. perna</i> de Urubuqueçaba (Experimento 1)	29
Figura II-2.	Mortalidade de <i>P. perna</i> de Urubuqueçaba (Experimento 2)	30
Figura III-2.	Mortalidade de <i>P. perna</i> de Guaraú (Experimento 1)	30
Figura IV-2.	Mortalidade de <i>P. perna</i> de Guaraú (Experimento 2)	31

CAPÍTULO III: RESISTÊNCIA A BAIXAS SALINIDADES

Figura I-3.	Experimento de resistência a baixas salinidades	40
-------------	---	----

CAPÍTULO IV: RESISTÊNCIA AO TEMPO DE EXPOSIÇÃO AO AR

Figura I-4.	Experimento de resistência à exposição ao ar	54
-------------	--	----

CAPÍTULO V: CICLO REPRODUTIVO E INFESTAÇÃO PARASITÁRIA

Figura I-5	Variação mensal do índice de condição	74
Figura II-5	Frequência relativa de mexilhões em Urubuqueçaba	77
Figura III-5.	Frequência relativa de mexilhões em Guaraú	78
Figura IV-5.	Gônada de um macho de <i>P. perna</i> no estágio de IIIC	79
Figura V-5.	Gônada de uma fêmea de <i>P. perna</i> no estágio IIIA	80
Figura VI-5.	Gônada feminina de <i>P. perna</i> no estágio IIIB	81
Figura VII-5.	Gônada feminina de <i>P. perna</i> no estágio IIIC	82
Figura VIII-5.	Manto infestado por <i>Bucephalus</i> sp.	87
Figura IX-5.	Detalhes da cercaria e do esporocisto de <i>Bucephalus</i> sp.	87

ÍNDICE DE TABELAS

Página

CAPÍTULO II: RESISTÊNCIA A ALTAS TEMPERATURAS

Tabela I-2.	Dados mensais de temperatura da água da água do mar e do ar	27
Tabela II-2.	NMP (Número Mais Provável) de coliformes fecais e totais	28
Tabela III-2.	TM 50 de <i>P. perna</i> (Guaraú e Urubuqueçaba) - Experimento 1	32
Tabela IV-2.	TM 50 de <i>P. perna</i> (Guaraú e Urubuqueçaba) - Experimento 2	32

CAPÍTULO III: RESISTÊNCIA A BAIXAS SALINIDADES

Tabela I-3.	Dados mensais de salinidade da água do mar	41
Tabela II-3.	NMP de coliformes fecais e totais	42
Tabela III-3.	Mortalidade de <i>P. perna</i> - Urubuqueçaba (Experimento 1)	43
Tabela IV-3.	Mortalidade de <i>P. perna</i> - Urubuqueçaba (Experimento 2)	43
Tabela V-3.	Mortalidade de <i>P. perna</i> – Guaraú (Experimento 1)	43
Tabela VI-3.	Mortalidade de <i>P. perna</i> – Guaraú (Experimento 2)	43
Tabela VII-3.	TM 50 de <i>P. perna</i> (Guaraú e Urubuqueçaba) Experimento 1	44
Tabela VIII-3.	TM 50 de <i>P. perna</i> (Guaraú e Urubuqueçaba) Experimento 2	44
Tabela IX-3.	Comparação estatística (TM 50) <i>P. perna</i> – Urubuqueçaba	44
Tabela X-3.	Comparação estatística (TM 50) <i>P. perna</i> – Guaraú	45

CAPÍTULO IV: RESISTÊNCIA AO TEMPO DE EXPOSIÇÃO AO AR

Tabela I-4.	NMP (Número Mais Provável) de coliformes fecais e totais	56
Tabela II-4.	Mortalidade de <i>P. perna</i> - Urubuqueçaba (Experimento 1)	57
Tabela III-4.	Mortalidade de <i>P. perna</i> - Urubuqueçaba (Experimento 2)	57
Tabela IV-4.	Mortalidade de <i>P. perna</i> – Guaraú (Experimento 1)	57
Tabela V-4.	Mortalidade de <i>P. perna</i> – Guaraú (Experimento 2)	58
Tabela VI-4.	TM 50 de <i>P. perna</i> (Guaraú e Urubuqueçaba) - Experimento 1	58
Tabela VII-4.	TM 50 de <i>P. perna</i> (Guaraú e Urubuqueçaba) - Experimento 2	58
Tabela VIII-4.	TM 50 de <i>P. perna</i> de Urubuqueçaba	59
Tabela IX-4.	TM 50 de <i>P. perna</i> de Guaraú	59

CAPÍTULO V: CICLO REPRODUTIVO E INFESTAÇÃO PARASITÁRIA

Tabela I-5.	Variáveis biométricas de <i>P. perna</i> - Urubuqueçaba	70
Tabela II-5.	Variáveis biométricas de <i>P. perna</i> – Guaraú	71
Tabela III-5.	Frequência absoluta e relativa sexual em Urubuqueçaba	72
Tabela IV-5.	Frequência absoluta e relativa sexual em Guaraú	72

Tabela V-5.	Índice de condição de <i>P. perna</i> (Urubuqueçaba e Guaraú)	73
Tabela VI-5.	Estádios de maturação IIIA, IIIB e IIIC – Urubuqueçaba	76
Tabela VII-5.	Estádios de maturação IIIA, IIIB e IIIC – Guaraú	77
Tabela VIII-5.	<i>P. perna</i> parasitados por <i>Bucephalus</i> sp.	84
Tabela IX-5.	Teste de Qui-quadrado (X^2) para parasitismo (2 locais)	84
Tabela X-5.	Teste de Qui-quadrado (X^2) para parasitismo (Urubuqueçaba)	86
Tabela XI-5.	Teste de Qui-quadrado (X^2) para parasitismo (Guaraú)	86

RESUMO

As variáveis temperatura, salinidade, tempo de exposição ao ar e também a incidência de parasitismo pelo trematódeo *Bucephalus* sp. foram pesquisadas com o objetivo de avaliar os limites de resistência do mexilhão *Perna perna*, proveniente de bancos naturais da Baixada Santista, Estado de São Paulo, Brasil. Os exemplares de *P. perna* foram obtidos em dois bancos naturais do litoral da Baixada Santista: costão da Ilha Urubuqueçaba, divisa entre Santos e São Vicente, local de maior contaminação bacteriológica, um banco mais abrigado dentro da Baía de Santos e costão da Praia do Guaraú em Peruíbe, local mais exposto à ação das ondas e historicamente isento de contaminação. O estudo teve como objetivos específicos: (i) Determinar e comparar a resistência dos mexilhões a altas temperaturas, a baixas salinidades e ao tempo de exposição ao ar, nos dois locais de coleta; (ii) determinar a incidência do parasita trematódeo *Bucephalus* sp., e seu comprometimento na reprodução. Constatou-se que: (i) Mexilhões provenientes de Urubuqueçaba apresentaram menor resistência a altas temperaturas, a baixas salinidades e ao tempo de exposição ao ar do que animais provenientes de Guaraú; (ii) a ocorrência de parasitismo pelo trematóide *Bucephalus* sp. foi maior nos mexilhões provenientes de Urubuqueçaba, sendo que os exemplares infestados estavam com as gônadas muito comprometidas, dificultando a identificação do sexo. Estes resultados sugerem que a baixa resistência aos fatores abióticos e ao parasitismo apresentados pelos mexilhões provenientes de Urubuqueçaba pode estar relacionada, entre outros fatores, a maior contaminação bacteriológica existente no local e também pela melhor condição de abrigo e menor exposição à ação das ondas no banco.

ABSTRACT

The brown mussel *Perna perna* from natural beds of Baixada Santista were submitted to some abiotic features and parasitism infestation in order to investigate their resilience limits. Samples of *P. perna* were collected from two rocky coasts. The first one was Urubuqueçaba Island, (Santos – SP), which is a sheltered and bacteriologically contaminated area. The other one was at Guaraú Beach (Peruíbe – SP), which is an open sea contamination free area. This study aimed (i) to determine and compare the mussels resilience limits to high temperatures, low salinity and air exposure time in both collected sites; (ii) to determine the incidence of the trematode *Bucephalus* sp infestation and its effects on mussels reproduction. The results showed that (i) mussels from Urubuqueçaba area have lower resilience to air exposition, higher temperatures and low salinities than those from Guaraú; (ii) mussels from Urubuqueçaba have higher occurrence of trematode parasites *Bucephalus* sp., which infested animals by jeopardising gonads development and sex identification. These results suggest that low abiotic features resilience in mussels from Urubuqueçaba may be related to both bacteriological contamination and sheltering conditions of that area.

CAPÍTULO I

APRESENTAÇÃO DA TESE

INTRODUÇÃO

Os bivalves marinhos constituem estoques naturais de recursos renováveis que dependem de todo um ecossistema em equilíbrio para sua reprodução e desenvolvimento, sendo a sua extração em bancos naturais do litoral do Estado de São Paulo, motivo de diversas pesquisas nas últimas décadas. A grande maioria dos bivalves comercializados no Brasil é proveniente do ambiente natural, o que torna essa atividade economicamente importante, não só em termos de ocupação da força de trabalho, mas também na formação de renda do setor primário da economia, constituindo um dos elos da cadeia produtiva do agronegócio da malacocultura (HENRIQUES *et al.*, 2000). Os costões rochosos da Baía de Santos são considerados um dos maiores bancos naturais de mexilhões *Perna perna*, senão o maior do Estado de São Paulo (FIPERJ & INSTITUTO DE PESCA, 1989).

O ambiente marinho da Baixada Santista é motivo de preocupação quanto aos aspectos biológico e social, pois além de ser considerado berçário e produtor de peixes, crustáceos e moluscos bivalves, beneficia várias comunidades que vivem da extração desses produtos na região. A contaminação química e bacteriológica do ambiente marinho, principalmente em regiões de alta densidade demográfica, além de colocar em risco a saúde humana, pode causar danos às espécies presentes no *habitat*, como por

exemplo, prejudicar a resistência dos bivalves a fatores abióticos, tais como exposição ao ar e variação da temperatura e salinidade ou fatores bióticos como a predisposição ao parasitismo.

O objetivo geral do presente estudo foi obter dados sobre a resistência do mexilhão *Perna perna* a alguns fatores abióticos e também à infestação parasitária. Espera-se, com isso, contribuir para o aumento do conhecimento sobre a biologia dessa espécie e, conseqüentemente, levantar subsídios que auxiliem na definição de práticas de manejo não só em bancos naturais, mas também em cultivos comerciais.

O presente estudo teve como objetivos específicos:

- (i) Determinar a resistência do mexilhão *P. perna* a altas temperaturas.
- (ii) Determinar a resistência do mexilhão *P. perna* a baixas salinidades.
- (iii) Determinar a resistência do mexilhão *P. perna* ao tempo de exposição ao ar.
- (iv) Determinar a incidência do parasita trematódeo *Bucephalus* sp. e, conseqüente comprometimento na reprodução do mexilhão *P. perna*.

Esse estudo deverá, ainda, auxiliar em um futuro modelo para a exploração dos bancos naturais da região da Baixada Santista e fornecer informações sobre os aspectos sanitários, biológicos e fisiológicos do mexilhão *Perna perna* à comunidade científica, setor produtivo e aos órgãos normatizadores e fiscalizadores.

Este trabalho foi escalonado em capítulos, de modo a facilitar consultas e a posterior publicação em forma de artigos científicos. Tem início nesta apresentação (Capítulo I) com uma caracterização geral da espécie, do local de estudo e uma breve revisão bibliográfica; seguido pelos artigos de resistência a altas temperaturas (Capítulo II), de resistência a baixas salinidades (Capítulo III), de resistência ao tempo de exposição ao ar (Capítulo IV) e de incidência do parasita trematódeo *Bucephalus* sp. (Capítulo V). O Capítulo VI objetiva sintetizar todas as conclusões dos capítulos anteriores e apresentar recomendações para um futuro ordenamento da atividade extrativa e de maricultura.

Pela sua característica distinta dos demais, este primeiro capítulo é apresentado em texto corrido sem divisões introdutória, metodológica e interpretativa como os demais. As referências bibliográficas gerais a todo o estudo, ocupam as páginas finais

da tese, enquanto que as referências específicas a cada artigo, bem como seus resumos e *abstracts*, estão contempladas nos respectivos capítulos.

CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE

O Filo *Mollusca* compreende de oitenta a cem mil espécies, que ocupam todos os *habitat* conhecidos, é o maior grupo de animais, depois dos insetos (MAGALHÃES, 1985). Estudos sobre esse filo já eram realizados na antiguidade por Aristóteles (STIX; STIX & ABBOTT, 1984), mas foi no século XIX que realmente foram impulsionados, recebendo então o nome de malacologia (ABBOTT, 1993). No mar, os moluscos são encontrados desde a zona de marés até profundidades de oito mil metros. São animais que vivem, normalmente, apoiados a um substrato (BOFFI, 1979).

Os moluscos são invertebrados, com um corpo não articulado, de simetria bilateral e que essencialmente está composto por quatro regiões: cabeça, pé, saco visceral e manto. Os moluscos da classe bivalvia vivem exclusivamente na água, possuem concha formada por duas valvas unidas dorsalmente por um ligamento, geralmente são de sexos separados, raramente ocorrendo hermafroditismo, sua fecundação ocorre livremente na água, (LUNETTA, 1969). Em todo o mundo existem classificadas mais de 20.000 espécies de moluscos bivalves (GOTTING, 1974 e LINDNER, 1989).

O termo mexilhão é comumente utilizado na denominação de diversas espécies de bivalves pertencentes à família Mytilidae, sendo mais aplicado àquelas que, pelo seu sabor e conteúdo de carne, são empregadas em larga escala na alimentação humana, representando fonte de proteína animal de baixo custo e de alto valor nutricional (CARMO; COSTA & SIQUEIRA, 1984). Dentro dessa família existem diversas espécies comestíveis e de importância comercial, pertencentes aos gêneros abaixo relacionados, com suas respectivas distribuições geográficas: *Mytilus*: gênero cosmopolita, encontrado em todos os oceanos; *Perna*: gênero tropical, distribuído pelos oceanos Atlântico (costa da América do Sul e África) e Índico (África, Ásia e Oceania), além do Mar Mediterrâneo (costa africana); *Choromytilus*: gênero sub tropical, encontrado nos oceanos Pacífico (costa do Chile) e Índico (África do Sul e Oceania); *Aulacomya*: possui a mesma distribuição de *Choromytilus*; *Mytella*: gênero tropical, habitante de águas salobras, encontrado nas Américas do Sul e Central; *Crenomytilus*:

gênero de clima temperado, com distribuição restrita ao Mar Negro e Mar Báltico; *Semimytilus*: gênero tropical, restrito à costa do Pacífico, desde a Venezuela até o Peru; *Perumytilus*: possui a mesma distribuição de *Semimytilus*.

No Brasil, os mitilídeos de interesse econômico são: *Mytilus edulis platensis*, espécie tipicamente oceânica que habita o litoral do Rio Grande do Sul; *Mytella guyanensis* e *Mytella falcata*, espécies de águas estuarinas, que se distribuem desde o Amapá até Santa Catarina e *Perna perna*. No litoral do Estado de São Paulo os mitilídeos mais abundantes são: *Perna perna* (Figura I-1) que ocorre nos costões rochosos em águas oceânicas e *Mytella falcata* e *M. guyanensis*, nos estuários.



FIGURA I-1

***Perna perna*: Vista do mexilhão com as valvas abertas.**

A espécie *Perna perna*, utilizada no presente estudo, não possui sinus palial nem o músculo adutor posterior. As valvas apresentam linhas de crescimento bem definidas. Sua distribuição geográfica vai desde a Venezuela até o Uruguai, sendo muito abundante entre o Rio de Janeiro e Santa Catarina (KLAPPENBACH, 1965). Vivem

presos pelo bisso a substratos duros da zona intertidal, tanto em locais com forte arrebentação como em pontos mais abrigados, sendo porém mais abundantes em costões rochosos expostos à ação das ondas. Como vivem principalmente na região de entre marés, estão adaptados a permanecer por longos períodos expostos ao ar e ao sol. As “colônias” desses mexilhões, fixadas aos costões rochosos, são chamadas “bancos naturais” (Figura II-1), constituindo um rico ecossistema que abrange não só os mexilhões, mas também um grande número de organismos vegetais e animais que vivem a eles associados, principalmente cracas, poliquetas, anfípodes, pequenos caranguejos e gastrópodes, bem como algas verdes, pardas e vermelhas. A maior concentração dos mexilhões ocorre na parte inferior da região entre marés, até um metro de profundidade, região do banco natural em que o recrutamento (fixação de indivíduos jovens) é mais intenso (MARQUES, 1988).



FIGURA II-1

***Perna perna*: Vista parcial de um banco natural (costão rochoso).**

Perna perna é o maior mitilídeo brasileiro (KLAPPENBACH, 1965), podendo sua valva atingir até 140 mm de comprimento. Popularmente recebe vários nomes, como mexilhão, marisco das pedras, ostra de pobre, marisco preto, etc.. Não apresenta dimorfismo sexual externo. Os machos podem ser distinguidos das fêmeas, internamente quando estão sexualmente maduros, pela coloração das gônadas que se apresentam branco leitosas, enquanto que nas fêmeas a coloração é vermelho tijolo.

A fecundação é externa e ocorre no ambiente aquático. Na desova a emissão dos gametas é estimulada por fatores físicos ou climáticos, principalmente pelo aumento na concentração de nutrientes no meio e pela variação repentina da temperatura ou da salinidade da água. Os casos de hermafroditismo nessa espécie são bastante raros.

A nomenclatura que divide o processo de maturação sexual dos mexilhões adultos em estádios, foi proposta por LUNETTA (1969). Esse método é o mais utilizado por pesquisadores brasileiros e tem a vantagem da determinação visual dos estádios ser feita a olho nu, sem auxílio do microscópio, através da simples observação macroscópica do manto, sendo assim, possível distinguir os seguintes estádios do ciclo sexual:

Estádio I – Os folículos não são perceptíveis, presença de esboços foliculares das gônadas. Os mexilhões ainda não atingiram a idade reprodutiva, não sendo possível distinguir os machos das fêmeas pela coloração das gônadas.

Estádio II – Os animais estão em maturação sexual. O manto passa a apresentar um aspecto mais característico. Os folículos são bem visíveis, com diferenciação da cor característica de cada sexo.

Estádio III – Os animais atingem a maturidade sexual com um máximo de desenvolvimento dos folículos das gônadas e da maior espessura do manto. Esse estágio é subdividido em 3 subestádios:

Estádio IIIA – Repleção total dos folículos pelos gametas, manto bastante espesso. Os animais nesse subestádio desovam facilmente em resposta a alterações de fatores abióticos do ambiente.

Estádio IIIB – Esvaziamento total ou parcial dos folículos das gônadas, o que confere ao manto um aspecto pouco espesso com um translúcido característico. A determinação do sexo é na maioria das vezes, impossível.

Estádio IIIC – Fase de restauração das gônadas, é quando ocorre a gametogênese. A determinação do sexo é possível, os animais apresentam as cores típicas para cada sexo, porém não tão intensas como no subestádio IIIA.

O único empecilho na utilização desse método, é sua ineficácia quando se observa animais parasitados por trematódeos *Bucephalus* sp., devido à desestruturação das gônadas. Nesse caso, a determinação só é possível através de cortes histológicos e exames microscópicos.

A fase larval é planctônica e nela ocorre a maior mortalidade, podendo chegar a 99%, principalmente devido à falta de substratos adequados e em quantidade suficiente (BAYNE, 1976). Os substratos mais comuns para essa fixação, tida como primária, são os talos da alga *Ulva fasciata*. Uma segunda fixação ocorre para o local definitivo, que pode ser o costão rochoso ou outra superfície dura. Os mexilhões possuem um pé para sua locomoção e o bisso, nessa fase inicial, ainda é regenerativo; podem se locomover no substrato, através da formação de novos filamentos de bisso produzidos pela glândula bissogênica.

Nos locais de fixação definitiva, no médiolitoral e início do infralitoral, os mexilhões chegam a formar densas populações nos costões rochosos marinhos, tanto em pontos de forte arrebentação como em locais mais abrigados, podendo ocorrer até a profundidade de 30 metros (FREITAS, 1997).

Segundo MARQUES (1998), a alimentação dos mexilhões é um processo contínuo, só interrompida quando os indivíduos são expostos ao ar ou permanecem submetidos a qualquer outra condição ambiental desfavorável, como baixa salinidade ou reduzidos teores de oxigênio dissolvido na água.

Segundo SUCHANEK, (1986) e FERNANDES, (1993), a competição por substrato é exercida por espécies que apresentam crescimento mais rápido do que os mexilhões. A competição em bancos naturais ocorre principalmente pelo espaço de fixação. As ascídias e as cracas são os principais competidores. Há também o problema da competição intra-específica onde, dependendo da falta de espaço e da enorme quantidade de mexilhões fixados, pode ocorrer grande mortalidade (FERNANDES, 1985).

No ambiente natural, a presença de predadores é muito freqüente. Os mais comuns são gastrópodes, principalmente as espécies *Thais haemastoma* (vulgarmente conhecida como “saquarítá”) e *Cymatium parthenopeum* (também chamada de “caramujo peludo”). Outros predadores importantes são algumas espécies de estrelas-

do-mar e caranguejos. Os parasitas são praticamente os mesmos para mexilhões provenientes de ambiente natural ou de criações. O mais comum é um trematóide da família Bucephalidae (*Bucephalus* sp.), que parasita o sistema reprodutor, ocasionando a esterilização e a debilitação dos animais, podendo, inclusive, causar-lhes a morte. Além desse, podem ser encontrados outros parasitas, como o poliqueta *Polydora* sp., que perfura galerias nas conchas e o caranguejo *Pinnotheres maculatus*, que danifica as brânquias (MARQUES, 1998).

Externamente, os mexilhões são constituídos por duas conchas calcárias ou *valvas*, as quais encerram o corpo propriamente dito. A principal medida utilizada na determinação do crescimento dos mexilhões é o comprimento das valvas, definido com a maior dimensão do animal, correspondendo ao eixo que vai do umbo (porção terminal anterior) à linha que tangencia a extremidade posterior das valvas. Em moluscos bivalves o crescimento é avaliado preferencialmente pelo comprimento, e não pelo peso, devido aos freqüentes erros de pesagem causados pela água retida dentro das valvas (MARQUES, 1998).

CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA DA ESPÉCIE

Filo Mollusca

Classe Bivalvia

Subclasse Pteriomorphia

Superordem Mytilida

Ordem Mytiloida

Família Mytilidae

Gênero *Perna*

Espécie *Perna perna* (Linnaeus, 1758)

REVISÃO DA LITERATURA

Os bancos naturais do mexilhão *P. perna* são explorados desordenadamente pelos extratores "marisqueiros". Poucos estudos existem no Brasil sobre a qualidade microbiológica desses bancos e a influência da alteração de vários fatores bióticos e abióticos sobre os animais que vivem nesse ambiente.

FIPERJ & INSTITUTO DE PESCA (1989) mostraram que a produção nacional de mexilhões oriundos do cultivo ainda é irrisória, quando comparada à exploração em bancos naturais. SCHRAMM (1993) concorda com esta informação mostrando que, no Brasil, os mexilhões comercializados não provém, na sua maioria, de parques de cultivo, mas sim de bancos naturais, não existindo estatísticas oficiais com relação à quantidade explorada.

PEREIRA & GRAÇA LOPES (1995) demonstraram que a produção nacional anual de mitilídeos está ao redor de 28.000 toneladas, sendo que apenas 47% dela é comercializada, ficando o restante destinado ao consumo dos próprios extratores, para sua subsistência.

Segundo FARACO (1995), os mexilhões oriundos do ambiente natural, apesar de possuírem o mesmo potencial genético dos indivíduos cultivados, tem o seu crescimento limitado, devido a fatores de estresse ambiental que ocorrem continuamente no costão rochoso. SHARIFUDDIN & GASSING (1997) relacionaram os fatores ambientais com a abundância e a distribuição do mexilhão *Perna viridis*, na Indonésia. MARQUES; LIMA PEREIRA & CORREA (1998) estudaram as variações sazonais no crescimento e produtividade de *P. perna* cultivados em Ubatuba, e compararam o crescimento desse bivalve quando semeado nas quatro estações do ano, concluindo que era indiferente, estatisticamente, a época do ano para a semeadura e que, com nove meses de cultivo, o mexilhão atingia seu rendimento máximo, chegando ao comprimento de aproximadamente 60mm.

Segundo CAYRÉ (1978), o período de exposição ao ar, devido à amplitude das marés, é proporcional à taxa de crescimento, pois quanto mais tempo o mexilhão fica fora da água menos ele se alimenta, visto que a quantidade de alimento assimilado é fator básico para uma boa taxa de crescimento.

Entre os fatores que afetam a produtividade, além da reprodução, fixação e crescimento em comprimento, pode-se citar as variações ambientais (SCHRAMM,

1993) e o índice de condição. Segundo MAGALHÃES (1998), o conceito de "condição" definido como uma medida do conteúdo da "carne" em moluscos comestíveis (principalmente mexilhões e ostras), tem sido utilizado por muitos pesquisadores, tornando seus estudos mais próximos à prática do mercado de consumo, proteção e/ou criação desses animais.

VÉLEZ (1971) observou a relação entre o índice de condição e o ciclo reprodutivo em mexilhões *P. perna*. LUCAS & BENINGER (1985) usaram esse índice para caracterizar um estado de saúde aparente dos animais, resumindo sua atividade fisiológica sob uma condição ambiental qualquer. Também estudaram esse índice DARE & EDWARDS (1975) em *Mytilus edulis*, DUARTE; JARA & MORENO (1980) em *Mytilus chilensis*, BENITEZ (1968), e PINEDA & AGUADO (1980) em *Perna perna*.

A seguir, pode-se destacar diversos trabalhos relacionando os efeitos da poluição orgânica e contaminação bacteriológica no desenvolvimento de bivalves do gênero *Perna*.

PILLAI (1980) estimou quantitativamente a flora microbiana de *Perna indica* nos bancos naturais e fazendas marinhas de Vizhinjam, Índia. Foram encontrados nos animais em ordem decrescente: coliformes fecais, *Escherichia coli*, *Streptococcus* sp., *Staphylococcus* sp., *Pseudomonas* sp. e *Vibrio* sp.. SIVALINGAM & RAJAGOPALAN (1981) pesquisaram a flora microbiana existente no mexilhão *Perna viridis*. Os autores isolaram sete colônias microbianas, sendo que a abundância relativa destes organismos, em ordem crescente foi *Escherichia* sp., *Shigella* sp., *Aerobacter* sp., *Salmonella* sp. e *Serratia* sp.. Indiretamente esse estudo refletiu a capacidade do mexilhão em eliminar organismos microbianos ingeridos na forma de pseudofeces.

LEWIS; AUSTIN & LOUTIT (1982) pesquisaram, na Nova Zelândia, mexilhões (*Perna canaliculus*) recolhidos a 2,5 km de distância da descarga de esgoto doméstico para a identificação de enterovirose humanas (poliovírus, coxsackievírus B, e echovírus).

LEE (1985) estudou a dinâmica populacional do mexilhão verde, *Perna viridis* em Victoria Harbour, Hong Kong, em um ambiente poluído. Os resultados mostraram que apesar das condições de estresse, *P. viridis* apresenta resistência à poluição microbiológica. NI & HUANG (1985) determinaram o número de coliformes fecais e totais em seis espécies de bivalves marinhos de seis estações de Hong Kong e

observaram que existe uma relação íntima entre o número de coliformes fecais na água do mar e nos bivalves. Na mesma espécie de bivalve, o número de coliformes variou de acordo com o nível da maré e com o tamanho do animal.

LEE (1986) estudou o crescimento e a reprodução do mexilhão *Perna viridis* em ambientes poluídos em Hong Kong. Foram observadas diferentes taxas de crescimento e mortalidade. A mortalidade mais alta (20%), associada à menor taxa de crescimento foi observada em Tai Lam Chung e Tamar, local onde foi detectado o maior nível de poluição.

LEWIS; LOUTIT & AUSTIN (1986) pesquisaram, por dezesseis meses, algumas enteroviroses de origem humana, no mexilhão *Perna canaliculus* e no sedimento marinho em regiões próximas à descarga de esgoto doméstico na Costa de Taranaki Norte, Nova Zelândia. Os autores mostraram que esses patógenos estão presentes tanto nos animais como no sedimento e que o tempo de depuração natural dessa carga microbiana depende diretamente das condições oceanográficas.

LEE *et al.* (1999) estudaram a ocorrência do vírus da hepatite A (HAV) em mexilhões *Perna viridis*. As pesquisas mostraram que os níveis de coliformes fecais não indicaram a presença ou ausência de HAV no molusco. Este trabalho sugere que um exame direto no molusco pode ser útil para monitorar a presença do vírus da hepatite na água do mar.

NICHOLSON (1999) estudou as respostas fisiológicas em *Perna viridis* transportados para locais contaminados no litoral de Hong Kong e mostrou a sua eficiência como biomarcador em programas de monitoramento. As respostas fisiológicas dos mexilhões de um local de referência, isento de poluição foram diferentes das regiões poluídas testadas.

SETYOBUDIANDI *et al.* (1999) estudaram os indicadores bacterianos no mexilhão *Perna viridis* provenientes do ambiente natural, na Indonésia. Foram identificados *Shigella* sp., *Escherichia coli*, *Vibrio* sp. e *Salmonella* sp. Os resultados mostraram uma maior infestação no tecido mole dos animais do que na água do mar, demonstrando que os mexilhões são eficientes bioindicadores bacteriológicos.

CALVO UGARTEBURU & MCQUAID (1998) estudaram o efeito da infestação parasitária em mexilhões *Perna perna* e na espécie recém introduzida na África do Sul, *Mytilus galloprovincialis*. Os autores diagnosticaram duas espécies de parasitas trematódeos que infestam o mexilhão *P. perna*: metacercárias do gênero

Proctoeces e esporocistos de bucephalídeos. A influência destes dois parasitas foi testada examinando os seus efeitos na sobrevivência e habilidade competitiva de *P. perna*. Os resultados mostraram efeitos negativos significativos. Mexilhões infestados com esporocistos de bucephalídeos eram mais frágeis e fáceis de se abrir, perdendo significativamente mais água que os indivíduos não infestados, possivelmente porque suas valvas não fechavam adequadamente. Os esporocistos de bucephalídeos tiveram um efeito severo na reprodução, castrando o hospedeiro. Porém, não houve nenhum efeito significativo no crescimento, na taxa de filtração e no consumo de oxigênio do mexilhão. Os resultados indicaram que as metacercárias do gênero *Proctoeces* afetam principalmente o crescimento, enquanto os esporocistos de bucephalídeos afetam a reprodução, o músculo adutor e a perda de água. Estes efeitos negativos, associados à infestação de ambos os parasitas em *P. perna* ao longo de toda a costa sul-africana e a sua ausência em *M. galloprovincialis*, sugerem o sucesso da introdução dessa última espécie.

Com relação a alguns fatores abióticos que influenciam a fisiologia e a adaptação do animal ao ambiente, pode-se destacar os seguintes trabalhos:

YAP & ORANO (1980) estudaram a aplicabilidade do resfriamento a 12°C para a manutenção dos mexilhões vivos pós-colheita expostos ao ar, visando a um maior período de vida para viabilizar o transporte e a comercialização. Os dados obtidos permitiram inferir que nessa temperatura foi possível manter os mexilhões vivos por quatro dias com taxas de mortalidade mínimas.

SIDDALL (1979) estudou os efeitos da temperatura e da salinidade no desenvolvimento larval de *P. perna* e *P. viridis* e concluiu que o tempo para a metamorfose era relativamente independente da salinidade, dentro de uma faixa ótima de temperatura, situada na faixa de 18 a 30°C. Para temperaturas letais e sub-ótimas, e combinações de salinidade adequadas, o aumento da mortalidade estava associada com problemas na metamorfose. Já SALOMAO; MAGALHÃES & LUNETTA (1980) pesquisaram a sobrevivência do mexilhão *Perna perna* em diferentes salinidades com o objetivo de estabelecer os limites de resistência deste bivalve e também investigar as respostas fisiológicas para esta variável. A amplitude testada foi de 4 a 49 ppt, em intervalos de 5 ppt. Foi avaliada também a importância do fechamento das valvas no tempo de sobrevivência. Os resultados mostraram que *P. perna* sobrevive na faixa de salinidade de 19 a 44 ppt, independentemente da aclimação, mostrando ser uma

espécie eurihalina. O fechamento das valvas permitiu maior tempo de sobrevivência em salinidades de 4 ppt e 9 ppt. Entre 19 e 44 ppt, os mexilhões produziram filamentos de bisco que permitiram a fixação um ao outro, ou a parede do aquário.

ZUIM & MENDES (1980) compararam a tolerância de *P. perna* e *Brachidontes solisianus* a diferentes salinidades. As duas espécies mostraram ser eurihalinas. *B. solisianus* foi mais tolerante que *P. perna* para variações de salinidade na amplitude térmica de 21,5 a 23,0°C. ROMERO & MOREIRA (1981) estudaram os efeitos combinados da salinidade e da temperatura na sobrevivência larval de *Perna perna*. As larvas tiveram pouca resistência a variações de temperatura e salinidade. Os resultados indicaram que na fase de veliger, a temperatura foi o fator exclusivo a afetar significativamente a sobrevivência dos indivíduos. Valores extremos de temperatura reduziram a amplitude de tolerância a baixas salinidades, enquanto que salinidades muito baixas, igualmente reduziram a tolerância a altas temperaturas.

ZUIM & MENDES (1981) estudaram a influência da salinidade na taxa respiratória dos mexilhões *Perna perna* e *Brachidontes solisianus*. Os resultados indicaram que, até mesmo nas mais baixas salinidades testadas, os animais continuaram respirando. Porém, *B. solisianus* mostrou ser mais resistente que *P. perna* a baixas salinidades. Isto explica porque esta espécie está em posição superior no costão rochoso, onde é mais exposta à chuva.

SIDDALL (1982) relacionou a influência da temperatura e da salinidade na dispersão e no recrutamento de larvas dos mexilhões *Perna perna* e *P. viridis* e observou que as respostas destas larvas para variações de temperatura e salinidade podem afetar a dispersão e o recrutamento dos mexilhões adultos. O autor mostrou que a temperatura e a salinidade da água afetam os processos fisiológicos que determinam a habilidade e oportunidade para alimentação, a duração de vida planctônica e a habilidade para selecionar locais para fixação.

PATTERSON & AYYAKKANNU (1996) estudaram os efeitos da salinidade na taxa de excreção de amônia em indivíduos jovens e adultos de *Perna viridis*. Foram testados durante cinco dias, seis níveis de salinidade (25-35 ppt). A tendência geral foi que a excreção de amônia e a sua acumulação na água aumentou com a salinidade decrescente. A excreção e acumulação por unidade de peso dos jovens foi mais alta quando comparado aos adultos. Porém, a tendência foi que os adultos expostos à mais baixa salinidade (25 ppt) apresentaram concentrações mais altas de amônia,

principalmente após uma exposição mais longa (120 horas).

TAN (1997) estudou o efeito da salinidade, de 0 a 30 ppt, no desenvolvimento larval, crescimento e sobrevivência de *Perna viridis*. O autor concluiu que os ovos puderam desenvolver até larva D com salinidades de 6 a 30 ppt., sendo que o desenvolvimento ótimo ocorreu entre 24 e 30 ppt, onde mais que 80% de larvas D foram formadas. De larva D até a fase de plantígrado, o desenvolvimento ocorreu nas salinidades de 18 a 30 ppt, com a melhor sobrevivência (31.5%) em 24 ppt.

BHAT & DESAI (1998) mostraram que a variação de salinidade a níveis não confortáveis, afeta a fisiologia cardíaca de *Perna viridis*.

RAJESH; MOHAMED & KRIPA (2001) estudaram a influência da salinidade na filtração e ingestão da microalga *Isochrysis galbana* em mexilhões *Perna viridis* cultivados. O tamanho da célula na filtração e a taxa de ingestão foram significativamente mais altos nos bivalves maiores e o aproveitamento máximo foi observado às salinidades naturais ambientes, mostrando que apesar de ser uma espécie eurihalina, *P. viridis* tem uma faixa de conforto onde seu crescimento é maior.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Baixada Santista é composta pelos Municípios de Santos, São Vicente, Guarujá, Cubatão, Praia Grande e Bertioga, podendo também abranger como região metropolitana os municípios de Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe.

Dela fazem parte as Ilhas de São Vicente e de Santo Amaro, que se caracterizam por serem regiões densamente povoadas. Na cidade de Santos encontra-se o maior porto da América Latina e também um grande pólo Industrial, um dos mais importantes do Estado, localizado no Município de Cubatão.

A Ilha de São Vicente localiza-se na extremidade oriental da Baixada Santista, entre a grande Ilha de Santo Amaro, Município de Guarujá, a leste, e o litoral da Praia Grande a oeste. Essa posição faz com que a ilha se torne um grande tampão que separa as áreas ocupadas por manguezais, que se desenvolvem desde as proximidades das bases da Serra do Mar e o oceano, dificultando o escoamento das águas continentais que vertem da serra e dos maciços litorâneos, como as do Jurubatuba, Quilombo, Mogi, Cubatão, Branco e Piassabuçu. É separada do continente por uma extensa zona de mangues, onde um labirinto de canais drena as águas doces que se misturam com as águas do oceano. (CETESB, 1978)

Como consequência direta desses aspectos, os manguezais dominam a paisagem da Baixada Santista imediatamente situada junto à Ilha de São Vicente, assim como todo seu litoral anterior, a tal ponto que a passagem das áreas continentais vizinhas para a ilha pode ser feita quase que imperceptivelmente. Porém, a pequena declividade do terreno, aliada a presença da massa de sedimentos recentes que constitui a maior parte da ilha, provocou o aparecimento de inúmeras áreas ainda sujeitas a enchentes diárias, graças a variações das marés, o que determinou a construção dos canais que cortam a cidade de Santos para mantê-la devidamente drenada. (CETESB, 1978).

Com relação às marés, seus efeitos sobre uma região estuarina, como é o caso da Baixada Santista, são muito importantes porque conforme sua variação no decorrer do dia, os padrões de salinidade e temperatura se alteram. Essa ação das marés também é muito importante para o animal em estudo, o mexilhão *Perna perna*, pois seu *habitat* está localizado exatamente nessa zona de influência das marés.

O município de Peruíbe, localizado nas coordenadas Latitude 24° 20'S e Longitude 47° 00'W, contém uma área de 358,30 Km², faz divisa ao Sul com a cidade de Iguape, ao Norte com a cidade de Itanhaém, a Leste está o Oceano Atlântico e a Oeste as cidades de Itariri e Pedro de Toledo. Está a apenas 137 Km da capital Paulista, servido pelo complexo Anchieta Imigrantes e também pela BR 116 e a 85 Km do município de Santos, pela Rodovia Padre Manoel da Nóbrega.

Peruíbe está contida em quatro Unidades de Conservação: Estação Ecológica Juréia Itatins (considerada pela UNESCO Sítio do Patrimônio Mundial Natural), Estação Ecológica dos Tupiniquins, APA- Cananéia- Iguape- Peruíbe e Parque Estadual da Serra do Mar, o que traz maiores responsabilidades quanto às questões ambientais.

O clima da região da Baixada Santista é classificado como tropical úmido sem estação seca definida, devido à proximidade da Serra do Mar e o Oceano Atlântico, que não permitem a dissipação dos ventos úmidos vindos do oceanos, ocasionando freqüentes precipitações. Segundo a classificação de Koppen, a região da Baixada Santista apresenta o clima do tipo A, sub tipo Af (CETESB, 1978). A pluviosidade média, segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), é de 80mm no mês mais seco e de 410mm no mês mais chuvoso, resultando numa média anual de 2.600mm.

A temperatura média anual é de 22°C, podendo alcançar valores máximos de até 39°C, geralmente no mês de janeiro, e mínimos de 10°C devido às massas de ar polar fria e seca, originárias da Antártida nos meses de junho e julho. A umidade relativa do ar, segundo dados do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, apresenta uma média anual de 85%, variando de 82% a 89% no decorrer do ano.

ESTAÇÕES DE COLETA

Para a realização do presente trabalho, as informações e dados foram coletados em dois bancos naturais do mexilhão *Perna perna*, localizados em costões rochosos. A primeira estação é denominada Ilha Urubuqueçaba, está situada dentro da Baía de Santos. A segunda é denominada praia do Guaraú, localizada no município de Peruíbe, no início da Estação Ecológica Juréia-Itatins (Figura III-1).

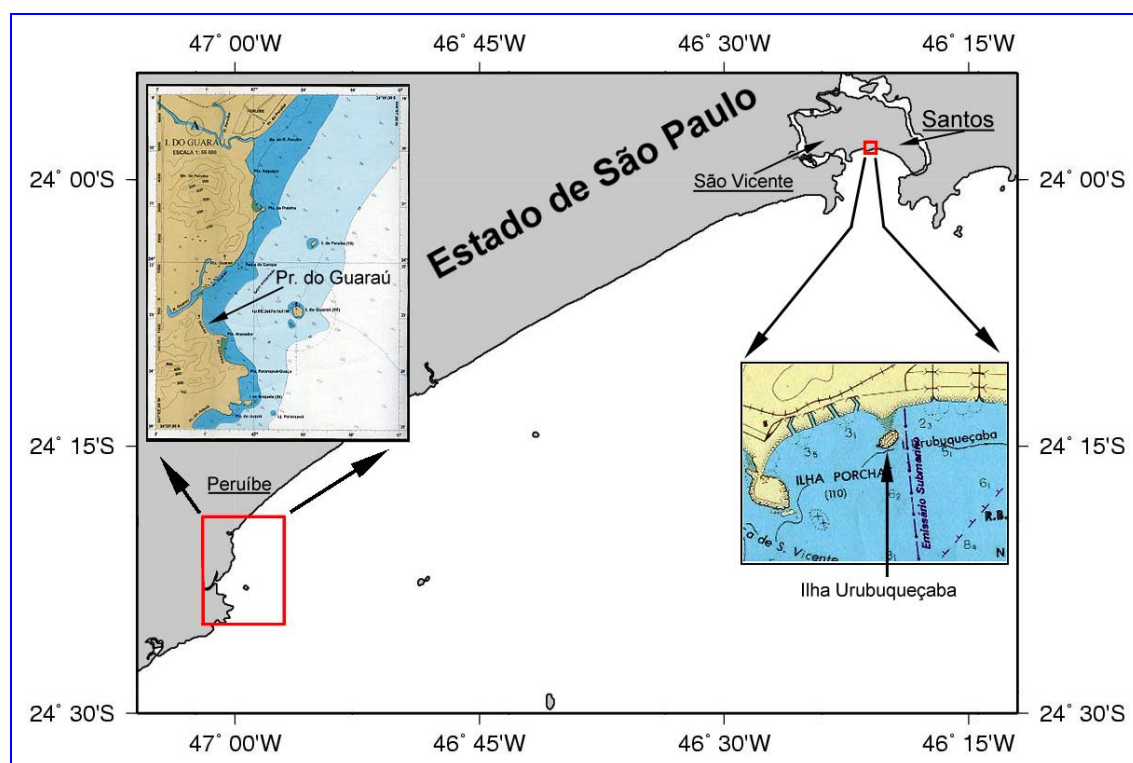


FIGURA III-1

**Mapa da Região da Baixada Santista apresentando as duas Estações de estudo.
Detalhes extraídos das cartas náuticas DHN-1700 (Guaraú) e
DHN-1711 (Urubuqueçaba).**

Esses bancos foram escolhidos por serem representativos quanto à distribuição espacial, apresentarem boa densidade populacional e serem altamente explorados pelos marisqueiros, que coletam os mexilhões dos costões rochosos com o auxílio de raspadoras de metal, para seu consumo e sustento familiar.

Ilha Urubuqueçaba (Estação 1)

Trata-se de uma ilha situada na divisa de municípios entre Santos e São Vicente, localizada bem próximo a praia, permitindo que, na maré baixa, seja acessível a pé, sem auxílio de embarcação. Ao seu lado esquerdo está instalado o emissário submarino, que leva o esgoto da cidade até o mar aberto. Este banco possui declividade variada em sua parede rochosa. Devido ao acesso fácil, a população de *P. perna*, nessa estação, é a mais explorada da região (Figura IV-1).



FIGURA IV-1

Vista parcial do costão rochoso da Estação Ilha Urubuqueçaba.

Praia do Guaraú (Estação 2)

Localizada no bairro de mesmo nome, entre a Serra do Mar e o rio Guaraú, possui uma extensão média de 1.527 metros, largura média de 77 metros, sendo que a areia é caracteristicamente fina e a água do mar costuma ser clara. Bem à sua frente estão as ilhas do Guaraú e Guararetama. No seu entorno há poucas edificações residenciais e comerciais. Observando-se em direção ao sul, a paisagem aparentemente natural, foi transformada pela construção de um enrocamento. Colocando-se em posição para observar o norte, destacam-se as edificações de algumas residências secundárias e o costão rochoso densamente ocupado por mexilhões que é, seguramente, o maior banco natural da espécie *Perna perna* do litoral sul paulista (Figura V-1).



FIGURA V-1

Vista parcial do costão rochoso da praia do Guaraú, Peruíbe.

CAPÍTULO II

RESISTÊNCIA DO MEXILHAO *PERNA PERNA* (LINNAEUS, 1758) A ALTAS TEMPERATURAS

Resilience of brown mussel *Perna perna* (Linnaeus, 1758) to high temperatures

RESUMO

O mexilhão *Perna perna* é uma espécie comum na costa brasileira, sendo muito abundante entre o Rio de Janeiro e Santa Catarina. A temperatura é o fator ambiental abiótico que mais varia no mar, constituindo uma importante barreira para a distribuição das espécies, por apresentar envolvimento direto nos processos fisiológicos básicos dos animais marinhos, principalmente na reprodução. O objetivo desse trabalho foi determinar a resistência do mexilhão *P. perna* a altas temperaturas. O estudo foi desenvolvido com animais oriundos do costão da Ilha Urubuqueçaba, município de Santos, SP, local mais abrigado e historicamente contaminado bacteriologicamente, e do costão da praia de Guaraú, município de Peruíbe, SP, local mais exposto à ação das ondas e isento de contaminação. Para a determinação da resistência a altas temperaturas, foram realizados experimentos em duplicata nos meses de janeiro e julho de 2001, utilizando 4 tratamentos (29,5; 31,0; 32,5 e 34,0°C) com 4 repetições cada. Determinou-se o tempo para que ocorresse a morte de 50% dos animais (TM 50), e também o

número de animais mortos em cada parcela após um tempo fixo de exposição. Os resultados obtidos indicaram que mexilhões provenientes de Urubuqueçaba apresentaram menor resistência a altas temperaturas do que os animais provenientes de Guaraú, o que pode estar relacionado tanto à maior contaminação bacteriológica existente naquele local, como as condições de abrigo distintas dos dois locais estudados.

Palavras-chave: moluscos bivalves, mexilhão *Perna perna*, TM (50), temperatura

ABSTRACT

Brown mussel *Perna perna* is a common species in Brazilian seacoast, very abundant between Rio de Janeiro and Santa Catarina states. The temperature is one of the most important environmental factors, bounding the species distribution. It has a direct influence in basic physiological processes, mainly in reproduction. This work aimed to determine the mussel resilience to high temperatures. The animals were collected from two rocky coasts, one located at Urubuqueçaba Island, (Santos – SP), a sheltered site subjected to bacteriological contamination. The other station was Guaraú Beach, (Peruíbe – SP), an open sea contamination free site. The experiments were conducted in January and July 2001. The temperatures tested were 29.5, 31.0, 32.5 and 34.0°C, each one with four replications. The time elapsed to occur 50% of mortality (TM 50) and the number of dead animals in each parcel after a defined exposition time were recorded. The results showed that mussels from Urubuqueçaba were less resilient to high temperatures than those from Guaraú Beach. This fact may be related as well to the high bacteriological contamination existing in Urubuqueçaba as well as to different sheltering conditions of two studied sites.

Key words: bivalve mollusks, *Perna perna* mussel, TM (50), temperature

INTRODUÇÃO

O mexilhão *Perna perna* é uma espécie comum na costa brasileira, ocorrendo desde a Venezuela até o Uruguai, sendo muito abundante entre o Rio de Janeiro e Santa Catarina (KLAPPENBACH, 1965). Esta distribuição pode ser explicada zoogeograficamente, principalmente pela barreira da temperatura.

Toda a área de distribuição de espécies é delimitada por barreiras. Essas barreiras podem ser físicas (continentes, grandes distâncias, grandes profundidades) ou ecológicas (fatores bióticos e abióticos). Dentre os fatores bióticos, pode-se destacar: alimentação, predadores, competidores, parasitas (todos interagindo ao mesmo tempo).

A temperatura é o fator ambiental abiótico que mais varia no mar, sendo inversamente proporcional à profundidade e à latitude. Também é o fator abiótico mais importante na barreira para a distribuição das espécies, por apresentar envolvimento direto nos processos fisiológicos básicos dos animais marinhos, principalmente na reprodução. Dentro dos limites de sua tolerância térmica, uma espécie só será encontrada, desde que as outras exigências como salinidade, substrato, etc., estejam no mínimo de seu nível de sobrevivência (HUTCHINS, 1947).

Poucos trabalhos sobre a resistência do mexilhão *P. perna* a variações de temperatura foram publicados, destacando os de ZUIM & MENDES (1977) no Brasil e os de CHUNG & ACUNA (1981) e VÉLEZ & EPIFANIO (1981) na Venezuela.

O objetivo desse trabalho foi obter dados para determinar uma possível relação entre a contaminação bacteriológica e a resistência do mexilhão *Perna perna* à altas temperaturas, com o intuito de contribuir para o aumento do conhecimento sobre a biologia dessa espécie e levantar subsídios que auxiliem na definição de práticas de manejo nos bancos naturais.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido em duas estações de coleta: o costão da Ilha Urubuqueçaba (23°58'S - 46°21'W), situada próxima ao emissário submarino, na divisa entre os municípios de Santos e São Vicente, banco mais abrigado, um dos pontos do litoral paulista mais sujeitos à contaminação bacteriológica, segundo trabalho de HENRIQUES *et al.*, (2000) e o costão da praia do Guaraú (24°22'S - 47°01'W), situada

no município de Peruíbe, a 90 km ao sul de Santos, início da estação ecológica Juréia-Itatins, área mais exposta à ação de ondas, local este onde não foi verificada a existência de contaminação pelos mesmos autores.

Para a confirmação dessa contaminação bacteriológica, nos mesmos locais foram coletados 50 mexilhões adultos maiores que 40 mm de comprimento, totalizando 24 amostras mensais realizadas no período de outubro de 2000 a setembro de 2001. Os animais foram lavados com água do mar no seu local de origem, acondicionados em caixas isotérmicas e, a seguir, transportados para o laboratório, onde foram abertos e analisados seguindo a metodologia do F.D.A. (Food and Drug Administration) (1992), quanto à presença de bactérias do grupo coliforme de origem fecal e de *Salmonella* sp. nos tecidos moles.

Para o teste de resistência à temperatura os animais foram colocados dentro de recipientes contendo água do mar do próprio local de coleta e levados ao laboratório, onde foram separados individualmente e limpos de todos os organismos incrustantes nas valvas. A seguir, foram aclimatados por 24 horas em um recipiente com água do próprio local de origem e sob aeração constante, na temperatura e salinidade registradas no local de coleta e na densidade máxima de 2,5 animais / litro (American Public Health Association – A.P.H.A., 1989). Foram utilizados animais jovens (máximo de 20 mm de comprimento) para evitar a emissão de gametas durante o experimento, segundo recomendações da A.P.H.A. (1989). Os experimentos foram conduzidos em aquários de 10 litros, contendo 25 mexilhões cada, constantemente aerados e com renovação diária de água. Para tal, foi utilizada água proveniente das próprias estações de coleta, captada por uma bomba de 3,5 HP, previamente estocada em recipientes continuamente aerados e mantidos nas temperaturas testadas, conforme o caso.

Nos testes foram utilizados 4 tratamentos (29,5; 31,0; 32,5 e 34,0°C) com 4 repetições cada, totalizando 16 parcelas experimentais, constituídas pelo grupo de animais existentes em cada aquário. A seguir, determinou-se o tempo em que 50% dos animais morreram (TM 50), através do método de Trimmed Sperman-Karber (HAMILTON; RUSSO & THURSTON, 1977) e também o número de animais mortos em cada parcela após um tempo fixo de exposição. A morte foi constatada pela não resposta do animal ao leve toque de um estilete na região do manto. Os resultados obtidos foram comparados através de ANOVA, para verificar a influência da contaminação bacteriológica sobre a resistência dos animais a altas temperaturas.

Esses experimentos foram realizados em duplicatas, nos meses de janeiro de 2001 (Experimento 1) e julho de 2001 (Experimento 2), visando a garantir uma maior confiabilidade nos resultados.

Por ocasião das coletas foram registrados os dados de temperatura do ar e da água da superfície, nos dois pontos de estudo, utilizando-se para tal um termômetro digital.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas da água do mar variaram de 22,5 a 28,0°C em Urubuqueçaba e de 23 a 28°C em Guaraú, com médias de $25,9 \pm 1,6$ (desvio padrão) e $26,0 \pm 1,5$ (desvio padrão), respectivamente (Tabela I-2). Embora esses dados obtidos sejam pontuais, por terem sido registrados no momento das coletas de mexilhões, todos os valores se situaram dentro das margens de tolerância da espécie *P. perna* (ZUIM & MENDES, 1977).

TABELA I-2

Dados mensais de temperatura da água da água do mar e temperatura do ar, no instante das coletas mensais.

Mês/ano	Temp. Ar (°C)	Temp. Água (°C)	Temp. Água (°C)
		Urubuqueçaba	Guaraú
Out/00	24,0	26,0	26,0
Nov/00	29,0	27,0	27,0
Dez/00	32,0	27,0	27,5
Jan/01	35,0	28,0	28,0
Fev/01	33,0	27,5	27,5
Mar/01	28,0	27,0	27,0
Abr/01	26,0	26,0	26,0
Mai/01	24,0	25,0	25,0
Jun/01	20,0	24,0	24,5
Jul/01	19,0	22,5	23
Ago/01	22,0	25,0	25,0
Set/01	23,0	25,5	25,0

As análises microbiológicas mostraram diferença significativa entre as duas estações, no que diz respeito à contaminação por coliformes fecais e totais, com $p < 0,05$

e $p < 0,01$, respectivamente (Tabela II-2). Todavia, em todas as amostragens, os níveis de coliformes fecais e totais situaram-se muito abaixo dos máximos permitidos para consumo, segundo o Ministério da Saúde, que é de 100 coliformes de origem fecal por 25 g de tecido mole. Da mesma forma, em nenhum mês foi constatada a presença de *Salmonella* sp., o que torna os mexilhões de ambos os pontos aptos para o consumo humano, quanto a aspectos microbiológicos.

TABELA II-2

***Perna perna*: NMP (Número Mais Provável) de coliformes fecais e totais observados em 25 g de tecido mole, com as respectivas médias e d.m.s de Tukey. Análises realizadas pelo Instituto Adolfo Lutz de Santos (SP). Número de amostras realizadas mensalmente por ponto de coleta = 12. (*) = $p < 0,05$; (**) = $p < 0,01$**

Mês	ESTAÇÕES DE COLETA			
	Urubuqueçaba		Guaraú	
	Coliformes (NMP/g)		Coliformes (NMP/g)	
	Totais	Fecais	Totais	Fecais
Outubro/2000	110,00	2,30	4,30	0,36
Novembro	24,00	4,30	24,00	0,36
Dezembro	24,00	0,36	24,00	0,00
Janeiro/2001	100,00	0,76	24,00	0,00
Fevereiro	3,60	1,50	24,00	0,00
Março	110,00	7,50	4,30	0,91
Abril	24,00	1,50	15,00	0,36
Maio	46,00	0,62	4,30	0,00
Junho	110,00	2,30	24,00	0,00
Julho	24,00	0,00	24,00	0,00
Agosto	46,00	0,00	2,30	0,00
Setembro	46,00	0,36	24,00	0,00
Média	55,60**	1,79*	16,50**	0,17*
DMS Tukey	24,80	1,32	24,00	0,00

Pelas Figuras I-2, II-2, III-2 e IV-2 observa-se que há uma aparente maior resistência a altas temperaturas nos animais provenientes do Guaraú, em relação a Urubuqueçaba. Em todos os testes, animais mantidos à temperatura de 34,0°C apresentaram mortalidade total após 24 horas, o que demonstra ser essa uma temperatura altamente letal à espécie. Por outro lado, animais mantidos sob temperatura

de 32,5°C, somente apresentaram mortalidade total após 9 dias (216 h) de exposição, sendo que os mexilhões toleraram bem temperaturas de 31,0°C ou menos.

Esses dados concordam em parte com afirmações de CHUNG & ACUNA (1981) que estudaram o limite de tolerância a altas temperaturas no mexilhão *Perna perna*, em Esmerald Bay, Venezuela. Foram testadas as temperaturas de 37,0 a 42,0°C em animais de 15, 30 e 45 mm. Não houve diferença significativa para a sobrevivência entre os três comprimentos e o limite de temperatura letal para a espécie ficou em torno de 33,0°C, valor muito próximo ao obtido nesse trabalho.

Os mesmos autores ressaltam que a temperatura da água não seria uma causa significativa da morte imediata para *P. perna* em um possível empreendimento futuro de aquicultura, pois no mar caribenho a temperatura oscila apenas entre 22,0 e 29,0°C.

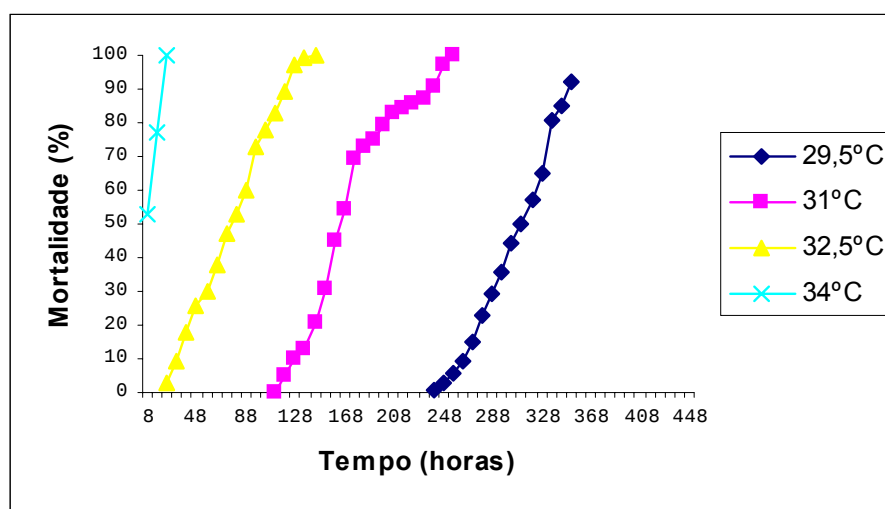


FIGURA I-2

***Perna perna*: Mortalidade (%) de mexilhões provenientes de Urubuqueçaba e submetidos ao teste de resistência a altas temperaturas, no Experimento 1. Número inicial de indivíduos para cada temperatura: 100 (4 réplicas).**

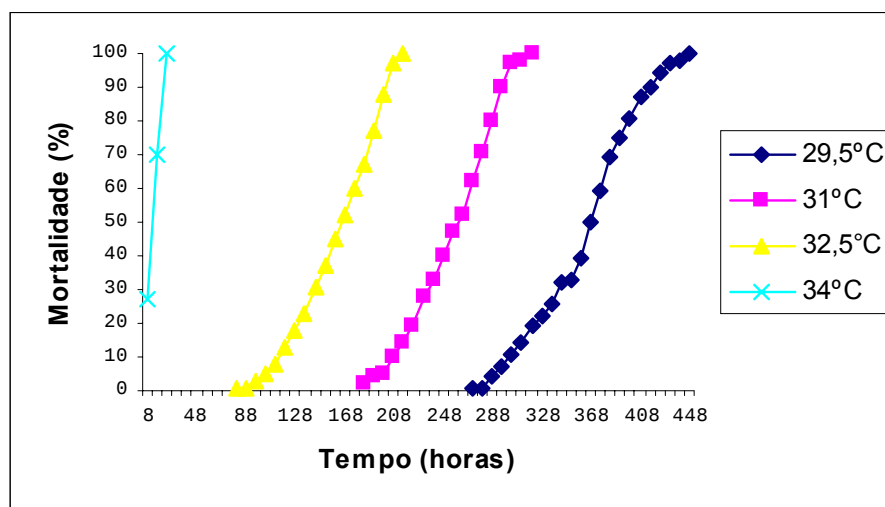


FIGURA II-2

***Perna perna*: Mortalidade (%) de mexilhões provenientes de Urubuqueçaba e submetidos ao teste de resistência a altas temperaturas, no Experimento 2.**
Número inicial de indivíduos para cada temperatura: 100 (4 réplicas).

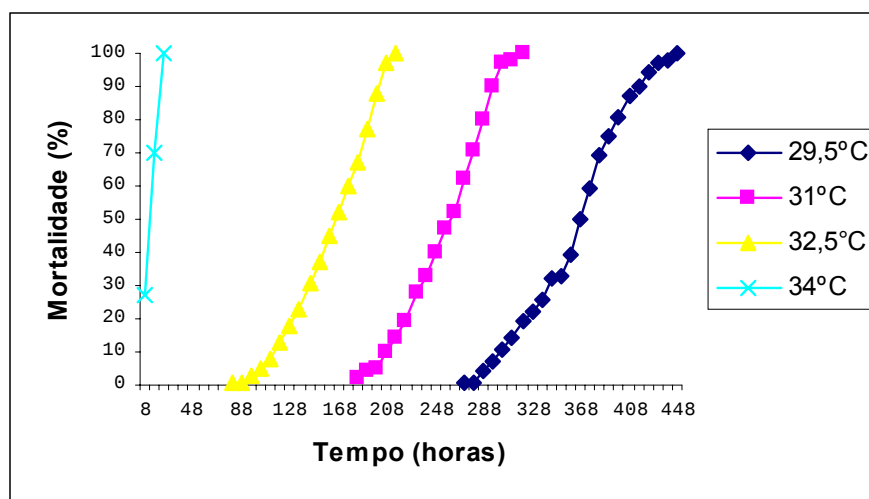


FIGURA III-2

***Perna perna*: Mortalidade (%) de mexilhões provenientes de Guaraú e submetidos ao teste de resistência a altas temperaturas, no Experimento 1.**
Número inicial de indivíduos para cada temperatura: 100 (4 réplicas).

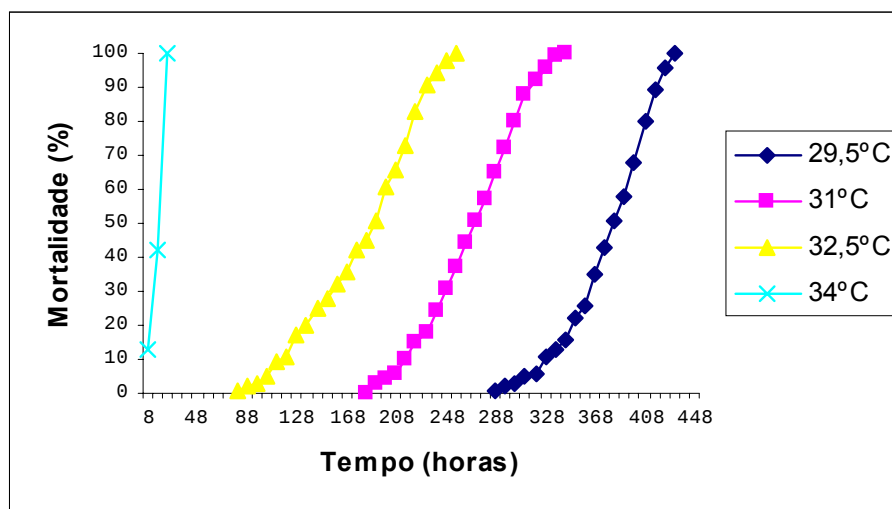


FIGURA IV-2

***Perna perna*: Mortalidade (%) de mexilhões provenientes de Guaraú e submetidos ao teste de resistência a altas temperaturas, no Experimento 2.**
Número inicial de indivíduos para cada temperatura: 100 (4 réplicas).

Os testes estatísticos (Tabelas III-2 e IV-2) mostraram que, à temperatura de 32,5°C, houve diferença significativa ($p < 0.01$) entre os dois locais estudados, com os mexilhões de Guaraú apresentando maior resistência do que os provenientes de Urubuqueçaba. Para as demais temperaturas, as diferenças não foram significativas para os dois locais. Isso pode ser explicado pela alta tolerância da espécie verificada para temperaturas de 31,0°C ou menos e a alta sensibilidade registrada à temperatura de 34,0°C, que se sobrepuseram às diferenças ambientais existentes entre os dois locais de coleta.

TABELA III-2

***Perna perna*: Comparação estatística entre as tolerâncias médias (TM 50) de mexilhões provenientes de ambos os locais de estudo (Urubuqueçaba e Guaraú), a altas temperaturas, no Experimento 1.**

Temperatura (°C)	Locais de estudo		Indicadores estatísticos		
	Urubuqueçaba	Guaraú	P	T	GL
29,5	310,64 ± 3,35	339,00 ± 1,87	0,049*	- 2,47	6
31,0	167,33 ± 3,46	197,98 ± 3,93	0,162 ^{ns}	- 1,58	6
32,5	66,87 ± 3,73	114,27 ± 3,21	0,013**	- 3,54	6
34,0	3,34 ± 0,75	3,83 ± 0,86	0,174 ^{ns}	- 1,65	4

TABELA IV-2

***Perna perna*: Comparação estatística entre as tolerâncias médias (TM 50) de mexilhões provenientes de ambos os locais de estudo (Urubuqueçaba e Guaraú), a altas temperaturas, no Experimento 2.**

Temperatura (°C)	Locais de estudo		Indicadores estatísticos		
	Urubuqueçaba	Guaraú	P	T	GL
29,5	361,52 ± 4,81	376,87 ± 3,59	0,321 ^{ns}	- 1,08	6
31,0	254,59 ± 3,75	265,25 ± 4,63	0,212 ^{ns}	- 1,40	6
32,5	158,97 ± 3,65	175,27 ± 5,7	0,005**	- 4,30	6
34,0	6,72 ± 4,81	11,17 ± 1,82	0,215 ^{ns}	- 1,39	6

VÉLEZ & EPIFANIO (1981) pesquisaram os efeitos da temperatura na gametogênese e no crescimento do mexilhão *Perna perna*. Foram testadas quatro temperaturas, durante seis semanas, e constatado que o maior crescimento e desenvolvimento gonadal ocorreu nos mexilhões testados a 21,0°C. Houve crescimento somático rápido nos mexilhões testados a 28,0°C, mas o desenvolvimento gonadal foi inibido. O crescimento global foi mais lento em mexilhões testados a 21,0°C. Os autores concluíram que a gametogênese em *P. perna* geralmente é inibida pelas altas

temperaturas, porém os mesmos autores, numa revisão da literatura pertinente indicaram que estes resultados não devem ser generalizados para todos os bivalves tropicais.

Embora as temperaturas testadas pelos autores estejam abaixo das testadas no presente estudo, é interessante salientar que mesmo em temperaturas teoricamente confortáveis para a espécie há alteração de alguns parâmetros fisiológicos, principalmente a reprodução.

De um modo geral, os resultados obtidos no presente estudo permitem supor que possa existir uma relação entre a contaminação bacteriológica de mexilhões *Perna perna* e uma menor resistência dessa espécie a temperaturas elevadas. Tornam-se necessários agora estudos relacionados às condições oceanográficas distintas dos dois locais que podem, também, estar contribuindo para essa menor resistência, e outros estudos sobre os efeitos da contaminação sobre os processos fisiológicos dos mexilhões, que possam confirmar e explicar as causas da queda de resistência dos mesmos.

A menor resistência de animais provenientes de locais contaminados bacteriologicamente pode ser mais um fator de desestímulo à exploração comercial dos bancos naturais ou mesmo a implantação de cultivos comerciais nesses locais. Conquanto os níveis de contaminação observados neste trabalho se encontrem muito aquém do máximo permitido pela legislação para o consumo humano, os mesmos parecem ser suficientes para tornar os animais mais suscetíveis às variações ambientais abióticas. A menor resistência a altas temperaturas, pode ser um indicativo da barreira zoogeográfica que delimita a distribuição da espécie. Esse fato pode também explicar a alta mortalidade dos mexilhões de Guaraú ocorrida em janeiro de 1999, provavelmente por uma rara elevação momentânea da temperatura da água acima dos níveis suportáveis para a espécie.

Lembrando alguns conceitos ecológicos, temos que as barreiras de distribuição dos organismos marinhos são de difícil delimitação devido às próprias condições naturais dos oceanos. Qualquer fator pode ser letal para um determinado organismo se o mesmo exceder qualquer nível máximo ou mínimo. Estes limites têm óbvia significância zoogeográfica se coincidirem com aquelas condições ambientais que os organismos normalmente experimentam em sua vida. Os resultados desse experimento tratam dos efeitos letais da temperatura, demonstrando claramente os limites naturais desta variável no mexilhão *Perna perna*.

CONCLUSÕES

As análises microbiológicas mostraram a existência de uma maior ocorrência de coliformes totais e fecais em Urubuqueçaba do que em Guaraú.

A temperatura de 34,0°C é altamente letal à espécie pois todos os animais apresentaram mortalidade após 24 horas de teste, enquanto que a faixa de conforto térmico para a espécie é de 31,0°C ou menos.

Mexilhões provenientes de Urubuqueçaba apresentaram menor resistência à altas temperaturas, do que animais provenientes do Guaraú, o que pode estar relacionado, entre outros fatores, com a maior contaminação bacteriológica existente naquele local e com as condições distintas de abrigo dos dois locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION.. Toxicity test procedures using mollusks. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Clesceri, L.S.; Greenberg, A.E. and Trussel, R.R. (ed.), 17^a. ed., Port City Press, Baltimore, p. 8.73-8.80, (1989).

CHUNG, K.S. & ACUNA, A.. Upper Temperature Tolerance Limit of Mussel, *Perna perna*. **Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.**, **47** (3): 441, (1981).

F.D.A.. **Bacteriological Analytical Manual**. A.O.A.C. International, 7th edition, 529 p., Arlington, EUA. (1992).

HAMILTON, M.A.; RUSSO, R.C. & THURSTON, R.U.. Trimmed spearman-karber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. **Environm. Sci. Technol.** **11**(7): 714 -719, (1977).

HENRIQUES, M.B., PEREIRA, O.M., ZAMARIOLLI, L.A. & FAUSTINO, J.S.. Contaminação bacteriológica no tecido mole do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus,

- 1758) coletado nos bancos naturais do litoral da Baixada Santista. **Arquivos de Ciências do Mar, UFCE – LABOMAR**, Fortaleza, v. 33, p.69-76, (2000).
- HUTCHINS, L.W.. The bases for temperature zonation. **Ecol. Monogr.** **17**(3): 325-335, (1947).
- KLAPPENBACH, M.A.. Lista preliminar de los Mytilidae brasileños con claves para determinación y notas sobre su distribución. **Anais Acad. Bras. Cienc.** **37**: 327-52, (1965).
- VÉLEZ, A.R. & EPIFANIO, C.E.. Effects of temperature and ration on gametogenesis and growth in the tropical mussel *Perna perna* (L.). **Aquaculture**, **22**(1-2): 21-26, (1981).
- ZUIM, S.M.F. & MENDES, E.G.. Sobrevivência do bivalve *Perna perna* em diferentes temperaturas. **Anais da Reunião Anual da SBPC**, **29**, São Paulo, p.672, (1977).

CAPÍTULO III

RESISTÊNCIA DO MEXILHAO *PERNA PERNA* (LINNAEUS, 1758) A BAIXAS SALINIDADES

Resilience of brown mussel *Perna perna* (Linnaeus, 1758) to low salinity

RESUMO

Os mitilídeos são classificados mundialmente como espécies eurihalinas, ocupando uma grande área da faixa costeira e estuarina. No Brasil, a espécie mais importante em termos econômicos e produtivos é o mexilhão *Perna perna*. O objetivo deste trabalho foi estudar a resistência dessa espécie quando submetida a baixas salinidades, visando contribuir para o conhecimento sobre a sua biologia e levantar subsídios que auxiliem no ordenamento da atividade extrativa e de maricultura. O estudo foi desenvolvido no costão da Ilha Urubuqueçaba, município de Santos, SP, local mais abrigada e historicamente contaminado bacteriologicamente, e no costão da Praia do Guaraú, município de Peruíbe, SP, local mais exposto à ação das ondas e isento de contaminação. Para a determinação da resistência a baixas salinidades, foram realizados experimentos em duplicata, em duas temperaturas ambientes diferentes (19° e 28°C), nos meses de fevereiro de 2001 e agosto de 2001. Nos testes foram utilizados 5 tratamentos (4, 14, 24, 31 e 34 ppt) com 4 repetições cada. Determinou-se o tempo para

que ocorresse a morte de 50% dos animais (TM 50) e também o número de animais mortos em cada parcela após um tempo fixo de exposição. Os resultados indicaram que a contaminação bacteriológica provavelmente afeta a resistência dos moluscos. Mexilhões provenientes de Urubuqueçaba apresentaram menor resistência a baixas salinidades que os provenientes de Guaraú, o que pode estar relacionado tanto à maior contaminação bacteriológica existente naquele local, como às condições oceanográficas de abrigo aos costões rochosos distintas dos dois locais estudados.

Palavras-chave: moluscos bivalves, mexilhão *Perna perna*, TM (50), salinidade

ABSTRACT

The mussels are considered euryhaline species, distributed in a large area of the seashore and estuarine regions. The most important species in Brazil, in economic and productive terms, is the brown mussel *Perna perna*. This research aimed to study the *P. perna* resilience when submitted to low salinities. The animals were collected from two rocky coasts. The first was located at Urubuqueçaba Island, (Santos – SP), a sheltered site subjected to bacteriological contamination and the other one, in Guaraú Beach, (Peruíbe – SP), an open sea contamination free site. The effects of five levels of salinity (4, 14, 24, 31 and 34‰) on the mollusc mortality was studied. The experiments were conducted in two temperatures (19 and 28°C) during February and August 2001, using four replications to each salinity. The time to occur 50% of mortality (TM 50) and the number of dead animals in each parcel after a defined exposition time was recorded. The results showed that mussels from Urubuqueçaba were less resilient to low salinities than those from Guaraú. This fact may be related as well to the high bacteriological contamination existing in Urubuqueçaba as to different sheltering conditions of two studied sites.

Key words: bivalve mollusks, *Perna perna* mussel, TM (50), salinity

INTRODUÇÃO

Um dos fatores mais importantes que permitiram o sucesso dos mitilídeos na conquista da faixa litorânea e dos estuários está relacionado com a capacidade que estes animais apresentam em tolerar oscilações bruscas da salinidade do meio, razão pela qual são caracterizados como espécies eurihalinas (SALOMAO, MAGALHÃES & LUNETTA, 1980).

Pesquisas sobre a influência da variação da salinidade na reprodução e desenvolvimento larval dos mexilhões *Perna perna* e *Perna viridis* foram desenvolvidas por SIDDALL (1979), ROMERO & MOREIRA (1981), SIDDALL (1982) e TAN (1997). Já os trabalhos relacionando a variação de salinidade com diversos tipos de respostas fisiológicas foram realizados por SALOMAO; MAGALHÃES & LUNETTA (1980), ZUIM & MENDES (1981), HICKS; HAWKINS & MCMAHON (2000) para *Perna perna* e PATTERSON & AYYAKKANNU (1996), MASILAMONI *et al.* (1997) e BHAT & DESAI (1998) para *Perna viridis*.

Como foi visto acima, vários trabalhos foram encontrados na literatura revisada sobre a resistência de bivalves a variações de salinidade, porém apenas o de BROCK, GALBRAITH & BENSEMAN (1985) na Nova Zelândia, relacionou a salinidade com a contaminação bacteriológicas no mexilhão *Perna canaliculus*.

O objetivo desse trabalho foi estudar uma possível relação entre a contaminação bacteriológica e a resistência do mexilhão *Perna perna* a baixas salinidades, visando a contribuir para o conhecimento sobre a biologia e fisiologia dessa espécie e levantar subsídios que auxiliem no ordenamento da atividade extrativa e de maricultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido em duas estações de coleta: o costão da Ilha Urubuqueçaba (23°58'S - 46°21'W), situada próxima ao emissário submarino, na divisa entre os municípios de Santos e São Vicente, local mais abrigado da ação das ondas, um dos pontos do litoral paulista mais sujeitos à contaminação bacteriológica, segundo HENRIQUES *et al.* (2000), e o costão da praia do Guaraú (24°22'S - 47°01'W), situada no município de Peruíbe, a 90 km ao sul de Santos, início da estação ecológica Juréia-

Itatins, banco mais exposto às condições de mar adversas, local este onde não foi verificada a existência de contaminação, pelos mesmos autores.

Para a confirmação da contaminação bacteriológica, nos mesmos locais, foram coletados 50 mexilhões adultos maiores que 40 mm de comprimento, totalizando 24 amostras mensais realizadas no período de outubro de 2000 a setembro de 2001. Os animais foram lavados com água do mar no seu local de origem, acondicionados em caixas isotérmicas e, a seguir, transportados para o laboratório, onde foram abertos e analisados seguindo a metodologia do F.D.A. (Food and Drug Administration) (1992), quanto à presença de bactérias do grupo coliforme de origem fecal e de *Salmonella* sp. nos tecidos moles.

Para os testes de resistência a baixas salinidades os animais foram colocados dentro de recipientes contendo água do mar do próprio local de coleta e levados ao laboratório, onde foram separados individualmente e limpos de todos os organismos incrustantes nas valvas. A seguir, foram aclimatados por 24 horas em um recipiente com água do próprio local de origem e sob aeração constante, na temperatura e salinidade registradas no local de coleta e na densidade máxima de 2,5 animais / litro (American Public Health Association – A.P.H.A., 1989). Foram utilizados animais jovens (máximo de 20 mm de comprimento) para evitar a emissão de gametas durante o experimento, segundo recomendações da A.P.H.A. (1989). Os experimentos foram conduzidos em aquários de 10 litros, contendo 25 mexilhões cada, constantemente aerados e com renovação diária de água. Para tal, foi utilizada água proveniente das próprias estações de coleta, captada por uma bomba de 3,5 HP, previamente estocada em recipientes continuamente aerados e mantidos nas salinidades testadas, conforme o caso.

Nos testes foram utilizados 5 tratamentos (4, 14, 24, 31 e 34 ppt) com 4 repetições cada, totalizando 20 parcelas experimentais, constituídas pelo grupo de animais existentes em cada aquário (Figura I-3). A seguir, determinou-se o tempo em que 50% dos animais morreram (TM 50), através do método de Trimmed Sperman-Karber (HAMILTON; RUSSO & THURSTON, 1977) e também o número de animais mortos em cada parcela após um tempo fixo de exposição. A morte foi constatada pela não resposta do animal ao leve toque de um estilete na região do manto do animal. A resistência dos animais provenientes de locais contaminados e não contaminados, foi comparada através do teste *t* de Student (PIMENTEL GOMES, 1982). Esses experimentos foram realizados em duplicatas, sob duas temperaturas ambiente

diferentes ($T = 19^{\circ}\text{C}$ e 28°C) mantidas constantes no laboratório onde se desenvolveu o experimento, nos meses de fevereiro de 2001 (Experimento 1) e agosto de 2001 (Experimento 2), visando garantir uma maior confiabilidade nos resultados.

Por ocasião das coletas foram registrados os dados de salinidade da água do mar, nos dois pontos de estudo, utilizando-se para tal um salinômetro refratômetro.

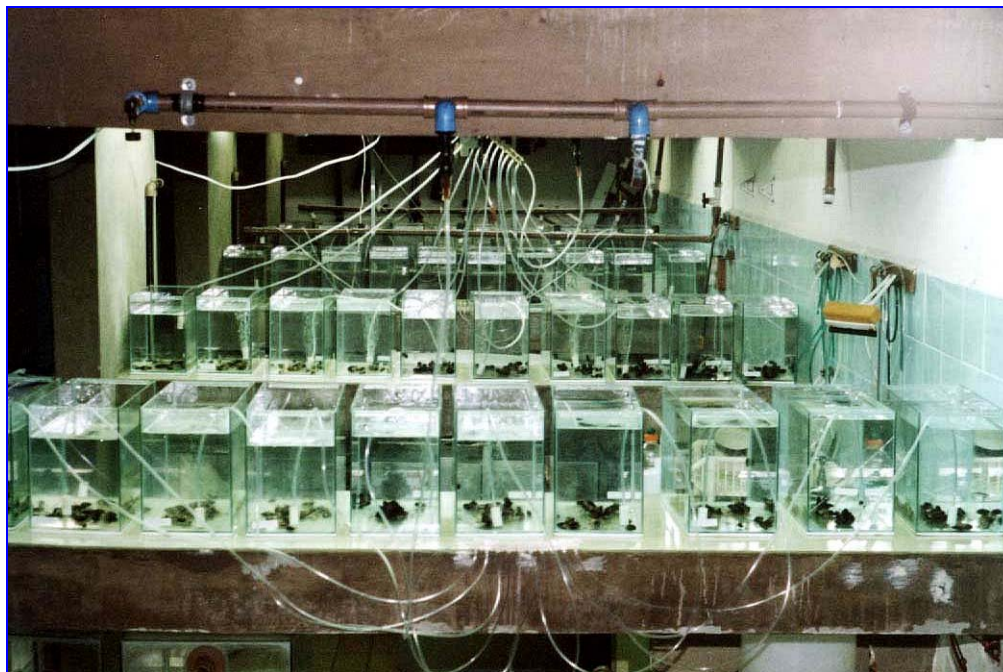


FIGURA I-3

***Perna perna*: Vista dos aquários utilizados durante o experimento de resistência a baixas salinidades.**

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores locais de salinidade oscilaram entre $S = 29,5$ ppt (mínima) e $S = 33$ ppt (máxima) em Urubuqueçaba e $S = 29$ ppt (mínima) e $S = 34$ ppt (máxima) em Guaraú, com médias respectivas de $31,2 \pm 1,2$ (desvio padrão) e $31,3 \pm 1,6$ (desvio padrão) (Tabela I-3). Esses valores se situaram dentro dos padrões aceitáveis para a espécie *P. perna*, como mostra o trabalho de SALOMÃO; MAGALHÃES & LUNETTA (1980).

TABELA I-3**Dados mensais de salinidade da água do mar, no instante das coletas mensais.**

Mês/ano	Salinidade (ppt)	Salinidade (ppt)
	Urubuqueçaba	Guaraú
Out/00	31,0	31,5
Nov/00	31,5	31,0
Dez/00	30,0	29,0
Jan/01	29,5	30,0
Fev/01	30,0	30,0
Mar/01	30,0	29,0
Abr/01	30,5	31,0
Mai/01	32,0	32,5
Jun/01	32,5	32,5
Jul/01	33,0	34,0
Ago/01	32,5	33,0
Set/01	32,0	32,5

As análises microbiológicas mostraram diferença significativa entre as duas estações, no que diz respeito à contaminação por coliformes fecais e totais, com $p < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente (Tabela II-3). Todavia, em todas as amostragens, os níveis de coliformes fecais e totais situaram-se muito abaixo dos mínimos permitidos para consumo, segundo o Ministério da Saúde, que é de 100 coliformes de origem fecal por 25 g de tecido mole. Da mesma forma, em nenhum mês foi constatada a presença de *Salmonella* sp., o que torna os mexilhões de ambos os pontos aptos para o consumo humano, quanto a aspectos microbiológicos.

TABELA II-3

***Perna perna*: NMP (Número Mais Provável) de coliformes fecais e totais observados em 25 g de tecido mole, com as respectivas médias e d.m.s de Tukey. Análises realizadas pelo Instituto Adolfo Lutz de Santos (SP). Número de amostras realizadas mensalmente por ponto de coleta:12. (*) = $p < 0,05$; (**) = $p < 0,01$**

Mês	ESTAÇÕES DE COLETA			
	Urubueçaba		Guaraú	
	Coliformes (NMP/g)		Coliformes (NMP/g)	
	Totais	Fecais	Totais	Fecais
Outubro/2000	110,00	2,30	4,30	0,36
Novembro	24,00	4,30	24,00	0,36
Dezembro	24,00	0,36	24,00	0,00
Janeiro/2001	100,00	0,76	24,00	0,00
Fevereiro	3,60	1,50	24,00	0,00
Março	110,00	7,50	4,30	0,91
Abril	24,00	1,50	15,00	0,36
Maio	46,00	0,62	4,30	0,00
Junho	110,00	2,30	24,00	0,00
Julho	24,00	0,00	24,00	0,00
Agosto	46,00	0,00	2,30	0,00
Setembro	46,00	0,36	24,00	0,00
Média	55,60**	1,79*	16,50**	0,17*
DMS Tukey	24,80	1,32	24,00	0,00

Verificou-se que os animais de ambas as estações, submetidos às salinidades 24, 31 e 34 ppt, não apresentaram mortalidade até o encerramento do experimento (90 horas de observação). Por essa razão, as comparações entre os locais de coleta foram feitas apenas com relação a baixas salinidades ($S = 4$ ppt e $S = 14$ ppt), determinando-se a resistência dos animais a esse fator.

Analisando-se as Tabelas III-3, IV-3, V-3 e VI-3, observou-se uma maior resistência a baixas salinidades para os indivíduos provenientes da Estação Guaraú. Essa afirmação foi confirmada com a realização dos testes estatísticos (Tabelas VII-3 e VIII-3), o que significa que, aparentemente, há correlação entre a contaminação bacteriológica e a resistência a baixas salinidades. Para os dois locais estudados, a resistência à baixa salinidade foi maior durante o experimento 2 (Temperatura ambiente = 19°C) (Tabelas IX-3 e X-3), do que no experimento 1, quando a temperatura ambiente foi mantida a 28°C.

TABELA III-3

***Perna perna*: Mortalidade (%) de mexilhões provenientes de Urubuqueçaba e submetidos à baixa salinidade, no Experimento 1 (temperatura ambiente: 28,0°C).
Número inicial de indivíduos para cada salinidade: 100 (4 réplicas).**

Salinidade	Tempo (horas)				TM 50 (h)
	24	36	48	60	
4 ppt	3	35	90	100	37,56
14 ppt	28,5	56,5	93	100	32,04

TABELA IV-3

***Perna perna*: Mortalidade (%) de mexilhões provenientes de Urubuqueçaba e submetidos à baixa salinidade, no Experimento 2 (temperatura ambiente: 19,0°C).
Número inicial de indivíduos para cada salinidade: 100 (4 réplicas).**

Salinidade	Tempo (horas)						TM 50 (h)
	24	36	48	60	72	80	
4 ppt	0	1	37	52	83	100	54,96
14 ppt	2	8	62	86	98	100	45,92

TABELA V-3

***Perna perna*: Mortalidade (%) de mexilhões provenientes de Guaraú e submetidos à baixa salinidade, no Experimento 1 (temperatura ambiente: 28,0°C).
Número inicial de indivíduos para cada salinidade: 100 (4 réplicas).**

Salinidade	Tempo (horas)					TM 50 (h)
	24	36	48	60	72	
4 ppt	0	11	61	100	100	44,21
14 ppt	5	35	49	86,5	100	42,83

TABELA VI-3

***Perna perna*: Mortalidade (%) de mexilhões provenientes de Guaraú e submetidos à baixa salinidade, no Experimento 2 (temperatura ambiente: 19,0°C).
Número inicial de indivíduos para cada salinidade: 100 (4 réplicas).**

Salinidade	Tempo (horas)						TM 50 (h)
	24	36	48	60	72	80	
4 ppt	0	0	7	13	61	100	66,51
14 ppt	0	0	23	55	76	100	54,38

TABELA VII-3

***Perna perna*: Comparação estatística entre as tolerâncias médias (TM 50) de mexilhões provenientes de ambos os locais de estudo (Urubuqueçaba e Guaraú), submetidos à baixa salinidade no Experimento 1 (temperatura ambiente: 28°C).**
 (*) = $p < 0,05$; (**) = $p < 0,01$

Salinidade	Tolerância média (h)		Indicadores estatísticos		
	Urubuqueçaba	Guaraú	P	T	GL
4 ppt	37,56 ± 1,50	44,21 ± 1,44	0,008**	- 3,85	6
14 ppt	32,04 ± 2,52	42,83 ± 2,07	0,015*	- 3,36	6

TABELA VIII-3

***Perna perna*: Comparação estatística entre as tolerâncias médias (TM 50) de mexilhões provenientes de ambos os locais de estudo (Urubuqueçaba e Guaraú), submetidos à baixa salinidade no Experimento 2 (temperatura ambiente: 19°C).**
 (*) = $p < 0,05$; (**) = $p < 0,01$

Salinidade	Tolerância média (h)		Indicadores estatísticos		
	Urubuqueçaba	Guaraú	P	T	GL
4 ppt	54,96 ± 1,86	66,51 ± 1,54	0,003**	- 4,78	6
14 ppt	45,92 ± 1,63	54,38 ± 1,80	0,000**	- 8,12	6

TABELA IX-3

***Perna perna*: Comparação estatística entre as tolerâncias médias (TM 50) de mexilhões provenientes de Urubuqueçaba, submetidos à baixa salinidade, com relação às diferentes temperaturas e salinidades. (*) = $p < 0,05$; (**) = $p < 0,01$**

Temperatura	28°C	19°C	Entre temperaturas		
Salinidade	TM 50 (h)	TM 50 (h)	P	t	GL
4 ppt	37,56 ± 1,50	54,96 ± 1,86	0,000**	-6,72	6
14 ppt	32,04 ± 2,52	45,92 ± 1,63	0,000**	-6,49	6
Teste t (4 x 14 ppt)	P=0,058 ns	T=2,34	P=0,009**	t=3,82	

TABELA X-3

***Perna perna*: Comparação estatística entre as tolerâncias médias (TM 50) de mexilhões provenientes de Guaraú, submetidos à baixa salinidade com relação às diferentes temperaturas e salinidades. (*) = $p < 0,05$; (**) = $p < 0,01$**

Temperatura	28°C	19°C	Entre temperaturas		
Salinidade	TM 50 (h)	TM 50 (h)	P	t	GL
4 ppt	44,21 ± 1,44	66,51 ± 1,54	0,000**	-15,10	6
14 ppt	42,83 ± 2,07	57,38 ± 1,80	0,002**	-5,16	6
Teste t (4 x 14 ppt)	P=0,656 ns t=0,47	P=0,001** t=5,94			

SALOMAO, MAGALHÃES & LUNETTA (1980), trabalhando com *Perna perna*, observaram uma mortalidade de 90% dos animais ao final de 102 horas de exposição à salinidade de 14 ppt, ao passo que nas salinidades de 9 e 4 ppt, a mortalidade foi total ao final desse período de tempo. Essa tolerância foi maior do que a verificada no presente experimento, já que à salinidade de 14 ppt, todos os animais morreram após, no máximo, 80 horas.

Os resultados do presente estudo corroboram com os de KURIAKOSE (1983) que pesquisou a tolerância da variação de salinidade do mexilhão *Perna indicus*. O autor relatou que a tolerância de salinidade para a espécie está entre os limites de 20 e 45 ppt. A faixa ótima de salinidade, na qual os mexilhões são ativos e secretam bisso, é de 20 a 35 ppt. Em salinidades que variaram entre 27 e 35 ppt a espécie mostrou atividade normal.

Outro trabalho que apresenta resultados similares é o de MASILAMONI *et al.* (1997). Os autores estudaram as respostas fisiológicas do mexilhão *Perna viridis*, submetidos a baixas salinidades, com o objetivo de controlar sua incrustação em sistemas de turbinas de resfriamento de usinas atômicas. Observaram que todas as atividades fisiológicas como taxa de filtração, consumo de oxigênio e produção de bisso, diminuíram com salinidades decrescentes de 35 ppt para 15 ppt. A maioria dos indivíduos ficaram inativos na salinidade de 15 ppt.

Com relação à contaminação bacteriológica relacionada à resistência a variações de salinidade, tema desse trabalho, o único artigo encontrado foi o de BROCK, GALBRAITH & BENSEMAN (1985) que associaram as relações pluviométricas, vazão de rio e salinidade para a incidência de coliformes fecais no

mexilhão *Perna canaliculus*, na Nova Zelândia. Os autores verificaram que com a incidência de chuva, há diminuição da salinidade da água do mar e aumento da contaminação por coliformes fecais, sugerindo restringir a extração dos bivalves em períodos subseqüentes a chuvas pesadas.

De um modo geral, os resultados obtidos permitem supor que existe relação entre a contaminação bacteriológica de mexilhões *Perna perna* e uma menor resistência dessa espécie a alguns fatores abióticos, como as baixas salinidades. Tornam-se necessários agora estudos relacionados às condições oceanográficas distintas dos dois locais que podem, também, estar contribuindo para essa menor resistência, e outros estudos sobre os efeitos da contaminação sobre os processos fisiológicos dos mexilhões, que possam confirmar e explicar as causas da queda de resistência dos mesmos.

A menor resistência de animais provenientes de locais contaminados bacteriologicamente pode ser mais um fator de desestímulo à exploração comercial dos bancos naturais ou mesmo a implantação de cultivos comerciais nesses locais. Conquanto os níveis de contaminação observados neste trabalho se encontrem muito aquém do máximo permitido pela legislação para o consumo humano, os mesmos parecem ser suficientes para tornar os animais mais suscetíveis às variações ambientais abióticas.

CONCLUSÕES

As análises microbiológicas mostraram a existência de uma maior ocorrência de coliformes totais e fecais em Urubuqueçaba do que em Guaraú.

Valores de salinidade entre 24 e 34 ppt não apresentaram mortalidade até 90 horas de observação, indicando ser uma faixa de conforto para a espécie *Perna perna*.

Os mexilhões não suportaram a salinidade de 14 ppt, após no máximo 80 horas.

Mexilhões provenientes de Urubuqueçaba apresentaram menor resistência à baixas salinidades do que animais provenientes do Guaraú, o que pode estar relacionado, entre outros fatores, com a maior contaminação bacteriológica existente naquele local e com as condições de proteção distintas dos dois bancos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION.. Toxicity test procedures using mollusks. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Clesceri, L.S.; Greenberg, A.E. and Trussel, R.R. (ed.), 17^a. ed., Port City Press, Baltimore, p. 8.73-8.80, (1989).
- BHAT, S. & DESAI, P.V.. Effect of thermal and salinity stress of *Perna viridis* heart (L.). **Indian J. Exp. Biol.**, **36** (9): 916-919, (1998).
- BROCK, R.L.; GALBRAITH, G.R. & BENSEMAN, B.A.. Relationships of rainfall, river flow, and salinity to faecal coliform levels in a mussel fishery. **N.Z. J. Mar. Freshwat. Res.** **19**(4): 485-494, (1985).
- F.D.A.. **Bacteriological Analytical Manual**. A.O.A.C. International, 7th edition, 529 p., Arlington, EUA. (1992).
- HAMILTON, M.A.; RUSSO, R.C. & THURSTON, R.U.. Trimmed spearman-karber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. **Environm. Sci. Technol.** **11**(7): 714 -719, (1977).
- HENRIQUES, M.B., PEREIRA, O.M., ZAMARIOLLI, L.A. & FAUSTINO, J.S.. Contaminação bacteriológica no tecido mole do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) coletado nos bancos naturais do litoral da Baixada Santista. **Arquivos de Ciências do Mar, UFCE – LABOMAR**, Fortaleza, v. 33, p.69-76, (2000).
- HICKS, D.W.; HAWKINS, D.L. & MCMAHON, R.F.. Salinity tolerance of brown mussel *Perna perna* (L.) from the Gulf of Mexico: An extension of life table analysis to estimate median survival time in the presence of regressor variables. **Journal of Shellfish Research**, **19** (1): 203-212, (2000).

- KURIAKOSE, P.S.. Salinity tolerance of brown mussel *Perna indica*. **Proceedings of the Symposium on Coastal Aquaculture, Part.2: Molluscan Culture**, Marine Aquat. Biol. And Fish., Kerala, Trivandrum, India , 705p., (1983).
- MASILAMONI, J.G.; JESUDOSS, K.S.; NANDAKUMAR, K.; SATPATHY, K.K.; AZARIAH, J & NAIR, K.V.K.. Physiological response of the green mussel *Perna viridis* in relation to size and salinity. **Proc. Indian Natl. Sci. Acad. Biol. Sci.**, **63** (4): 305-314, (1997).
- PATTERSON, J. & AYYAKKANNU, K.. Effect of salinity on nitrogen excretion and haemolymph ammonia concentration of *Perna viridis* (Mollusca: Bivalvia). **Proceedings of the sixth Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme TMMP conducted in India at Annamalai University**, **16**: 299-304, (1996).
- PIMENTEL GOMES, F.. **Curso de Estatística Experimental**. 10º ed. Piracicaba -SP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 430 p., (1982).
- ROMERO, S.M.B. & MOREIRA, G.S.. Efeitos combinados de salinidade e temperatura na sobrevivência de embriões e veligers de *Perna perna* (Linne, 1758) (Mollusca-Bivalvia). **Bol. Fisiol. Anim. Univ.São Paulo**, **5**: 45-58, (1981).
- SALOMÃO, L.C.; MAGALHÃES, A.R.M. & LUNETTA, J.E.. Influência da salinidade na sobrevivência de *Perna perna* (Mollusca: Bivalvia). **Bol. Fisiol. Animal Univ. São Paulo**, São Paulo, **4**: 143-152, (1980).
- SIDDALL, S.E.. Effects of temperature and salinity on metamorphosis in two tropical mussels. **70º Annual Meeting of the National Shellfisheries Association**; New Orleans, LA (USA): 69-199, (1979).
- SIDDALL, S.E.. Dispersal and recruitment of tropical mussel larvae as affected by temperature and salinity. **J. Shellfish Res.**, **2**(1): 106-107, (1982).

- TAN, S.H.. Effect of salinity on hatching, larval growth and survival in the green mussel *Perna viridis* (Linnaeus). **Proceedings of the seventh Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme TMMP on Central and West Java, Indonesia** 17 (1): 279-284, (1997).
- ZUIM, S.M.F. & MENDES, E.G.. A Influência da salinidade na taxa respiratória de dois mexilhões, *Perna perna* e *Brachidontes solisianus* (Mollusca, Bivalvia). **Rev. Bras. Biol.**, 41(1): 57-61, (1981).

CAPÍTULO IV

RESISTÊNCIA DO MEXILHAO *PERNA PERNA* (LINNAEUS, 1758) AO TEMPO DE EXPOSIÇÃO AO AR

Resilience of brown mussel *Perna perna* (Linnaeus, 1758) to air exposure time

RESUMO

A grande maioria dos bivalves comercializados no Brasil ainda são provenientes de bancos naturais. A contaminação química e bacteriológica do ambiente marinho, principalmente em regiões próximas a grandes centros urbanos, além de provocar a morte dos moluscos bivalves provenientes desses locais, pode vir a prejudicar a resistência dos mesmos a diversos fatores ambientais. O objetivo deste trabalho foi testar a resistência do mexilhão *Perna perna* ao tempo de exposição ao ar, relacionando os dados obtidos com a contaminação bacteriológica, visando contribuir para o conhecimento sobre a biologia dessa espécie e levantar subsídios que auxiliem na definição de práticas de manejo da espécie, não só em bancos naturais, mas também em cultivos comerciais. O estudo foi desenvolvido no costão da Ilha Urubuqueçaba, município de Santos, SP, local mais abrigado historicamente contaminado bacteriologicamente, e no costão da praia do Guaraú, município de Peruíbe, SP, local mais exposta à ação das ondas e isento de contaminação. Para a determinação da resistência à exposição ao ar, foram realizados experimentos em duplicata, em duas temperaturas ambientes diferentes (19° e 28°C), nos meses de dezembro de 2000 e

junho de 2001. Determinou-se o tempo para que ocorresse a morte de 50% dos animais (TM 50), e também o número de animais mortos em cada parcela após um tempo fixo de exposição. Os resultados indicaram que mexilhões provenientes de Urubuqueçaba apresentaram menor resistência à exposição ao ar que os provenientes de Guaraú, o que pode estar relacionado tanto à maior contaminação bacteriológica existente naquele local, como às condições oceanográficas distintas de abrigo dos costões rochosos nos dois locais estudados.

Palavras-chave: moluscos bivalves, mexilhão *Perna perna*, TM (50), exposição ao ar

ABSTRACT

Most bivalves commercialized in Brazil are still harvested from fisheries activities. Chemical and bacteriological contamination of the sea environment, mainly near large urban centers, besides leading to lethal effects in bivalves, can harm their resilience to withstand environmental factors. This paper aimed at determining the air exposure resilience time of mussels *Perna perna*. Results provide a contribution to a better knowledge about the biology of *P. perna*, suggesting improved handling practices either for animals in natural beds or under commercial farming. This study was developed in Urubuqueçaba Island, (Santos - SP), a sheltered site subjected to bacteriological pollution, and in Guaraú Beach, (Peruíbe - SP), an open sea, bacterial contamination free site. To determine air exposure resilience, trials were conducted under two different temperatures, in December 2000 and in June 2001. TM 50 was determined, as well as the number of dead animals in each trial after exposure time. Results indicated that bacteriological contamination probably affects the resilience of *Perna perna* to air exposure time. Mussels from Urubuqueçaba presented smaller resilience to air exposure than those from Guaraú. This fact may be related either to the high bacteriological contamination existing in Urubuqueçaba as to different sheltering conditions of two studied sites.

Key words: bivalve mollusks, *Perna perna* mussel, TM (50), air exposure

INTRODUÇÃO

Os bivalves marinhos constituem estoques naturais de recursos renováveis que dependem de todo um ecossistema em equilíbrio para sua reprodução e desenvolvimento. A grande maioria dos bivalves comercializados no Brasil ainda é proveniente de bancos naturais, porém, em algumas regiões, o cultivo de algumas espécies, como o mexilhão *Perna perna*, tem alcançado expressiva importância econômica (MARQUES, 1998).

A contaminação química e bacteriológica do ambiente marinho, principalmente em regiões próximas a grandes centros urbanos, além de provocar a morte dos mexilhões existentes nesses locais, pode vir a debilitar os mesmos, conseqüentemente, prejudicando sua resistência a diversos fatores ambientais, tais como exposição ao ar e à variação da temperatura e salinidade.

Poucos trabalhos foram encontrados na literatura revisada sobre a influência da contaminação bacteriológica na resistência de bivalves a fatores físicos dessa natureza.

DE ZWAAN & EERTMAN (1996) relataram que a sobrevivência de bivalves marinhos à anoxia ou à exposição ao ar, pode ser um indicador rápido, simples e barato de estresse induzido pela contaminação por xenobióticos, tais como metais pesados e compostos orgânicos em geral. MARSDEN & WEATHERHEAD (1998) demonstraram os efeitos da exposição aérea no consumo de oxigênio do mexilhão *Perna canaliculus*. BABARRO & DE ZWAAN (2002) mostraram a influência de fatores abióticos (salinidade, temperatura e pH) sobre a proliferação bacteriana e sobrevivência anóxica do mexilhão *Mytilus edulis*.

O objetivo desse trabalho foi estudar a resistência do mexilhão *Perna perna* ao tempo de exposição ao ar, relacionando os dados obtidos nos testes com a contaminação bacteriológica de origem fecal, visando contribuir para o conhecimento sobre a biologia dessa espécie e a levantar subsídios que auxiliem na definição de práticas de manejo da espécie não só em bancos naturais, mas também em cultivos comerciais.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido em duas estações de coleta: o costão da Ilha Urubuqueçaba (23°58'S - 46°21'W), situada próxima ao emissário submarino, na divisa entre os municípios de Santos e São Vicente, local mais abrigado, um dos pontos do litoral paulista mais sujeitos à contaminação bacteriológica, segundo HENRIQUES *et al.* (2000), e o costão da praia do Guaraú (24°22'S - 47°01'W), situada no município de Peruíbe, a 90 km ao sul de Santos, início da estação ecológica Juréia-Itatins, banco mais exposto à ação das ondas, local onde não foi verificada a existência de contaminação, pelos mesmos autores.

Para a confirmação dessa contaminação bacteriológica, foram coletados 50 mexilhões adultos com mais de 40 mm de comprimento, totalizando 24 amostras mensais, realizadas no período de outubro de 2000 a setembro de 2001. Os animais foram lavados com água do mar no seu local de origem, acondicionados em caixas isotérmicas e, a seguir, transportados para o laboratório, onde foram abertos e analisados seguindo a metodologia do F.D.A. (Food and Drug Administration) (1992), quanto à presença de bactérias do grupo coliforme de origem fecal e de *Salmonella* sp. nos tecidos moles.

Para a determinação da resistência ao tempo de exposição ao ar, foram realizados experimentos em duplicatas, sob duas temperaturas diferentes, nos meses de dezembro de 2000 (Experimento 1) e junho de 2001 (Experimento 2). Em cada experimento foram coletados 200 animais de cada estação de coleta, separados em 4 classes de comprimento (menores que 20 mm, 21-30 mm, 31- 40 mm e 41-50 mm), resultando em 50 animais para cada classe. Os animais foram colocados dentro de recipientes contendo água do mar do próprio local de coleta e levados ao laboratório, onde foram separados individualmente e limpos de todos os organismos incrustantes nas valvas. A seguir, foram aclimatados por 24 horas em um recipiente com água do próprio local de origem e sob aeração constante, na temperatura e salinidade registradas no local de coleta e na densidade máxima de 2,5 animais / litro (American Public Health Association – A.P.H.A., 1989). Após o período de aclimação, os animais foram colocados em um estrado localizado em uma sala climatizada às temperaturas de 28°C (Experimento 1) e 19°C (Experimento 2), em exposição ao ar, em lotes de 10 animais, configurando 5 réplicas para cada classe de comprimento em cada estação de coleta (20

parcelas). (Figura I-4) A seguir, determinou-se o tempo em que 50% dos animais morreram (TM 50), através do método de Trimmed Sperman-Karber (HAMILTON; RUSSO & THURSTON, 1977) e também o número de animais mortos em cada parcela após um tempo fixo de exposição. A morte foi constatada pela não resposta do animal ao leve toque de um estilete na região do manto do animal. A resistência dos animais provenientes de locais contaminados e não contaminados, foi comparada através do teste *t* de Student (PIMENTEL GOMES, 1982). A comparação entre a resistência das diversas classes de comprimento à exposição, foi realizada através de ANOVA (experimento inteiramente casualizado). Por ocasião das coletas foram registrados os dados de temperatura e salinidade da água da superfície, nos dois locais de estudo, utilizando-se para tal um termômetro e um salinômetro refratômetro.



FIGURA I-4

***Perna perna*: Vista do experimento de resistência do mexilhão à exposição ao ar.**

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores locais de salinidade oscilaram entre $S = 29,5$ ppt (mínima) e $S = 33$ ppt (máxima) em Urubuqueçaba e $S = 29$ ppt (mínima) e $S = 34$ ppt (máxima) em Guaraú, com médias respectivas de $31,2 \pm 1,2$ (desvio padrão) e $31,3 \pm 1,6$ (desvio padrão). As temperaturas da água do mar variaram de $22,5$ a $28,0^{\circ}\text{C}$ em Urubuqueçaba e de 23 a 28°C em Guaraú, com médias de $25,9 \pm 1,6$ (desvio padrão) e $26,0 \pm 1,5$ (desvio padrão), respectivamente. Esses valores se situaram dentro dos padrões aceitáveis para a espécie *P. perna*, como mostram os trabalhos de ZUIM & MENDES (1977) e SALOMÃO MAGALHÃES & LUNETTA (1980).

As análises microbiológicas mostraram diferença significativa entre as duas estações, no que diz respeito à contaminação por coliformes fecais e totais, com $p < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente (Tabela I-4). Todavia, em todas as amostragens, os níveis de coliformes fecais e totais situaram-se muito abaixo dos máximos permitidos para consumo, segundo o Ministério da Saúde, que é de 100 coliformes de origem fecal por 25 g de tecido mole. Da mesma forma, em nenhum mês foi constatada a presença de *Salmonella* sp., o que torna os mexilhões de ambos os pontos de coleta aptos para o consumo humano, quanto a aspectos microbiológicos.

TABELA I-4

***Perna perna*: NMP (Número Mais Provável) de coliformes fecais e totais observados em 25 g de tecido mole, com as respectivas médias e d.m.s de Tukey. Análises realizadas pelo Instituto Adolfo Lutz de Santos (SP). Número de amostras realizadas mensalmente por ponto de coleta = 12**
 (*) = $p < 0,05$; (**) = $p < 0,01$.

Mês	ESTAÇÕES DE COLETA			
	Urubuqueçaba		Guaraú	
	Coliformes (NMP/g)		Coliformes (NMP/g)	
	Totais	Fecais	Totais	Fecais
Outubro/2000	110,00	2,30	4,30	0,36
Novembro	24,00	4,30	24,00	0,36
Dezembro	24,00	0,36	24,00	0,00
Janeiro/2001	100,00	0,76	24,00	0,00
Fevereiro	3,60	1,50	24,00	0,00
Março	110,00	7,50	4,30	0,91
Abril	24,00	1,50	15,00	0,36
Maió	46,00	0,62	4,30	0,00
Junho	110,00	2,30	24,00	0,00
Julho	24,00	0,00	24,00	0,00
Agosto	46,00	0,00	2,30	0,00
Setembro	46,00	0,36	24,00	0,00
Média	55,60**	1,79*	16,50**	0,17*
DMS Tukey	24,80	1,32	24,00	0,00

Pelas tabelas II-4, III-4, IV-4 e V-4 verifica-se que os animais provenientes de Guaraú apresentaram maior resistência à exposição ao ar, já que a TM 50 (tolerância média, ou tempo de exposição no qual ocorre a mortalidade de 50% dos animais) ocorreu ao redor de 40 horas de exposição, contra 33 horas dos animais provenientes de Urubuqueçaba. Sob temperatura de 19°C, a mortalidade de 100% dos animais provenientes de Guaraú apenas ocorreu após 64 horas de exposição, ao passo que em Urubuqueçaba (19°C e 28°C) e Guaraú (28°C), a mortalidade total foi observada após 56 horas. Essas diferenças foram significativas com $p < 0,01$ para praticamente todas as classes de comprimento (Tabelas VI-4 e VII-4). Os resultados indicam que a contaminação bacteriológica provavelmente afeta a resistência dos organismos quanto a este aspecto. Comparando-se as exposições nos dois experimentos e as diversas classes de comprimento testadas (Tabelas VIII-4 e IX-4), verifica-se não haver diferenças significativas quanto à resistência à exposição ao ar, com relação às temperaturas testadas e com relação às diferentes classes de comprimento, com exceção das classes

de comprimento de 20 mm (ambos os locais) e 30 mm (Guaraú), que demonstraram possuir maior resistência à exposição ao ar sob baixas temperaturas.

TABELA II-4

***Perna perna*: Mortalidade (%) de mexilhões provenientes de Urubuqueçaba e submetidos à exposição ao ar, no Experimento 1 (temperatura do ar = 28°C).
Número de indivíduos para cada classe de comprimento: 50**

Classes de comprimento	Tempo (horas)					TM 50 (h)
	24	32	40	48	56	
Menor que 20 mm	14	48	100	100	100	31,25
21 – 30 mm	22	54	100	100	100	30,20
31 – 40 mm	6	32	80	100	100	33,31
41 – 50 mm	8	36	68	100	100	33,13

TABELA III-4

***Perna perna*: Mortalidade (%) de mexilhões provenientes de Urubuqueçaba e submetidos à exposição ao ar, no Experimento 2 (temperatura do ar = 19°C).
Número de indivíduos para cada classe de comprimento: 50**

Classes de comprimento	Tempo (horas)					TM 50 (h)
	24	32	40	48	56	
Menor que 20 mm	0	36	62	78	100	36,73
21 – 30 mm	4	44	84	96	100	32,93
31 – 40 mm	4	44	88	98	100	32,64
41 – 50 mm	6	44	82	92	100	33,27

TABELA IV-4

***Perna perna*: Mortalidade (%) de mexilhões provenientes de Guaraú e submetidos à exposição ao ar, no Experimento 1 (temperatura do ar = 28°C).
Número de indivíduos para cada classe de comprimento: 50**

Classes de comprimento	Tempo (horas)					TM 50 (h)
	24	32	40	48	56	
Menor que 20 mm	2	34	96	100	100	33,05
21 – 30 mm	0	2	48	94	100	39,98
31 – 40 mm	4	12	46	96	100	39,12
41 – 50 mm	4	14	40	96	100	39,43

TABELA V-4

***Perna perna*: Mortalidade (%) de mexilhões provenientes de Guaraú e submetidos à exposição ao ar, no Experimento 2 (temperatura do ar = 19°C).
Número de indivíduos para cada classe de comprimento: 50**

Classes de comprimento	Tempo (horas)						TM 50 (h)
	24	32	40	48	56	64	
Menor que 20 mm	0	10	32	62	84	100	43,69
21 – 30 mm	0	8	36	60	88	100	43,49
31 – 40 mm	8	24	52	80	94	100	38,53
41 – 50 mm	0	8	46	68	92	100	41,90

TABELA VI-4

***Perna perna*: Comparação estatística entre as tolerâncias médias (TM 50) de mexilhões provenientes de ambos os locais de estudo (Urubuqueçaba e Guaraú), submetidos à exposição ao ar à temperatura de 28°C. (*) = $p < 0,05$; (**) = $p < 0,01$**

Classes de comprimento	Tolerância média (h)		Indicadores estatísticos		
	Urubuqueçaba	Guaraú	P	T	GL
Menor que 20 mm	31,21 $\pm$ 1,13	32,96 $\pm$ 0,86	0,018*	- 2,95	8
21 – 30 mm	30,22 $\pm$ 1,36	39,95 $\pm$ 0,90	0,000**	- 11,10	8
31 – 40 mm	34,12 $\pm$ 1,12	39,07 $\pm$ 1,13	0,004**	- 3,92	8
41 – 50 mm	34,59 $\pm$ 1,28	39,37 $\pm$ 1,16	0,005**	- 3,77	8

TABELA VII-4

***Perna perna*: Comparação estatística entre as tolerâncias médias (TM 50) de mexilhões provenientes de ambos os locais de estudo (Urubuqueçaba e Guaraú), submetidos à exposição ao ar à temperatura de 19°C.
(*) = $p < 0,05$; (**) = $p < 0,01$**

Classes de comprimento	Tolerância média (h)		Indicadores estatísticos		
	Urubuqueçaba	Guaraú	P	t	GL
Menor que 20 mm	36,58 $\pm$ 1,24	43,67 $\pm$ 1,34	0,006**	- 3,73	8
21 – 30 mm	32,87 $\pm$ 1,05	43,43 $\pm$ 1,30	0,000**	- 5,58	8
31 – 40 mm	32,53 $\pm$ 1,01	38,38 $\pm$ 1,50	0,010*	- 3,37	8
41 – 50 mm	33,02 $\pm$ 1,15	41,75 $\pm$ 1,24	0,008**	- 3,51	8

TABELA VIII-4

***Perna perna*: Comparação estatística entre as tolerâncias médias (TM 50) de mexilhões provenientes de Urubuqueçaba, submetidos à exposição ao ar, com relação às diferentes temperaturas e às diferentes classes de comprimento. (*) = $p < 0,05$; (**) = $p < 0,01$**

Temperaturas	28°C	19°C	Entre temperaturas		
Classes de comprimento	TM 50 (h)	TM 50 (h)	P	T	GL
Menor que 20 mm	31,21 ± 1,13	36,58 ± 1,24	0,012 *	-3,21	8
21 - 30 mm	30,22 ± 1,36	32,87 ± 1,05	0,136 ^{ns}	-1,66	8
31 - 40 mm	34,12 ± 1,12	32,53 ± 1,01	0,705 ^{ns}	0,39	8
41 - 50 mm	34,59 ± 1,28	33,02 ± 1,15	0,954 ^{ns}	-0,06	8
ANOVA (entre classes) P= 0,148 ^{ns} F= 2,15 P= 0,281 ^{ns} F= 1,44					

TABELA IX-4

***Perna perna*: Comparação estatística entre as tolerâncias médias (TM 50) de mexilhões provenientes de Guaraú, submetidos à exposição ao ar, com relação às diferentes temperaturas e às diferentes classes de comprimento. (*) = $p < 0,05$; (**) = $p < 0,01$**

Temperaturas	28°C	19°C	Entre temperaturas		
Classes de comprimento	TM 50 (h)	TM 50 (h)	P	T	GL
Menor que 20 mm	32,96 ± 0,86	43,67 ± 1,34	0,000**	-10,94	8
21 - 30 mm	39,95 ± 0,90	43,43 ± 1,30	0,026 *	-2,74	8
31 - 40 mm	39,07 ± 1,13	38,38 ± 1,50	0,712 ^{ns}	0,38	8
41 - 50 mm	39,37 ± 1,16	41,75 ± 1,24	0,207 ^{ns}	-1,37	8
ANOVA (entre classes) P=0,000** F= 57,17 P= 0,067 ^{ns} F= 3,11					

A resistência à exposição ao ar foi maior do que a relatada pela literatura para a espécie *Mytilus edulis*. ANDREU (1976) informa que mexilhões dessa espécie, na Espanha, resistem de 24 a 36 horas fora da água. No presente experimento, as primeiras mortes começaram a ocorrer após 32 horas de exposição, sendo que em algumas amostras, os animais permaneceram vivos mesmo após 48 horas e até 56 horas.

Alguns autores relatam também que a baixa tolerância de mexilhões à anoxia demonstra ser uma resposta sensível ao estresse causado pela poluição química em mexilhões. EERTMAN *et al.* (1993) relataram que a sobrevivência de mexilhões *M. edulis*, durante a exposição ao ar, foi menor em indivíduos expostos por três semanas em laboratório, à contaminação por compostos PCB, quando comparada a indivíduos

mantidos durante o mesmo tempo em aquários sem contaminação. Em outro trabalho, DE ZWAAN; CORTESI & CATTANI (1995) verificaram que a acumulação de cádmio nos tecidos reduz a tolerância de *M. edulis* às condições de anoxia. No entanto, não foram encontrados, na literatura revisada, relatos sobre a influência da contaminação bacteriológica sobre a resistência dos animais a fatores físicos externos.

De um modo geral, os resultados obtidos permitem supor que existe relação entre a contaminação bacteriológica de mexilhões *Perna perna* e uma menor resistência dessa espécie a alguns fatores abióticos, tais como a exposição ao ar. Tornam-se necessários agora estudos sobre os efeitos da contaminação sobre os processos fisiológicos dos mexilhões, que possam confirmar e explicar as causas da queda de resistência dos mesmos. Outro fator que também pode estar afetando essa maior resistência, seriam as condições oceanográficas e geográficas de abrigo distintas dos dois bancos.

A menor resistência de animais provenientes de locais contaminados bacteriologicamente pode ser mais um fator de desestímulo à exploração comercial dos bancos naturais ou mesmo a implantação de cultivos comerciais nesses locais. Conquanto os níveis de contaminação observados neste trabalho se encontrem muito aquém do máximo permitido pela legislação para o consumo humano, os mesmos parecem ser suficientes para tornar os animais mais susceptíveis às variações ambientais abióticas. A menor resistência à exposição ao ar, por exemplo, pode comprometer o transporte dos animais, uma vez que a maior parte da produção é comercializada viva, com as valvas ainda cerradas.

CONCLUSÕES

As análises microbiológicas mostraram a existência de uma maior ocorrência de coliformes totais e fecais em Urubuqueçaba do que em Guaraú.

Mexilhões provenientes de Urubuqueçaba apresentaram menor resistência à exposição ao ar, do que animais provenientes de Guaraú, o que pode estar relacionado, entre outros fatores, com a maior contaminação bacteriológica existente naquele local e com as condições oceanográficas e geográficas distintas de abrigo dos dois bancos.

Mexilhões pertencentes à classe de comprimento inferior a 20 mm apresentam maior resistência à exposição ao ar sob temperaturas de 19°C do que sob 28°C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION.. Toxicity test procedures using mollusks. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Clesceri, L.S.; Greenberg, A.E. and Trussel, R.R. (ed.), 17^a. ed., Port City Press, Baltimore, p. 8.73-8.80, (1989).
- ANDREU, B.. El cultivo de mejillón en Europa. **Seminários de Biologia Marinha**, (2) São Sebastião, dez.1975, Anais, p. 1-43, (1976).
- BABARRO, J.M.F. & DE ZWAAN, A.. Influence of abiotic factors on bacterial proliferation and anoxic survival of the sea mussel *Mytilus edulis* L. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **273** (1): 33-49, (2002).
- DE ZWAAN, A.; CORTESI, P. & CATTANI, O.. Resistance of bivalves to anoxia as a response to pollution-induced environmental stress. **Environmental Toxicology: Hazards to the environment and man in the Mediterranean region**. Vittozzi, L. (ed.), *Sci. Total Environ.* vol. 171 (1-3): 121-125, (1995).
- DE ZWAAN, A. & EERTMAN, R.H.M.. Anoxic or aerial survival of bivalves and other euryoxic invertebrates as a useful response to environmental stress – A comprehensive review. **Comp. Biochem. Physiol.** **113** (2): 299-312, (1996).
- EERTMAN, R.H.M.; WAGENVOORT, A.J.; HUMMEL, H. & SMAAL, A.C.. “Survival in air” of the blue mussel *Mytilus edulis* L. as a sensitive response to pollution-induced environmental stress. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, **170**(2): 179-195, (1993).
- F.D.A.. **Bacteriological Analytical Manual**. A.O.A.C. International, 7th edition, 529 p., Arlington, EUA. (1992).

- HAMILTON, M.A.; RUSSO, R.C. & THURSTON, R.U.. Trimmed spearman-kärber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. **Environm. Sci. Technol.** **11**(7): 714 -719, (1977).
- HENRIQUES, M.B., PEREIRA, O.M., ZAMARIOLLI, L.A. & FAUSTINO, J.S.. Contaminação bacteriológica no tecido mole do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) coletado nos bancos naturais do litoral da Baixada Santista. **Arquivos de Ciências do Mar, UFCE – LABOMAR**, Fortaleza, v. 33, p.69-76, (2000).
- MARQUES, H.L.A.. **Criação comercial de mexilhões**. Ed. Nobel, São Paulo, 108 p., (1998).
- MARSDEN, I.D. & WEATHERHEAD, M.A.. Effects of aerial exposure on oxygen consumption by the New Zealand mussel *Perna canaliculus* (Gmelin, 1791) from an intertidal habitat. **J. Exp. Mar. Biology and Ecology**, **230** (1): 15-29, (1998).
- PIMENTEL GOMES, F.. **Curso de Estatística Experimental**. 10º ed. Piracicaba -SP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 430 p., (1982).
- SALOMÃO, L.C.; MAGALHÃES, A.R.M. & LUNETTA, J.E.. Influência da salinidade na sobrevivência de *Perna perna* (Mollusca: Bivalvia). **Bol. Fisiol. Animal Univ. São Paulo**, São Paulo, 4: 143-152, (1980).
- ZUIM, S.M.F. & MENDES, E.G.. Sobrevivência do bivalve *Perna perna* em diferentes temperaturas. **Anais da Reunião Anual da SBPC**, **29**, São Paulo, p.672, (1977).

CAPÍTULO V

CICLO REPRODUTIVO E INFESTAÇÃO PARASITÁRIA DE MEXILHÕES *PERNA PERNA* (LINNAEUS, 1758)

Reproductive cycle and parasitarian infestation of *Perna perna*
(Linnaeus, 1758) mussels

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar o ciclo reprodutivo e a infestação parasitária de mexilhões *Perna perna* provenientes da Ilha Urubuqueçaba, Baía de Santos, SP, local mais abrigado e historicamente com maior contaminação bacteriológica e Praia de Guaraú, início da Estação Ecológica Juréia-Itatins, município de Peruíbe, SP, local menos abrigado e isento de contaminação. Coletaram-se mensalmente, de cada local, 40 mexilhões com tamanho superior a 40 mm no período de outubro de 2000 a setembro de 2001. Registraram-se dados de biometria, proporção sexual, índice de condição, estágio de maturação gonadal e infestação parasitária. Verificou-se que os animais reproduzem o ano todo, com picos variáveis ao longo do ano. Os picos de desova ocorreram nos meses de janeiro-fevereiro (verão), maio (outono) e julho-agosto (inverno) para os mexilhões de Guaraú, e em setembro (primavera) e janeiro (verão) para os de Urubuqueçaba. Em Urubuqueçaba, a frequência de animais cheios (repleção total e parcial das gônadas) foi superior à de Guaraú, resultando num índice de condição (I.C.) mais elevado. Em Guaraú, ocorreram vários

picos de desova ao longo do ano, conferindo aos animais um I.C. menor. Constatou-se a ocorrência de parasitismo pelo trematóide *Bucephalus* sp., sendo que a infestação foi maior nos mexilhões provenientes de Urubuqueçaba, local mais abrigado e sujeito à contaminação bacteriológica. A incidência de parasitismo variou também em função da época do ano. A maior ocorrência de animais parasitados foi na primavera, outono e inverno para os mexilhões de Urubuqueçaba e outono e inverno para os de Guaraú, coincidindo com épocas de temperaturas mais amenas e de menor pluviosidade.

Palavras-chave: ciclo reprodutivo, parasitismo, mexilhão *Perna perna*, índice de condição

ABSTRACT

This research aims at studying the reproductive cycle and the parasitarian infestation of *Perna perna* mussels from: Urubuqueçaba Island, (Santos – SP), a sheltered site subjected to bacteriological pollution and Guaraú Beach, (Peruíbe – SP), an open sea, bacterial contamination free site. This study was conducted from October 2000 to September 2001. Biometric data, sex ratio, condition index, gonadal stages and parasitarian infestation data were recorded. The reproduction occurs during all year, but spawning peaks happen in January-February (Summer), May (Autumn) and July-August (Winter) to the mussels from Guaraú, and in September (Spring) and January (Summer) to the mussels from Urubuqueçaba. In this place, the mussels condition index was higher than in Guaraú, where many spawning peaks occur along the year. Occurrence of trematode *Bucephalus* sp. was registered in animals from both stations, but the infestation was higher in mussels from Urubuqueçaba, where there is bacteriological contamination. The incidence of parasitism varied seasonally. The highest infestation occurred in Spring, Autumn and Winter to the mussels from Urubuqueçaba and in Autumn and Winter to those from Guaraú, probably due to the lower temperatures and rainfall along this period.

Key words: reproductive cycle, parasitism, mussel *Perna perna*, condition index

INTRODUÇÃO

A grande maioria dos mexilhões da espécie *Perna perna*, comercializados no Brasil, são oriundos de bancos naturais. Na última década a mitilicultura vem se expandindo, com reflexos positivos na economia regional. No entanto, um dos principais entraves à consolidação dessa atividade é a obtenção de sementes, que são extraídas dos bancos naturais para dar início aos cultivos.

A maior desvantagem do processo de extração reside na dificuldade cada vez maior de se encontrar bancos naturais com sementes em abundância, já que os mesmos se encontram super explorados, principalmente aqueles de fácil acesso. Em alguns locais, como no litoral da região de Cabo Frio (RJ), a recuperação dos bancos é muito rápida, devido às condições ambientais favoráveis, principalmente em função do fenômeno da ressurgência que, fornecendo maior quantidade de alimento, permite que os mexilhões, tanto sementes como indivíduos adultos, sejam extraídos em grandes quantidades (FERNANDES, 1981). Porém, essa não é a situação para as condições da Baía de Santos, onde observa-se uma taxa de renovação bem menor de seus bancos. A raspagem desses bancos acarreta um forte impacto ambiental, pois, junto com os mexilhões, são extraídas outras espécies, tanto animais como vegetais, essenciais para a manutenção do equilíbrio de ecossistemas rochosos.

O estudo do ciclo reprodutivo é de fundamental importância para definir os picos de desova para repovoamento dos bancos e para determinação das épocas mais adequadas para o lançamento dos coletores comerciais de sementes. Conhecer a influência da contaminação orgânica e inorgânica sobre aspectos fisiológicos do animal, como a reprodução, é um outro item essencial para determinar o impacto antrópico sobre as populações naturais de mitilídeos e subsidiar ações que permitam salvaguardar os bancos naturais, para que estes possam recompor-se, garantido sua conservação.

O objetivo deste trabalho foi estudar o ciclo reprodutivo e a infestação parasitária de duas populações de mexilhões oriundas de duas localidades com características ambientais distintas: Ilha Urubuqueçaba, situada na Baía de Santos, local mais abrigado, com maior contaminação bacteriológica, e praia de Guaraú, situada no início da Estação Ecológica Juréia-Itatins, município de Peruíbe, área isenta de contaminação e mais exposta à ação de ondas, conforme o trabalho de HENRIQUES *et al.* (2000).

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foram coletados 40 mexilhões (*Perna perna*) adultos (tamanho superior a 40 mm) de cada local (Urubuqueçaba e Guaraú), mensalmente, no período de outubro de 2000 a setembro de 2001.

Os animais foram levados ao Laboratório do Núcleo de Maricultura do Instituto de Pesca, em Santos, onde suas valvas foram limpas de todo o material incrustante.

Os mexilhões foram medidos em seu comprimento (maior distância entre o umbo e a extremidade posterior), altura e largura (MARQUES & LIMA PEREIRA, 1988), utilizando-se um paquímetro de legibilidade 0,05 mm. A seguir, os animais foram pesados individualmente em balança eletrônica digital, de precisão 0,1 g, determinando-se o peso vivo total de cada indivíduo.

Posteriormente, as valvas foram abertas para determinação do sexo, da porcentagem de indivíduos parasitados e dos estádios gonadais. Para tanto, os mexilhões foram abertos pela secção do músculo adutor, através de um bisturi inserido entre as valvas. Em seguida, foram examinadas sob microscópio estereoscópico para observação do aspecto das gônadas e diagnóstico do sexo. Para a definição dos sexos utilizou-se a seguinte nomenclatura: M - machos; F - fêmeas; I - indefinidos (indivíduos nos quais não foi possível identificar o sexo, por estarem com as gônadas completamente esgotadas ou por estarem infestados por *Bucephalus* sp.). As frequências mensais de machos e fêmeas em cada estação de coleta e ao longo do ano foram analisadas através do teste de X^2 (qui-quadrado) (PIMENTEL GOMES, 1982).

Para determinação do estágio de maturação sexual, de cada indivíduo, utilizou-se a classificação empregada por LUNETTA (1969). Os estádios I (imaturo) e II (em maturação) não foram considerados neste trabalho, pois as amostragens só abrangeram animais adultos, permitindo avaliar apenas os estádios IIIA (repleção total dos folículos), IIIB (esgotamento parcial ou total dos folículos) e IIIC (restauração das gônadas).

A identificação de animais parasitados foi feita baseando-se nas descrições de FERNANDES (1981) e MAGALHÃES (1998) para os parasitas mais comuns de *P. perna*. Os parasitas *Polydora* sp. (poliqueta) e *Pinnotheres* sp. (Brachyura) são

identificados macroscopicamente, ao passo que o trematóide *Bucephalus* sp. necessita de observação sob microscópio estereoscópico para confirmação da infestação. As frequências de ocorrência de animais parasitados em Urubuqueçaba e Guaraú nas quatro estações do ano (primavera, verão, outono e inverno) foram analisadas pelo teste de X^2 (qui-quadrado) (PIMENTEL GOMES, 1982).

Em animais onde haviam dúvidas quanto ao sexo, estágio gonadal e presença de parasitas, foram retiradas pequenas amostras das gônadas e fixadas em líquido de Bouin. Após a fixação, procedeu-se a lavagem em álcool 70%, onde as amostras permaneceram até o processamento do material. As amostras foram incluídas em historresina (GMA-glicol metacrilato) LKB. Cortes de 3 μ m foram efetuados em ultramicrotomo Reichert Jung modelo Super Cut 2050, utilizando-se navalhas de vidro. As lâminas foram coradas com hematoxilina de Harris e eosina (HE), para posterior análise sob microscópio óptico. Se mesmo após o exame persistia a dúvida quanto ao sexo, o animal era classificado como de sexo indeterminado. As lâminas foram fotografadas em microscópio Leica DMLS, utilizando-se uma câmera Leica DC100. Os aumentos citados nas legendas das figuras referem-se ao aumento da ocular multiplicada pelo da objetiva.

Uma vez realizada a determinação do sexo, do estágio de maturação gonadal e da infestação parasitária, as partes moles dos animais abertos foram colocadas sobre papel de filtro absorvente por cerca de 45 minutos, até que todo o líquido intervalvar escorresse por percolação (PILAR AGUIRRE, 1979). A seguir, os tecidos foram pesados para o cálculo do índice de condição (I.C.), empregando-se a metodologia sugerida por BAIRD (1958), através da fórmula:

$$\text{I.C.} = \text{Peso dos tecidos} / \text{Peso total do animal vivo}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Biometria e proporção sexual

O comprimento dos mexilhões coletados em Urubuqueçaba variou entre 25,3 e 88,5 mm e o peso total entre 4,39 e 50,39 g, ao passo que dos coletados em Guaraú o comprimento variou entre 21,3 e 63,2 mm e o peso total entre 3,95 e 20,83 g. Os valores das variáveis biométricas analisadas encontram-se nas Tabelas I-5 e II-5. Verificou-se que a frequência de animais com comprimento superior a 50 mm, considerado tamanho comercial, foi maior em Urubuqueçaba (69,6%) do que em Guaraú (19,4%).

Em ambos locais de coleta, houve a predominância de machos. Do total de mexilhões coletados em Urubuqueçaba ao longo do ano, 60,2 % eram machos e 38,3 % fêmeas (Tabela III-5). Em Guaraú, a porcentagem de machos e fêmeas foi de 53,7 % e 44,2 %, respectivamente (Tabela IV-5). A proporção de machos e fêmeas foi de 1,57:1 em Urubuqueçaba e 1,22:1 em Guaraú.

Analisando-se as Tabelas III-5 e IV-5, verifica-se que em Urubuqueçaba, do total de animais amostrados ao longo do ano, o número de machos foi significativamente superior ao de fêmeas ($p < 0,01$), enquanto em Guaraú, foi significativamente superior apenas para $p < 0,05$, analisados pelo teste de X^2 . No entanto, ao comparar mês a mês, verifica-se que na maioria dos meses, para ambas as estações de coleta, não houve diferença significativa na ocorrência de machos e fêmeas, com exceção dos meses de janeiro, março e agosto de 2001 para os mexilhões oriundos da estação de Urubuqueçaba, em que o número de machos foi significativamente superior ao de fêmeas. Nesses meses, a frequência relativa de machos chegou a 92,5, 95,0 e 67,5% respectivamente, fato esse que deve ser atribuído ao acaso durante a amostragem, já que não ocorreram fatores que justificassem essa predominância.

MAGALHÃES (1998) observou que a proporção sexual variou em 3 locais de coleta, havendo predominância de machos em área de cultivo (1,21:1) e em costa batida (1,08:1), e de fêmeas em costa abrigada (0,88:1), embora as diferenças observadas não tenham sido significativas, mostrando apenas uma tendência. Considerando-se o total de animais amostrados, a autora verificou que a razão sexual foi de $1,03 \pm 0,18$. ALFARO; JEFFS & HOOKER (2001) trabalhando com o mexilhão *Perna canaliculus*, obtiveram

uma proporção sexual de 1:1 em todas as classes de tamanho estudadas, tendo sido encontrado apenas um indivíduo hermafrodita.

No presente trabalho, a maior proporção de machos encontrada em 3 meses de coleta deve-se, provavelmente, a fatores aleatórios, uma vez que *P. perna* é uma espécie caracteristicamente dióica, sendo raros os casos de hermafroditismo. Nos demais meses a proporção de machos e fêmeas foi estatisticamente igual. Nenhum exemplar hermafrodita foi encontrado durante as coletas.

TABELA I-5

***Perna perna*: Valores das variáveis biométricas de exemplares coletados em Urubueçaba no período de outubro de 2000 a setembro de 2001**

Variável	Valor*	Out/00	Nov/00	Dez/00	Jan/01	Fev/01	Mar/01	Abr/01	Mai/01	Jun/01	Jul/01	Ago/01	Set/01
Comprimento das Valvas (mm)	Médio	41,8	59,9	58,6	54,5	52,5	45,5	54,2	57,4	61,4	57,3	51,4	43,3
	s	1,77	8,12	5,70	5,47	6,52	5,30	3,45	4,37	6,25	5,20	8,91	5,24
	Máximo	46,6	82,0	72,0	71,8	64,6	61,3	60,4	67,9	88,5	69,0	65,1	56,9
	Mínimo	38,5	48,7	49,1	45,5	41,2	39,2	45,3	40,1	51,8	44,8	25,3	32,2
Altura das Valvas (mm)	Médio	20,2	29,1	28,6	26,2	25,0	21,8	24,7	25,8	29,3	27,1	25,4	21,6
	s	1,49	2,67	2,65	2,55	2,83	1,94	2,27	2,80	2,47	2,24	2,76	2,02
	Máximo	22,8	35,6	35,7	37,0	31,0	26,6	28,1	29,3	39,3	32,9	30,1	27,7
	Mínimo	16,0	25,0	24,5	21,7	20,3	19,3	15,8	15,4	26,2	23,1	15,1	17,7
Largura das Valvas (mm)	Médio	16,1	22,5	21,7	20,2	19,0	17,2	18,4	20,3	21,8	20,2	19,4	16,3
	s	1,61	3,40	3,02	2,25	3,04	2,64	1,32	2,05	2,31	1,44	2,22	1,58
	Máximo	18,8	34,0	34,0	24,4	26,8	23,1	21,2	29,2	30,4	23,5	26,0	20,4
	Mínimo	13,1	16,5	17,0	15,6	14,3	12,9	15,9	16,9	17,3	16,8	14,8	13,5
Peso Total (g)	Médio	7,33	20,94	17,60	14,37	13,57	9,66	12,81	15,47	19,59	15,32	12,86	8,47
	s	1,38	8,84	5,34	4,31	4,95	3,29	2,42	3,82	6,74	3,40	3,22	2,90
	Máximo	11,99	48,37	36,42	31,51	25,38	17,96	17,90	30,11	50,39	24,21	20,94	17,85
	Mínimo	5,44	10,38	9,91	8,60	6,42	4,39	8,80	8,57	11,88	8,61	6,09	10,07
Peso dos Tecidos (g)	Médio	1,97	5,32	5,73	3,26	4,11	2,53	4,38	4,16	4,67	3,94	3,15	1,47
	s	0,48	2,22	1,87	1,08	1,40	0,86	0,96	1,00	1,77	0,88	0,95	0,49
	Máximo	2,98	12,94	12,51	8,10	9,10	4,52	6,56	6,44	12,56	5,90	6,26	3,11
	Mínimo	1,14	2,09	2,87	1,88	1,82	1,24	2,88	2,59	2,51	2,27	1,78	0,63
Peso das Valvas (g)	Médio	3,58	10,17	7,42	6,57	6,52	4,93	5,92	7,15	8,92	6,87	6,41	4,12
	s	0,69	4,75	2,31	1,84	2,47	1,83	0,84	1,74	3,44	1,22	1,61	1,10
	Máximo	5,90	25,47	14,30	12,81	12,17	9,41	8,05	13,93	25,83	9,36	10,77	7,41
	Mínimo	2,55	4,54	2,23	3,38	3,08	2,37	4,42	4,20	5,55	4,55	3,28	2,61

* n = 40 indivíduos

TABELA II-5

Perna perna: Valores das variáveis biométricas de exemplares coletados em Guaraú no período de outubro de 2000 a setembro de 2001.

Variável	Valor*	Out/00	Nov/00	Dez/00	Jan/01	Fev/01	Mar/01	Abr/01	Mai/01	Jun/01	Jul/01	Ago/01	Set/01
Comprimento das Valvas (mm)	Médio	50,3	42,8	50,1	43,0	41,4	49,1	49,6	44,7	47,2	43,1	46,8	45,1
	s	4,32	2,79	4,26	4,23	4,57	3,83	4,92	3,51	6,69	2,75	4,43	3,49
	Máximo	61,5	53,7	58,9	53,6	55,0	58,6	55,1	54,0	63,2	52,5	58,9	52,9
	Mínimo	43,1	38,6	43,3	36,9	31,3	40,0	24,9	40,0	21,3	39,9	40,4	37,4
Altura das Valvas (mm)	Médio	23,8	20,7	23,7	19,8	20,1	21,9	22,8	19,9	21,8	19,8	20,9	21,0
	s	1,88	1,41	2,00	1,83	2,14	1,79	1,58	1,53	1,57	1,39	1,82	1,37
	Máximo	27,9	23,7	28,2	24,8	24,7	26,6	25,3	22,91	26,1	24,1	24,7	24,3
	Mínimo	19,4	17,9	19,9	17,6	16,6	18,8	18,3	17,0	18,8	17,6	17,0	17,5
Largura das Valvas (mm)	Médio	19,1	16,8	20,0	14,9	15,8	17,3	18,8	16,4	17,4	16,7	18,4	17,1
	s	1,53	1,77	2,10	2,42	2,38	1,38	1,59	1,32	1,52	1,58	1,92	1,37
	Máximo	23,6	21,2	26,2	20,3	21,5	20,3	22,0	20,3	22,5	21,1	22,9	19,8
	Mínimo	16,2	13,3	15,8	12,1	12,8	15,5	15,1	14,0	14,9	14,0	15,7	14,2
Peso Total (g)	Médio	11,92	7,84	12,62	7,15	7,14	9,10	11,45	7,63	9,89	7,57	9,69	7,82
	s	2,71	1,58	3,07	2,78	2,84	2,32	2,27	1,77	2,51	1,90	2,64	1,58
	Máximo	19,27	14,01	20,83	15,58	17,17	14,28	15,57	11,91	18,67	13,74	15,25	11,36
	Mínimo	8,13	4,14	8,11	4,11	3,95	4,54	6,43	5,01	6,82	4,69	5,14	4,85
Peso dos Tecidos (g)	Médio	2,93	1,79	3,53	1,59	1,66	2,81	2,78	1,42	1,96	1,55	1,72	1,67
	s	0,88	0,49	1,08	0,67	0,71	0,73	0,68	0,32	0,50	0,43	0,54	0,35
	Máximo	5,62	2,97	6,30	3,35	4,31	4,76	4,04	2,52	3,77	3,05	3,21	2,54
	Mínimo	1,57	0,89	1,77	0,53	0,89	1,70	1,53	0,97	1,16	0,96	0,59	0,98
Peso das Valvas (g)	Médio	5,22	3,55	5,36	3,18	3,26	4,72	5,59	3,45	4,61	3,43	4,44	3,58
	s	1,15	0,80	1,32	1,34	1,24	1,02	1,00	0,71	1,16	0,92	1,23	0,67
	Máximo	8,57	6,46	8,56	6,92	7,09	7,35	7,68	5,82	8,59	6,24	7,71	5,33
	Mínimo	3,49	2,08	3,36	1,84	1,86	3,09	3,66	2,23	2,88	1,97	2,74	2,34

* n = 40 indivíduos

TABELA III-5

***Perna perna*: Frequência absoluta e relativa de exemplares machos (M), fêmeas (F) e indefinidos (I) coletados em Urubuqueçaba no período de outubro de 2000 a setembro de 2001.**

Mês	M	F	M + F	χ^2	I	Total	%M	%F	%I
Out/00	22	18	40	0,40 _{ns}	0	40	55,0	45,0	0,0
Nov/00	22	18	40	0,40 _{ns}	0	40	55,0	45,0	0,0
Dez/01	26	14	40	3,60 _{ns}	0	40	65,0	35,0	0,0
Jan/01	37	3	40	28,90**	0	40	92,5	7,5	0,0
Fev/01	26	14	40	3,60 _{ns}	0	40	65,0	35,0	0,0
Mar/01	38	2	40	32,40**	0	40	95,0	5,0	0,0
Abr/01	18	20	38	0,11 _{ns}	2	40	45,0	50,0	5,0
Mai/01	20	20	40	0,00 _{ns}	0	40	50,0	50,0	0,0
Jun/01	18	20	38	0,11 _{ns}	2	40	45,0	50,0	5,0
Jul/01	19	21	40	0,10 _{ns}	0	40	47,5	52,5	0,0
Ago/01	27	13	40	4,90*	0	40	67,5	32,5	0,0
Set/01	16	21	37	0,68 _{ns}	3	40	40,0	52,5	7,5
Total	289	184	473	23,31**	7	480	60,2	38,3	1,5

* valores significativos ao nível de 5% de probabilidade

(Teste de χ^2 : G.L = 1; α = 0,05; valor crítico = 3,84)

(Teste de χ^2 : G.L = 1; α = 0,01; valor crítico = 6,64)

TABELA IV-5

***Perna perna* : Frequência absoluta e relativa de exemplares machos (M), fêmeas (F) e indefinidos (I) coletados em Guaraú no período de outubro de 2000 a setembro de 2001.**

Mês	M	F	M + F	χ^2	I	Total	%M	%F	%I
Out/00	16	22	38	0,94 _{ns}	2	40	40,0	55,0	5,0
Nov/00	26	14	40	3,60 _{ns}	0	40	65,0	35,0	0,0
Dez/00	15	25	40	2,50 _{ns}	0	40	37,5	62,5	0,0
Jan/01	24	16	40	1,60 _{ns}	0	40	60,0	40,0	0,0
Fev/01	25	15	40	2,50 _{ns}	0	40	62,5	37,5	0,0
Mar/01	25	15	40	2,50 _{ns}	0	40	62,5	37,5	0,0
Abr/01	21	19	40	0,10 _{ns}	0	40	52,5	47,5	0,0
Mai/01	25	14	39	2,10 _{ns}	1	40	62,5	35,0	2,5
Jun/01	19	18	37	0,03 _{ns}	3	40	47,5	45,0	7,5
Jul/01	23	17	40	0,90 _{ns}	0	40	57,5	42,5	0,0
Ago/01	24	15	39	2,08 _{ns}	1	40	60,0	37,5	2,5
Set/01	15	22	37	1,32 _{ns}	3	40	37,5	55,0	7,5
Total	258	212	470	4,50*	10	480	53,7	44,2	2,1

* valores significativos ao nível de 5% de probabilidade

(Teste de χ^2 : G.L. = 1; α = 0,05; valor crítico = 3,84)

(Teste de χ^2 : G.L = 1; α = 0,01; valor crítico = 6,64)

Índice de condição e ciclo reprodutivo

Os valores do índice de condição (I.C.) variaram, em média entre 0,18 e 0,34 (Tabela V-5). Segundo MARQUES (1998), considera-se um bom índice de condição entre 0,15 e 0,25 (15 a 25% de carne), dependendo do comprimento dos mexilhões, sendo que os melhores índices são alcançados em mexilhões acima de 50 mm e abaixo de 80 mm de comprimento. Verifica-se, pela Tabela V-2, que no presente trabalho os valores de I.C. foram superiores aos de MARQUES (1998), podendo ser considerados excelentes.

Como pode-se observar na Tabela V-5 e na Figura I-5, os valores de I.C. foram, em geral, maiores na Estação Urubuqueçaba. Nesta estação, os valores máximos de I.C. foram encontrados nos meses de dezembro de 2000 e abril de 2001 registrando-se, respectivamente 0,33 e 0,34 e os valores mínimos em janeiro e setembro de 2001 com valores de 0,23 e 0,21, respectivamente. Em Guaraú, os maiores valores de I.C. foram observados em dezembro de 2000 (I.C. = 0,28) e março de 2001 (I.C. = 0,33), ao passo que os menores valores ocorreram nos meses de maio a agosto de 2001 (Tabela V-5).

TABELA V-5

***Perna perna*: Valores nominais do índice de condição (I.C.) a cada mês, para os animais coletados nas Estações Urubuqueçaba e Guaraú.**

Local	Out/00	Nov/00	Dez/01	Jan/01	Fev/01	Mar/01	Abr/01	Mai/01	Jun/01	Jul/01	Ago/01	Set/01
Urub.	0,27	0,26	0,33	0,23	0,31	0,27	0,34	0,27	0,24	0,26	0,25	0,21
Guaraú	0,24	0,23	0,28	0,22	0,23	0,33	0,24	0,19	0,20	0,21	0,18	0,22

O índice de condição variou sazonalmente no período de estudo. A variação mensal do índice de condição nas duas estações de coleta pode ser observada na Figura I-2, em ambas as estações houve uma tendência de maiores valores de I.C. no período de dezembro de 2000 a abril 2001 e menores valores no período de outubro e novembro de 2000 e de maio a setembro de 2001.

MARQUES (1988), trabalhando em Ubatuba (SP), observou maiores índices de condição nos meses de fevereiro-março e julho-agosto. Menores índices foram

observados em abril-maio e setembro-outubro. Segundo este autor, a quantidade de carne dos animais está diretamente relacionada com o estágio de maturação sexual, de maneira que os menores índices são esperados nas épocas de reprodução (outono e primavera), logo após a eliminação dos gamentas.

BENITEZ (1968) constatou os maiores índices de condição para *P. perna* no período de maio a setembro, VÉLEZ (1971) notou os maiores índices em setembro/outubro e também em janeiro/fevereiro. Já ACUÑA (1977) registrou os maiores valores em julho/agosto. MARTINS (1978) encontrou os maiores índices, para a região de Cabo Frio, no início do outono, mês de abril.

Todas essas variações podem estar relacionadas a fatores abióticos, principalmente climáticos, pois pode-se observar variações desse índice no mesmo local, em períodos diferentes, principalmente aqui no Brasil onde as estações do ano são muito semelhantes, não havendo grande variação entre elas.

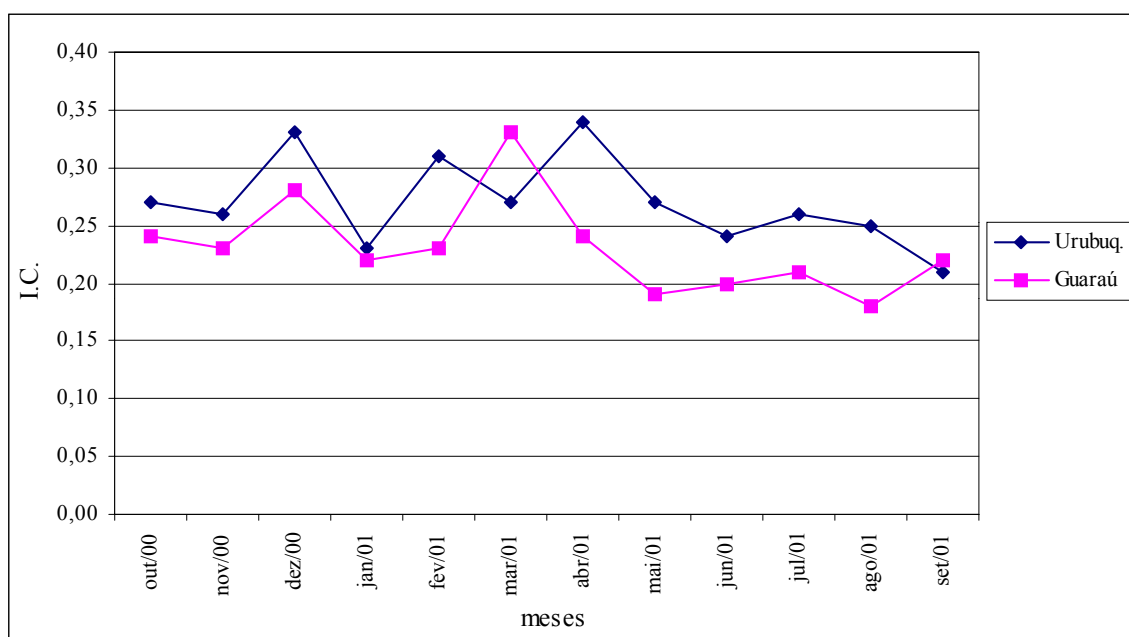


FIGURA I-5

***Perna perna*: Variação mensal do índice de condição (I.C.) dos mexilhões, nas estações Urubuqueçaba (♦) e Guaraú (■) durante o período de outubro de 2000 a setembro de 2001.**

O peso e o volume do tecido mole também estão intimamente associados à reprodução, sendo que pouco antes da mesma todo o manto do animal está repleto de gametas masculinos ou femininos, configurando o estágio III-A de maturação sexual. Nesse estágio, o mexilhão é popularmente chamado de mexilhão *gordo* ou *cheio*, devido à grande quantidade de substâncias de reserva - principalmente glicogênio - que é acumulada juntamente com os gametas. Esse é o ponto em que o animal apresenta seu máximo índice de condição. Em épocas de repouso sexual, quando os mexilhões estão *magros* ou *vazios*, os índices podem chegar a 0,05 (5% de carne) (MARQUES; LIMA PEREIRA & CORREA, 1998).

No presente trabalho verificou-se certa correspondência entre os meses de ocorrência de baixos índices de condição e de final da atividade reprodutiva, aqui representada pela maior frequência relativa de animais pertencentes ao Estádio IIIB, como mostram as Figuras II-5 e III-5. Nesse estágio, as gônadas apresentam-se vazias, concorrendo para um menor peso dos tecidos e, conseqüentemente, do índice de condição.

Em Urubuqueçaba, constatou-se uma maior frequência de animais cheios (repleção total e parcial da gônada), resultando em valores mais elevados do I.C. durante o ano (Figura I-5 e II-5). Em Guaraú, houve vários picos de desova ao longo do ano, o que determinou menores valores de I.C.

Verificou-se a presença de animais maduros (IIIA) em todos os meses do período estudado. Em Urubuqueçaba predominaram animais no estágio IIIA na maioria dos meses, com exceção do mês de setembro, quando a maioria mostrou as gônadas parcialmente ou totalmente vazias (IIIB) (Figura II-5 e Tabela VI-5). Em Guaraú, observou-se uma maior frequência de animais com repleção total dos folículos (IIIA) nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2000 e nos de março, abril, junho e setembro de 2001. Animais com emissão de gametas parcial e total (IIIB) predominaram nos meses de janeiro, fevereiro, maio, julho e agosto de 2001 (Figura III-5 e Tabela VII-5).

Os dados mostram que nos locais estudados, os mexilhões reproduzem praticamente o ano todo, com picos variáveis ao longo do ano. Para Guaraú, esses picos reprodutivos ocorreram nos meses de janeiro-fevereiro (verão), maio (outono) e julho-agosto (fim do inverno). Para Urubuqueçaba verificou-se a existência de um pico reprodutivo em setembro (primavera) e outro menor em janeiro (verão). Esses dados

concordam, em parte, com afirmações de LUNETTA (1969), segundo o qual o ciclo sexual de *P. perna* é praticamente contínuo, com períodos de reprodução mais acentuados no outono (abril, maio, junho) e na primavera (setembro), além de outros, nos quais ocorrem emissões de gametas em menor intensidade. MARQUES; LIMA PEREIRA & CORREA (1992) observaram, além desses, um período de acentuada atividade reprodutiva no verão (janeiro-fevereiro).

MAGALHÃES; FERREIRA & CASAS (1987) observaram no litoral de Florianópolis, Santa Catarina, que a eliminação de gametas de *P. perna* ocorreu quase que totalmente no verão, acontecendo ainda um menor pico na primavera. Já ARAÚJO (1994), registrou a liberação de gametas no decorrer de todo o ano, com picos em abril e dezembro.

As diferenças ocorridas nos períodos reprodutivos entre os dois locais de coleta (Urubuqueçaba e Guaraú) e entre os resultados obtidos por esses autores, provavelmente estão relacionadas às variações das condições abióticas que ocorrem de local para local e mesmo de ano para ano, em um mesmo local, como também foi observado por MARQUES; LIMA PEREIRA & CORREA (1992) para a região de Ubatuba (SP).

TABELA VI-5

***Perna perna* : Número de mexilhões nos estádios de maturação (E. M.)
IIIA, IIIB e IIIC, coletados em Urubuqueçaba no período de
outubro de 2000 a setembro de 2001.**

E.M.	Out/00	Nov/00	Dez/00	Jan/01	Fev/01	Mar/01	Abr/01	Mai/01	Jun/01	Jul/01	Ago/01	Set/01
IIIA	38	40	40	34	40	39	37	32	36	38	36	10
IIIB	0	0	0	6	0	1	0	0	1	1	3	23
IIIC	2	0	0	0	0	0	1	8	1	1	1	4
Total	40	40	40	40	40	40	38	40	38	40	40	37

TABELA VII-5

***Perna perna*: Número de mexilhões nos estádios de maturação (E. M.) IIIA, IIIB e IIIC, coletados em Guaraú no período de outubro de 2000 a setembro de 2001.**

E.M.	Out/00	Nov/00	Dez/00	Jan/01	Fev/01	Mar/01	Abr/01	Mai/01	Jun/01	Jul/01	Ago/01	Set/01
IIIA	38	33	36	9	6	24	32	2	23	12	10	28
IIIB	0	7	3	31	34	16	6	36	14	28	28	9
IIIC	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	1	0
Total	38	40	40	40	40	40	40	39	37	40	39	37

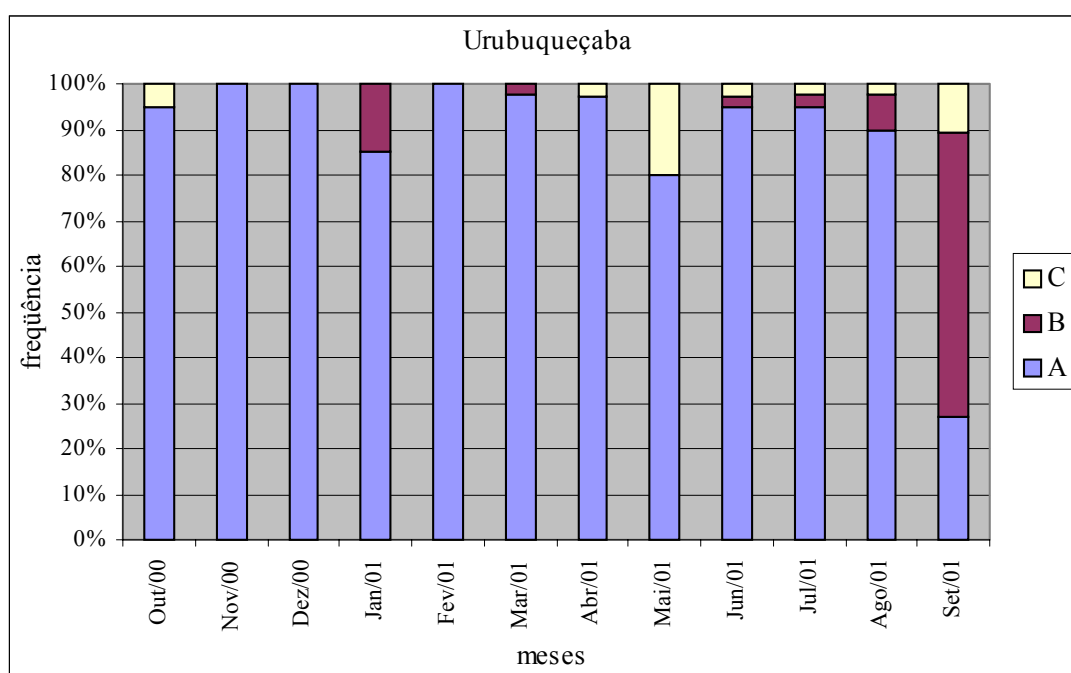


FIGURA II-5

***Perna perna*: Frequência relativa de mexilhões nos estádios de maturação gonadal IIIA, IIIB e IIIC, coletados em Urubuqueçaba.**

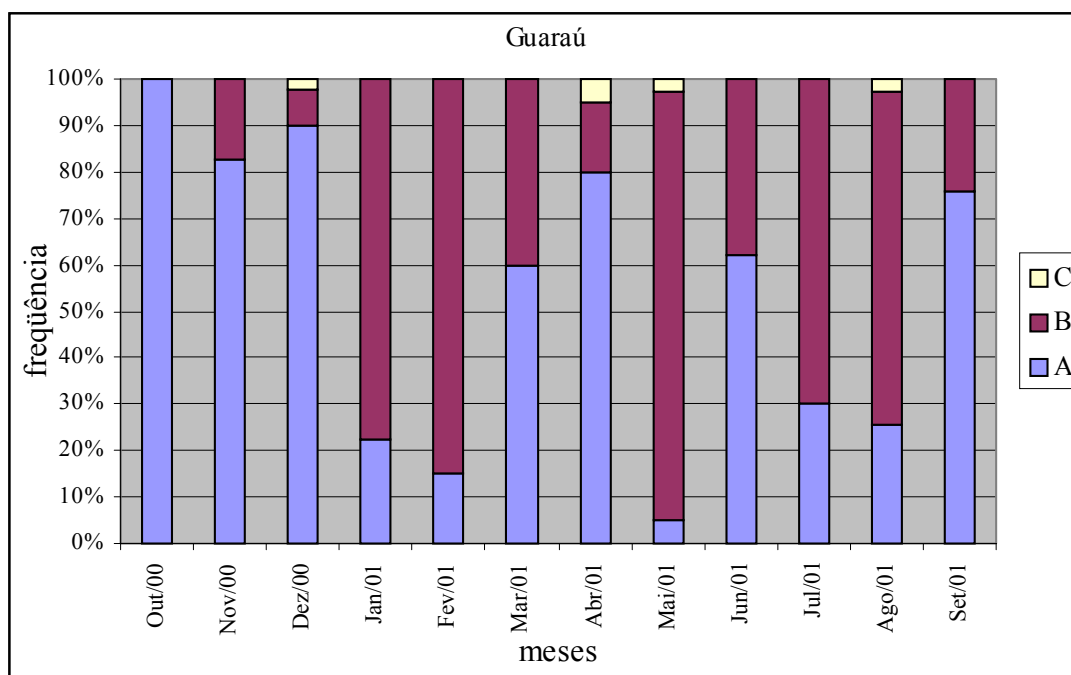


FIGURA III-5

***Perna perna*: Frequência relativa de mexilhões nos estádios de maturação gonadal IIIA, IIIB e IIIC, coletados em Guaraú.**

Descrição histológica dos estádios de maturação sexual

A Figura IV-5 (a) mostra uma visão geral da gônada de um macho no estágio III-C (restauração das gônadas). Nota-se que os ácinos gonádicos apresentam uma forma radial convergindo para o centro, podendo-se observar toda a série de células da linhagem germinativa. Na Figura IV-5 (b) pode-se observar espermatogônias em divisões ativas, numerosos espermátócitos formando uma larga camada da periferia para o centro do ácino, seguido por espermátides e uns poucos espermatozóides no lúmen. Nesta fase o tecido intersticial é, ainda, abundante.

À medida que os animais vão amadurecendo, há repleção da gônada (estádio IIIA) e os ácinos gonádicos tornam-se maiores, com uma fina camada de tecido intersticial. A camada de células germinativas e espermátócitos torna-se mais delgada, podendo-se observar um grande número de espermátides e espermatozóides, convergindo para o centro dos folículos. Numa fase mais avançada, os espermátócitos e espermátides terminam seu desenvolvimento, os ácinos encerram somente

espermatozóides, havendo uma desorganização da forma radial. Nesta fase, os animais respondem intensamente aos estímulos externos que provocam a emissão dos gametas. (LUNETTA, 1969).

No estágio IIIB, ocorre o esvaziamento dos folículos pela enorme emissão de gametas. Podem permanecer, nos folículos, gametas residuais, e; ainda, a ocorrência de pequenos lotes de espermatogônias na borda interna (MAGALHÃES, 1998).

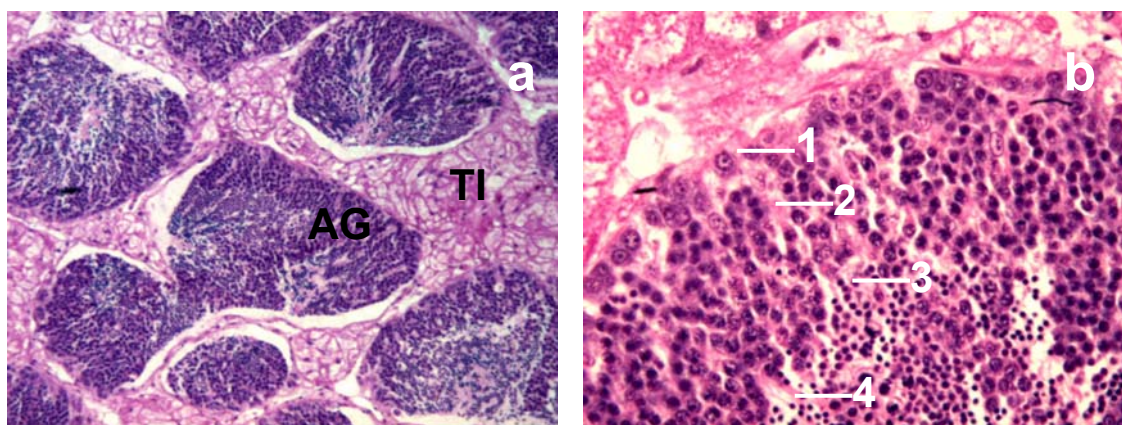


FIGURA IV-5

***Perna perna*: Gônada de um macho no estágio de IIIC (fase de restauração): a – Visão geral da gônada: AG = ácino gonádico; TI = tecido intersticial. Aum.: 100x.; b - Detalhe do ácino gonádico: 1 - espermatogônias; 2 – espermatócitos; 3 – espermátides; 4 - espermatozóides. Aumento: 400x. Coloração: HE.**

A Figura V-5 mostra o aspecto geral de uma gônada feminina de *P. perna* no estágio IIIA (repleção total). Nesta fase, os folículos são grandes e justapostos, com tecido intersticial praticamente inexistente. Aderidas às paredes, podem ser observadas células em vitelogênese e, preenchendo o lúmen, células maduras. Ovogônias e ovócitos em vitelogênese também são encontradas, mas em pequena quantidade.

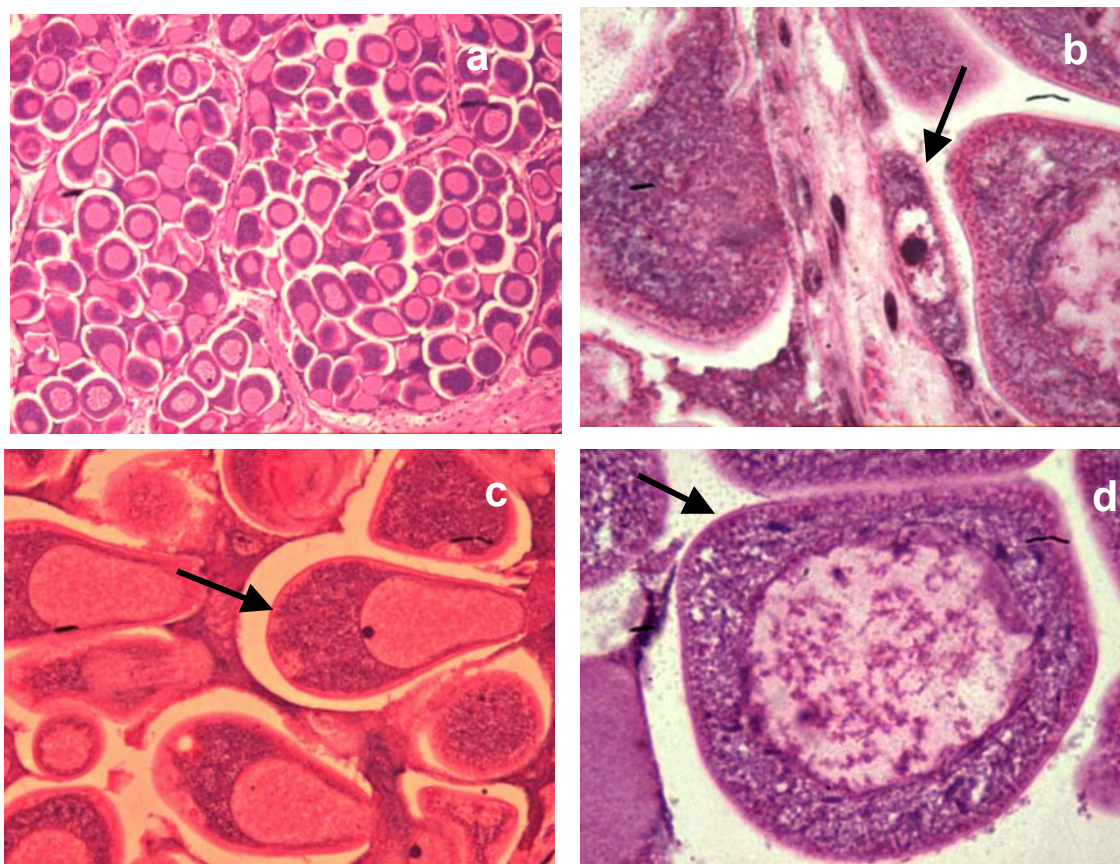


FIGURA V-5

***Perna perna*: Gônada de uma fêmea no estágio IIIA (repleção total dos folículos pelos gametas). a – Visão geral da gônada. Aum. 100x.; b - Detalhe de uma ovogônia. Aum. 1.000x; c – Detalhe de um ovócito em vitelogênese (Aum. 400x); d – Detalhe de um ovócito maduro (Aum. 1.000x). Coloração: HE**

A Figura V-5 evidencia detalhes de ovogônias (a), ovócitos em vitelogêneses (b) e ovócitos maduros (c). Verifica-se que a ovogônia apresenta grande parte de seu contorno aderido à parede folicular, o núcleo é elíptico e o citoplasma intensamente basófilo. À medida que ocorre a gametogênese, o núcleo torna-se maior e esférico, o citoplasma adquire granulosidade e acidofilia, o ovócito cresce, reduzindo sua zona de contato com a parede folicular. Na Figura V-5 (c) pode-se observar um ovócito em vitelogênese em forma de pera, com a extremidade larga e arredondada dirigida para a luz do folículo e a proximal, estreita, aderida à parede folicular. O ovócito maduro encontra-se completamente livre na luz do folículo, o núcleo ocupa o centro da célula e contém grânulos esparsos de cromatina (Figura V-5 (d)).

O estágio IIIB corresponde à fase de esvaziamento dos folículos, com a eliminação dos gametas. Alguns ovócitos residuais podem permanecer nos folículos. A Figura VI-5 mostra uma gônada feminina com o folículo praticamente vazio, contendo apenas alguns gametas maduros e outros em citólise por ação fagocitária dos amebócitos. Na parede do folículo, pode-se observar alguns ovócitos em vitelogênese.

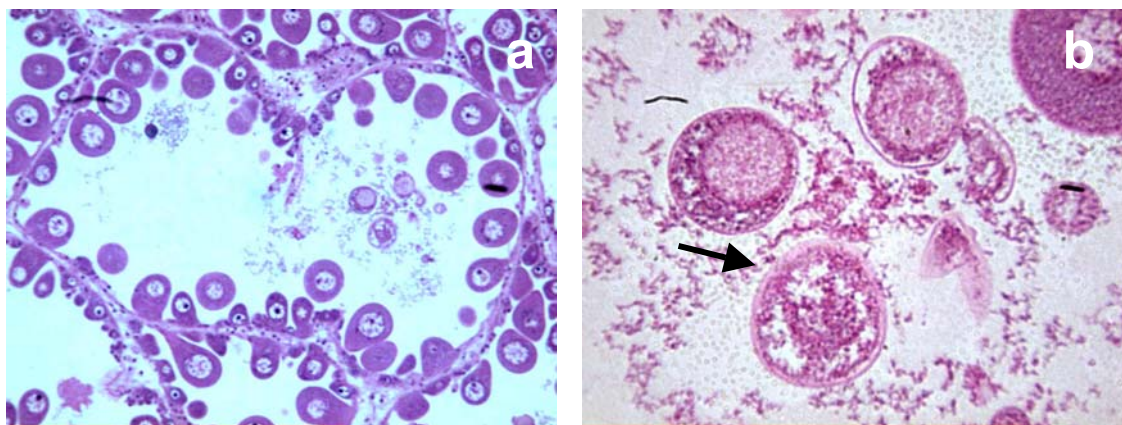


FIGURA VI-5

***Perna perna*: Gônada feminina no estágio IIIB (esvaziamento): a – Folículo praticamente vazio com alguns ovócitos maduros e em citólise no lúmen e algumas células em vitelogênese aderidas à parede do folículo. Aum. 100x; b – Detalhe dos ovócitos em citólise. Aum. 400x. Coloração: HE.**

O estágio IIIC (restauração das gônadas) caracteriza-se pela presença de muitas ovogônias e ovócitos em início de vitelogênese. Os espaços inter-foliculares começam a ser preenchidos pelo tecido conjuntivo, que inicia o seu desenvolvimento após o estágio IIIB. Na Figura VII-5 (a), pode-se observar que os folículos são pequenos e encontram-se mais afastados uns dos outros, havendo abundância de tecido conjuntivo e heterogeneidade das células. Nesta fase, pode-se observar desde ovogônias até ovócitos em vitelogênese, com alguns gametas maduros soltos no lúmen (Figura VII-5 (b)). A Figura VII-5 (c) mostra um detalhe do folículo contendo numerosas células germinativas, precursoras das ovogônias.

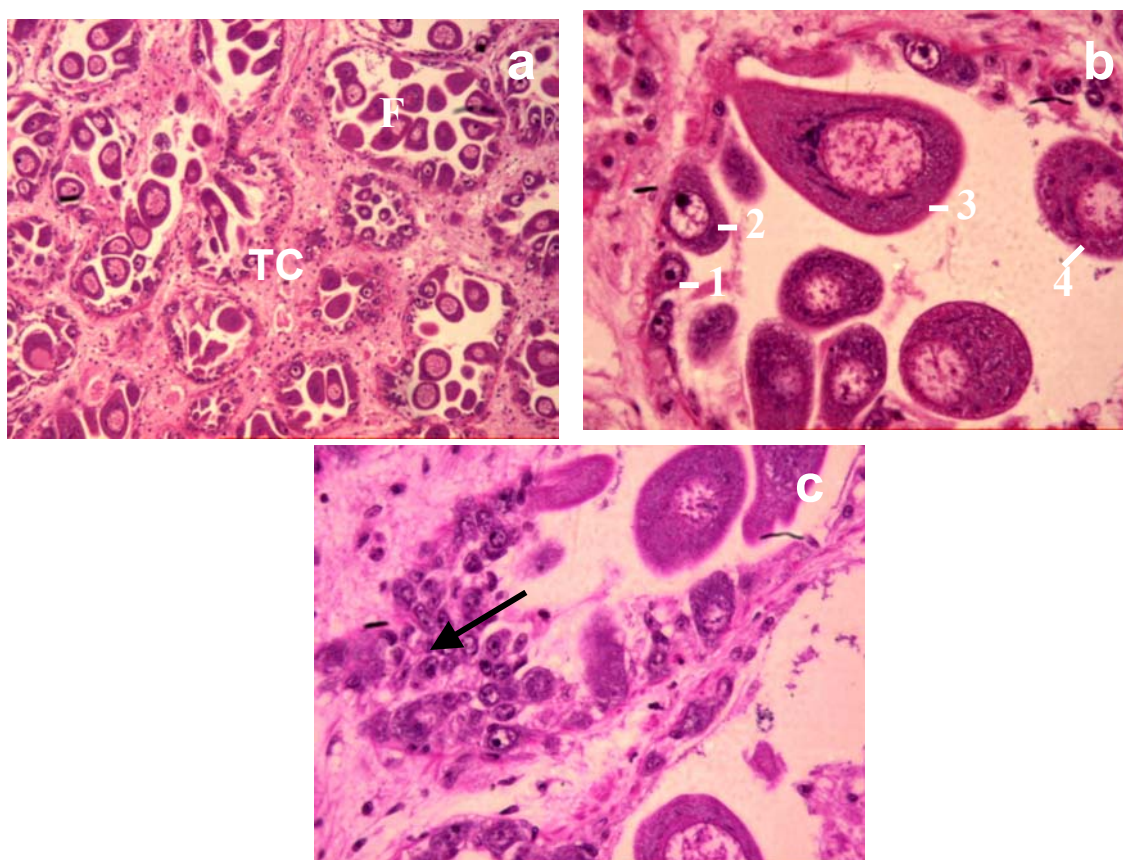


FIGURA VII-5

***Perna perna*: Gônada feminina no estágio IIIIC: a - Visão geral da gônada, mostrando os folículos (F) e o tecido conjuntivo (TC). Aum. 100x.; b – Detalhe do folículo, mostrando ovogônia (1), ovócito em pré-vitelogênese (2), em vitelogênese (3) e maduro (4). Aum. 400x.; c – Detalhe da parede do folículo, evidenciando muitas células precursoras de ovogônias. Aum. 400x. Coloração: HE.**

Ocorrência de parasitismo por *Bucephalus* sp.

Observou-se, macroscopicamente e através de cortes histológicos, a ocorrência do trematóide digenético *Bucephalus* sp., parasita mais comum em *Perna perna* (FERNANDES, 1981; MAGALHÃES, 1998).

Dos 480 indivíduos amostrados em cada local de coleta ao longo do ano, 56 estavam parasitados com *Bucephalus* sp., sendo 37 oriundos de Urubuqueçaba e 19 de

Guaraú (Tabela VIII-5), não tendo sido constatada a presença de outros parasitas também comuns à essa espécie, tais como *Polydora* sp. e *Pinnotheres* sp.. CALVO-UGARTEBURU & MCQUAID (1998a), num estudo sobre epidemiologia de trematóides em mexilhões *P. perna* constataram que os parasitas mais freqüentes foram metacercárias de *Proctoeces* e esporocistos de bucephalídeos, com taxas de infecção superiores a 62 e 49%, respectivamente.

Os animais parasitados são facilmente identificados a olho nu, pois o manto apresenta-se com uma coloração alaranjada. No entanto, a determinação do sexo é dificultada e, dependendo do nível de infestação, necessita uma análise mais acurada.

Segundo MAGALHÃES (1998), dependendo do grau de infestação, o trematóide *Bucephalus* sp. pode causar sérios danos às gônadas do mexilhão *P. perna*, por afetar o processo de gametogênese. Os efeitos deletérios deste parasita parecem estar relacionados, principalmente, à utilização das reservas glicídicas e lipídicas do hospedeiro, impedindo que este se reproduza.

ARAÚJO (2001), trabalhando com o bivalve *Anomalocardia brasiliiana*, evidenciou 5 casos de parasitismo por trematóides, principalmente na região gonadal, em um total de 881 berbigões analisados, ao longo de 13 meses de coleta. Dos espécimes infectados, apenas em dois casos foi possível detectar o sexo, pois ambos apresentavam gametas residuais. Nos animais restantes todas as células gaméticas tiveram seu desenvolvimento impedido. A castração torna a determinação sexual de bivalves marinhos quase impossível, só ocorrendo em casos em que a disseminação do parasita ainda não foi total.

No presente trabalho, vários animais amostrados não puderam ser identificados quanto ao sexo, devido a alta infestação do parasita. Em alguns mexilhões, a determinação do sexo só foi possível após a análise histológica, como mostra a Figura VIII-5, onde pode-se observar alguns ovócitos remanescentes. Nas Figuras IX-5, pode-se observar, em detalhe, a presença de esporocistos e cercárias do trematóide *Bucephalus* sp.

CALVO-UGARTEBURU & MCQUAID (1998b) verificaram que *Bucephalus* sp. além de exercer um efeito dramático sobre a reprodução de *P. perna*, provocando a castração do hospedeiro, afeta a resistência do músculo adutor e a perda de água. Assim, os mexilhões, quando expostos ao ar, abriram mais facilmente as valvas e perderam significativamente mais água que os não infestados.

A incidência de parasitismo entre as duas estações de coleta foi significativa ($p < 0,05$), quando comparadas pelo teste de X^2 , mostrando que a ocorrência de parasitas foi superior nos animais provenientes de Urubuqueçaba, onde o número de animais infestados foi quase o dobro daqueles coletados em Guaraú (Tabelas VIII-5 e IX-5) ($X^2 = 6,14^*$; $p < 0,05$).

TABELA VIII-5

***Perna perna*: Número e porcentagem de mexilhões parasitados por *Bucephalus* sp., dentre os animais coletados em Urubuqueçaba e Guaraú, no período de outubro de 2000 a setembro de 2001.**

Mês/Ano	Urubuqueçaba	Guaraú
Out/00	5	0
Nov/00	5	0
Dez/00	3	0
Jan/01	0	0
Fev/01	1	0
Mar/01	1	1
Abr/01	2	2
Mai/01	3	2
Jun/01	3	4
Jul/01	2	3
Ago/01	9	3
Set/01	3	4
Total	37	19
%	7,7	4,0

Número total de indivíduos amostrados em cada estação: 480

TABELA IX-5

***Perna perna*: Tabela de contingência (2x2), mostrando a frequência observada (Fo) e a esperada (Fe) de mexilhões parasitados e não parasitados nas 2 estações de coleta (Urubuqueçaba e Guaraú), para aplicação do teste de Qui-quadrado (X^2).**

Estação	Parasitados		Não parasitados		Total
	Fo	(Fe)	Fo	(Fe)	
Urubuqueçaba	37	(28)	443	(452)	480
Guaraú	19	(28)	461	(452)	480
Total	56		904		960

$X^2 = 6,14^*$ (G.L. = 1; $\alpha = 0,05$; valor crítico = 3,84)

A maior incidência de *Bucephalus* sp. em Urubuqueçaba pode estar relacionada com a maior contaminação bacteriológica desse local. Em relação à população amostrada (480 indivíduos) em cada local, a frequência de mexilhões parasitados foi de 7,7% em Urubuqueçaba e 3,9% em Guaraú (Tabela VIII-2). Um outro fator que poderia explicar essa diferença seria o fato da ilha Urubuqueçaba estar mais abrigada contra à exposição às ondas do que a praia do Guaraú.

MAGALHÃES (1998) estudou a ocorrência de mexilhões parasitados provenientes de áreas naturais (costa abrigada e costa exposta à ação das ondas) e de cultivo, localizadas no município de Palhoça, SC. Da população amostrada, 3,16 % estavam parasitados por *Bucephalus* sp., sendo que a maior frequência de animais parasitados foi encontrada na costa abrigada e a menor na costa exposta, de forma semelhante a este trabalho. Segundo a autora, esta diferença pode ser explicada pela maior dispersão dos ovos e larvas desse parasita na costa exposta e pela maior possibilidade de penetração da 1ª fase de larva (miracídio) no mexilhão em costa abrigada ou uma maior possibilidade de peixes carnívoros chegarem próximos às populações de mexilhões, onde eliminam os ovos do parasita, já que melhores condições de obtenção de alimento ou abrigo devam ser encontradas nesse ambiente.

Agrupando-se, ainda, os dados mensais como mostra a Tabela X-5 e XI-5, verificou-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$), pelo teste de X^2 entre as épocas do ano, sendo que a maior ocorrência de animais parasitados foi na primavera, outono e inverno para Urubuqueçaba e outono e inverno para Guaraú, coincidindo com períodos de temperaturas mais amenas e de menor pluviosidade. No período de verão, a infestação foi baixa em ambas estações de coleta (Tabela X-5 e XI-5). MAGALHÃES (1998) observou que a maior quantidade de animais parasitados ocorreu nos meses de junho, julho, agosto e setembro, período no qual a água do mar estava mais fria na região, com médias mensais abaixo de 20°C.

TABELA X-5

***Perna perna*: Tabela de contingência (2x4), mostrando a frequência observada (Fo) e a esperada (Fe) de animais parasitados e não parasitados em 4 épocas do ano (primavera, verão, outono e inverno), em Urubuqueçaba, para aplicação do teste X^2 .**

Estação do Ano	Parasitados		Não parasitados		Total
	Fo	(Fe)	Fo	(Fe)	
Primavera	13	(9,25)	107	(110,75)	120
Verão	2	(9,25)	118	(110,75)	120
Outono	8	(9,25)	112	(110,75)	120
Inverno	14	(9,25)	106	(110,75)	120
Total	37		443		480

$X^2 = 10,63^*$

(G.L. = 3; $\alpha = 0,05$; valor crítico = 7,82)

(G.L. = 3; $\alpha = 0,01$; valor crítico = 9,84)

TABELA XI-5

***Perna perna*: Tabela de contingência (2x4), mostrando a frequência observada (Fo) e a esperada (Fe) de animais parasitados e não parasitados em 4 épocas do ano (primavera, verão, outono e inverno), em Guaraú, para aplicação do teste X^2 .**

Estação do Ano	Parasitados		Não parasitados		Total
	Fo	(Fe)	Fo	(Fe)	
Primavera	0	(3,25)	120	(116,75)	120
Verão	1	(3,25)	119	(116,75)	120
Outono	8	(3,25)	112	(116,75)	120
Inverno	10	(3,25)	110	(116,75)	120
Total	19		461		480

$X^2 = 25,77^{**}$

(G.L. = 3; $\alpha = 0,05$; valor crítico = 7,82)

(G.L. = 3; $\alpha = 0,01$; valor crítico = 9,84)

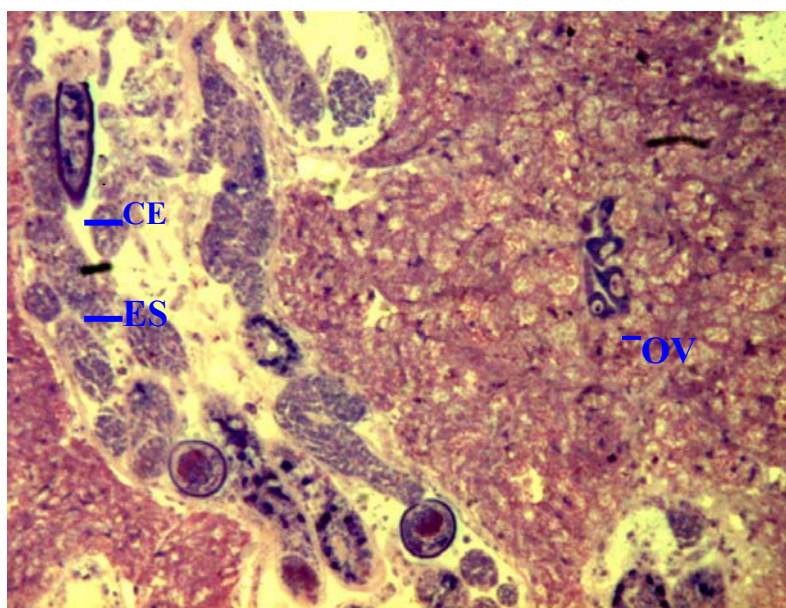


FIGURA VIII-5

Perna perna: Aspecto geral da manto de uma fêmea infestada por cercárias (CE) e esporocistos (ES) de *Bucephalus* sp. , onde pode-se observar alguns ovócitos (OV) remanescentes. Aum. 100 x. Coloração: HE.

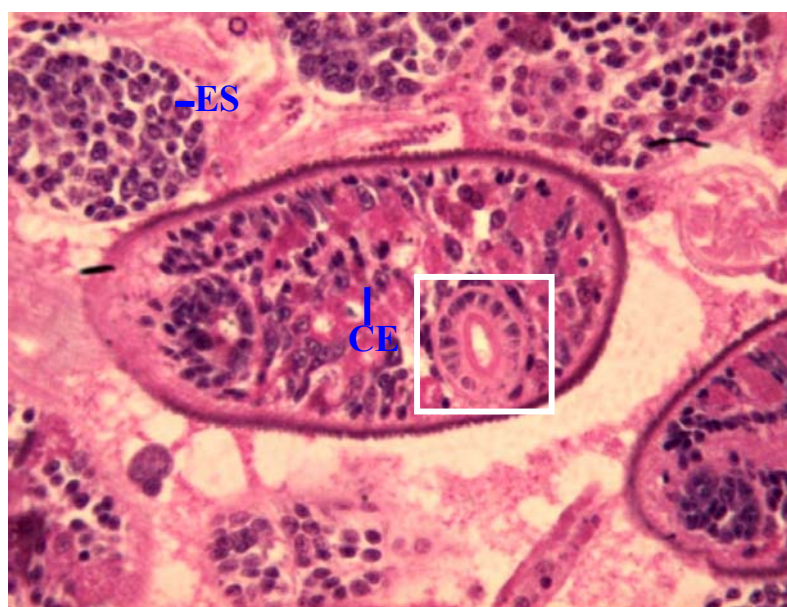


FIGURA IX-5

Perna perna: Detalhes da cercária (CE), com ventosa (em destaque), e do esporocisto de *Bucephalus* sp. Aum. 400x. Coloração: HE.

CONCLUSÕES

Na população de mexilhões de Urubuqueçaba, a frequência de machos foi maior que a de fêmeas nos meses de janeiro, março e agosto de 2001. Nos demais meses e na população de Guaraú a proporção sexual de machos e fêmeas foi igual, não tendo sido constatado casos de hermafroditismo.

Os valores do índice de condição ao longo do ano foram maiores nos animais coletados em Urubuqueçaba. Nesta estação, a frequência de animais cheios (repleção total e parcial das gônadas) foi superior a de Guaraú, resultando num um índice de condição (I.C.) mais elevado. Em Guaraú, ocorreram vários picos de desova ao longo do ano, conferindo aos animais um menor índice de condição.

Os mexilhões reproduzem praticamente o ano todo, com picos variáveis ao longo do ano. Os picos de desova ocorreram nos meses de janeiro-fevereiro (verão), maio (outono) e julho-agosto (fim do inverno) para os mexilhões de Guaraú, e em setembro (primavera) e janeiro (verão) para os de Urubuqueçaba.

A análise histológica corroborou as observações feitas através da análise macroscópica prévia, permitindo, ainda, a identificação do sexo de alguns exemplares infestados por *Bucephalus* sp., cujas gônadas estavam bem comprometidas.

A ocorrência de parasitismo pelo trematóide Bucephalidae foi maior nos mexilhões provenientes de Urubuqueçaba, que é uma área abrigada e mais sujeita à contaminação bacteriológica do que Guaraú, mostrando que a dinâmica das praias da região pode ser um fator importante nessa ocorrência.

A incidência de parasitismo variou em função da época do ano. A maior ocorrência de animais parasitados foi na primavera, outono e inverno para os mexilhões de Urubuqueçaba e outono e inverno para os de Guaraú, coincidindo com épocas de temperaturas mais amenas e menor pluviosidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA, C.A.. Crecimiento y índice de engorde del mejillón *Perna perna* (L.) cultivado en El Golfo de Cariaco, Venezuela. **FAO. Fish Report**, **200**: 1-9, Roma, (1977).
- ARAÚJO, A.A.B.. **Obtenção de sementes de mexilhão *Perna perna* (Bivalvia – Mytilidae) em estruturas manufaturadas, na Ponta do Papagaio, Palhoça – Santa Catarina.** Florianópolis, Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Departamento de Aquicultura, UFSC, (1994), 107 p.
- ARAÚJO, C. M.. **Biologia reprodutiva do berbigão *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1769) (Molusca, Bivalvia, Veneridae).** São Paulo, SP. (Tese de Doutorado), Departamento de Biologia do Instituto de Biociências, USP, (2001), 204p.
- ALFARO, A.C., JEFFS, A.G. & HOOKER, S.H. Reproductive behavior of the green-lipped mussel, *Perna canaliculus*, in northern New Zealand. **Bull. Mar. Sci.**, **69** (3): 1095-1108, (2001).
- BAIRD, R. H.. Measurement of condition in mussels and oysters. **J. Cons. Perm. Int. Expl. Mer. Copenhagen**, **23** (20): 249-257, (1958).
- BENITEZ, A.J.M.. Variación mensual de la composición química del mejillon *Perna perna*. **Bol. Inst. Ocean. Univ. Oriente Cumaná**, **7**(1): 137-148, (1968).
- CALVO-UGARTEBURU, G. & MCQUAID, C. D.. Parasitism and introduced species: Epidemiology of trematodes in the intertidal mussels *Perna perna* and *Mytilus galloprovincialis*. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, **220** (1): 47-65, (1998a).
- CALVO-UGARTEBURU, G. & MCQUAID, C. D.. Parasitism and invasive species: Effects of digenetic trematodes on mussels. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, **169**: 149-163, (1998b).

- FERNANDES, F.C.. **Ecologia e biologia do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758), na região de Cabo Frio - Brasil**, São Paulo, (Tese de doutoramento), Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, (1981), 145 p.
- LUNETTA, J.E.. Fisiologia da reprodução dos mexilhões (*Mytilus perna* - Mollusca Lamellibranchia) **Bol. Fac. Filos. Ciênc. Univ. São Paulo** **26**: 33-111, (1969).
- MAGALHÃES, A.R.M., FERREIRA, J.F., CASAS, M.G.. Ciclo reprodutivo do mexilhão *Perna perna* (Linné, 1758) (Bivalvia, Mytilidae) na região do Pântano do Sul – Ilha de Santa Catarina, SC. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MALACOLOGIA, 1987, IB-USP, **Resumos**, Sociedade Brasileira de Malacologia, p.113-16, (1987).
- MAGALHÃES, A.R.M.. **Efeito da parasitose por Trematoda Bucephalidae na reprodução, composição bioquímica e índice de condição de mexilhões *Perna perna* (L.)**. São Paulo, Tese (Doutorado em Fisiologia Animal) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, (1998), 185p.
- MARQUES, H.L.A.. **Considerações ecológicas sobre o mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) em bancos naturais da região de Ubatuba, São Paulo, Brasil**. Campinas, Dissertação (Mestrado em Ecologia), Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, (1988), 108p.
- MARQUES, H.L.A.. **Criação Comercial de Mexilhões**. São Paulo: Ed. Nobel, (1998), 111p.
- MARQUES, H.L.A. & LIMA PEREIRA, R.T.. Mexilhões: Biologia e Criação. **B. Téc. Inst. Pesca**, **12**: 1 – 31, (1988).
- MARQUES, H.L.A., LIMA PEREIRA, R.T. & CORREA, B.C. Levantamento dos principais bancos naturais de mexilhões (*Perna perna*) existentes no litoral do Município de Ubatuba (SP). São Paulo, **Bol. Tec. Inst. Pesca** (**16**): 17p., (1992).

- MARQUES, H.L.A., LIMA PEREIRA, R.T., CORREA, B.C.. Seasonal variation in growth and yield of the brown mussel *Perna perna* (L.) cultured in Ubatuba, Brazil. **Aquaculture** (169):263-73, (1998).
- MARTINS, E.S.. Índice de condição do mexilhão *Perna perna* na região de Arraial do Cabo no período de fevereiro de 1977 a fevereiro de 1978. In: ANAIS DO SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA, 5, 1978, São Paulo. IO-USP, p.300, (1978).
- PILAR AGUIRRE, M.. Biología del mejillon (*Mytilus edulis*) de cultivo de Ría de Vigo. Madrid, **Bol. Inst. Esp. Ocean.** 5 (2): 107-59, (1979).
- PIMENTEL GOMES, F.. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba, SP. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP: Ed. Nobel, 10ª ed., (1982), 430p.
- VÉLEZ, A.R.. Flutuación mensual del índice de engorde del mejillon *Perna perna* natural y cultivado. **Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente**, 10: (2): 3-8, (1971).

CAPÍTULO VI

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Os estudos sobre os fatores abióticos que interferem na sobrevivência de moluscos bivalves são úteis também para diagnosticar parâmetros que impeçam a colonização de áreas até então isentas dessa espécie. Um exemplo é o trabalho de HICKS; HAWKINS & MCMAHON (2000), que pesquisaram a tolerância a variações de salinidade do mexilhão *Perna perna* no Golfo de México, visando o controle de sua população, visto que esta espécie foi introduzida acidentalmente no local em 1990. A associação entre o tempo de sobrevivência e a exposição crônica às condições de baixas e altas salinidades foram examinadas, para determinar o potencial de *habitat* que *P. perna* poderia invadir no litoral norte do Golfo do México. Esta análise indicou que salinidades que variaram entre 15 e 50 ppt não são letais a *P. perna* pois pelo menos 80% dos indivíduos testados sobreviveram nessas salinidades por 30 dias (720 h). Uma exposição crônica para salinidades fora dessa faixa foram letais ao bivalves. Os resultados sugerem que a espécie *P. perna* poderia colonizar praticamente toda a área marinha e estuarina do litoral do Golfo de México, podendo causar sérios transtornos ecológicos.

No Brasil, o uso de “água de lastro” nos grandes navios, para obter maior estabilidade, tem sido um eficiente meio de dispersão de organismos marinhos e de água doce para outros ecossistemas, descaracterizando em muito os estudos clássicos de

zoogeografia. O transporte entre países distantes pode provocar a homogeneização da flora e da fauna, o que compromete a biodiversidade, o meio ambiente e a saúde humana. O principal problema decorrente disso, em nosso país, foi a introdução do bivalve *Limnoperna fortunei* em toda a Bacia do Prata. É um bivalve pequeno, cerca de 3 cm, originário da China. Por ser uma espécie eurihalina, sua colonização ocorreu praticamente em todos os ambientes (rios, canais, baías e estuários) e sobre os mais diferentes tipos de substratos. Como prejuízos dessa colonização, foi constatado que esse mexilhão entra no sistema de refrigeração dos motores das embarcações impedindo a circulação da água e causando superaquecimento do motor, podendo até fundí-lo. A incrustação em turbinas da usina hidroelétrica Itaipu Binacional também está causando sérios prejuízos econômicos.

Na região da Baixada Santista, constantemente ocorrem problemas de incrustação de bivalves em turbinas de resfriamento de caldeiras no pólo industrial e petroquímico de Cubatão, com o posterior entupimento das mesmas, causando prejuízos de milhares de dólares. Isso se deve ao fato de, na falta de água doce oriunda do sistema Billings, as indústrias utilizarem água do estuário para esse resfriamento. As espécies em questão são as estuarinas *Mytella falcata* e *Mytella guyanensis*. Pesquisadores do Instituto de Pesca, tentam encontrar medidas mitigadoras para solucionar esse problema.

Outro aspecto a ser considerado é que atualmente, apesar do crescente desenvolvimento da mitilicultura, principalmente nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, é praticamente impossível começar uma criação, sem depender de sementes extraídas dos bancos naturais. Quanto à questão social, é problemática a situação em que vivem os extratores marisqueiros que dependem dessa atividade para o sustento de sua família.

FAGUNDES *et al.* (1997) e HENRIQUES *et al.* (1997) mostraram, através de uma análise econômica de relação benefício-custo, que a mitilicultura é altamente viável, com investimento e custo de produção relativamente baixos para o sistema familiar, onde se incluem os pescadores artesanais e os extratores marisqueiros.

As comunidades de pescadores artesanais necessitam da atividade extrativa de mexilhões para complementação da renda, principalmente nos períodos de defeso de peixes e camarões.

O presente estudo enfocou uma questão de segurança alimentar pois estudou a contaminação bacteriológica nos bivalves passíveis de extração, em seus bancos naturais. As análises bacteriológicas foram realizadas conforme as especificações da

Portaria 01 - Dinal, de 21/1/1982, do Ministério da Saúde, para esta classe de produtos, que preconiza: pesquisa de bactérias do grupo coliforme de origem fecal (Número mais provável – NMP - máximo permitido de 100 por 25g de tecido mole) e ausência obrigatória em 25g de tecido mole na pesquisa de *Salmonella* sp.

Embora em Urubuqueçaba essas análises, em todos os meses de coleta, não tenham condenado a utilização dos mexilhões para a alimentação, pois ficaram bem abaixo do permitido, houve uma diferença significativa na resistência do mexilhão *P. perna* a todos os fatores abióticos (exposição ao ar, temperatura e salinidade) e bióticos (parasitismo) testados, com relação a Guaraú, local praticamente isento de contaminação, o que pode sugerir que a contaminação orgânica pode diminuir a resistência do animal aos fatores aqui testados.

Recomenda-se a necessidade, agora, de estudarmos a fisiologia do animal para confirmar essas suspeitas. Em observações de campo, fica claro a diminuição dos bancos naturais da Baía de Santos. Esses bancos, quando comparados à situação que se encontravam em 1996, período que começamos os trabalhos nessa região, tiveram uma diminuição, observada visualmente, de mais de 70%. Essa redução pode estar ligada a vários fatores bióticos e abióticos mas a causa principal é a extração desordenada.

Isso, com certeza, serve como um sinal de alerta para as autoridades e órgãos ambientais competentes, no que diz respeito a implantação de medidas mitigadoras que visem a estancar, e posteriormente recuperar, essa degradação.

Como sugestão, seria oportuno, de imediato, proibir a extração nos bancos naturais. Um exemplo é o trabalho de MARQUES; LIMA PEREIRA & CORREA (1992), que apresentou um levantamento dos principais bancos naturais de mexilhão *P. perna* existentes no litoral norte do Estado de São Paulo, demonstrando que os mesmos não apresentavam mais altas densidades, nem indivíduos de comprimento superior a 50mm, devido a alta exploração. HENRIQUES *et al.* (2001) também corroboram essas informações, demonstrando que os bancos naturais de *P. perna* da Baía de Santos demoram cerca de 14 meses para serem repovoados e se recuperarem, enquanto que os extratores marisqueiros, atuantes na região, não esperam esse período para retornar à atividade no costão raspado.

Outro fator interessante é que, de acordo com as análises microbiológicas realizadas nesse estudo e a ausência de metais pesados, comprovadas por PEREIRA *et al.* (2002), a Baía de Santos poderia ser indicada para a implantação da mitilicultura em

escala comercial. Essa medida seria uma maneira de auxiliar na preservação dos estoques naturais da espécie, além de ajudar na inclusão social das populações hoje envolvidas com o extrativismo, transformando-as em produtores.

A seguir, de maneira sucinta, pode-se destacar outras aplicações práticas dos resultados desse trabalho:

Os dados sobre a resistência a temperatura e salinidade e exposição ao ar poderão ser úteis no processo de transporte tanto de sementes para locais propícios para a mitilicultura quanto para a comercialização do bivalve *in natura*.

As alterações dos fatores abióticos como a temperatura e a salinidade podem ser limitantes na distribuição e sobrevivência dos mexilhões tanto nos bancos naturais como nos cultivos comerciais.

As informações obtidas sobre a menor incidência de parasitismo em animais provenientes de locais sem contaminação bacteriológica, pode ter aplicação na escolha de locais para implantação de cultivos comerciais ou coleta de sementes.

Para finalizar, é importante salientar que as diferenças na resistência à exposição ao ar, altas temperaturas e baixas salinidades, embora sejam significativas para as duas estações, podem não ser exclusivamente devidas à contaminação bacteriológica. Outros fatores, não estudados, podem estar interferindo nos resultados, inclusive outras fontes de contaminação (química, por exemplo, em Urubueçaba, embora não detectadas por PEREIRA *et al.* (2002) para mercúrio, chumbo e cádmio). O fato de haver diferenças significativas na contaminação bacteriológica é um bom indício de que essa possa ser a causa da menor resistência, mas não se pode afirmar categoricamente que seja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, R.T.. **Kingdon of seashell**. Melbourne, American Malacologists, (1993), 256 p. .

BAYNE, B.L.. **Marine mussels: their ecology and physiology**. Cambridge: Cambridge University Press, (1976), 506 p.

- BENITEZ, A.J.M.. Variación mensual de la composición química del mejillón *Perna perna*. **Bol. Inst. Ocean. Univ. Oriente Cumaná**, 7(1): 137-148, (1968).
- BHAT, S. & DESAI, P.V.. Effect of thermal and salinity stress of *Perna viridis* heart (L.). **Indian J. Exp. Biol.**, 36 (9): 916-919, (1998).
- BOFFI, A.V.. **Moluscos brasileiros de interesse médico e econômico**. São Paulo, Fapesp, Ed. Hucitec, (1979), 112p.
- CALVO UGARTEBURU, G. & MCQUAID, C.D.. Parasitism and invasive species: Effects of digenetic trematodes on mussels. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 169: 149-163, (1998).
- CARMO, T.M.S, COSTA, M.B. & SIQUEIRA, H.P.. Determinação do valor nutritivo da carne de mexilhões, *Perna perna* (Mollusca: Bivalvia). Estudos sobre o teor de proteínas, lípidos, glicogênio e água. Resumos. **In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**, 36: 750, (1984).
- CAYRÉ, P.. Etude de la Moule *Perna perna* et des Possibilites de Mytiliculture em Republique Populaire du Congo. **Cah. Orston, Ser. Oceanog.** 16(1): 9-17, (1978).
- CETESB **Poluição das águas no Estuário e Baía de Santos**, 1, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Obras e do Meio Ambiente. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, (1978), 134p.
- DARE, P.J. & EDWARDS, D.B.. Seasonal changes in flesh weight and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L.) in the Conway Estuary, North Wales. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol. Amsterdam**, 18: 89-97, (1975).

- DUARTE, W.E., JARA, F. & MORENO, C.A.. Contenido energetico de algunos invertebrados bentonicos de la costa de Chile y flutuacion anual em *Mytilus chilensis* (Hupe 1854). **Bol. Inst. Ocean. Univ. São Paulo**, **29**(2): 157-162, (1980).
- FAGUNDES, L., HENRIQUES, M.B., OSTINI, S. & GELLI, V.C.. Custos e Benefícios da mitilicultura em espinhel no sistema empresarial e familiar. **Informações econômicas, SP**, **27**(2): 33-54, (1997).
- FARACO, R.M.. **Análises biométricas de mexilhões *Perna perna* (Mollusca, Mytilidae): comparação de animais provenientes de estoques naturais e cultivo**. Florianópolis, Monografia (Bacharelado em Biologia) - Departamento de Biologia, Universidade Federal de Santa Catarina, (1995), 112p.
- FERNANDES, F.C.. Mitilicultura, Parte A – Enfoque Biotecnológico. In: **Manual de Maricultura**. 1º ed. Rio de Janeiro (IPqM): Ministério da Marinha, Instituto Nacional de Estudos do Mar., (1985), p.1-24.
- FERNANDES, W.N.. **Crescimento do mexilhão *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae) em sistema suspenso fixo na região de Santo Antonio de Lisboa, Ilha de Santa Catarina, SC**. Florianópolis, Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, (1993), 97p.
- FIPERJ, INSTITUTO DE PESCA - SP Apoio ao desenvolvimento de cultivo de moluscos bivalves no Brasil. **Relatório Técnico**. Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro - Instituto de Pesca (Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo), (1989), 181p.
- FREITAS, M.. **Incrustações biológicas no mexilhão *Perna perna* (Mollusca, Bivalvia), cultivado na Ilha de Ratones, SC: Efeito da exposição ao ar**. Santa Catarina, Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, (1997), 231p.

- GOTTING, K.J.. **Malakozologie**. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, (1974), 320p.
- HENRIQUES, M.B., FAGUNDES, L., OSTINI, S. & GELLI, V.C.. Viabilidade econômica da mitilicultura no litoral norte do Estado de São Paulo. **In: Congresso Latino-americano sobre Ciências do Mar**, 7(2):13-15, Santos/SP, IO/USP, (1997).
- HENRIQUES, M.B., PEREIRA, O.M., ZAMARIOLI, L.A. & FAUSTINO, J.S.. Contaminação bacteriológica no tecido mole do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) coletado nos bancos naturais do litoral da Baixada Santista. UFCE – LABOMAR, Ceará, **Arquivos de Ciências do Mar**, 33: 69-76, (2.000).
- HENRIQUES, M.B.; MARQUES, H.L.A.; BARRELLA, W. & PEREIRA, O.M.. Estimativa do tempo de recuperação de um banco natural do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) na Baía de Santos, Estado de São Paulo. **Revista Holos**, 1(2): 85-100, CEA-UNESP, Rio Claro, (2001).
- HICKS, D.W.; HAWKINS, D.L. & MCMAHON, R.F.. Salinity tolerance of brown mussel *Perna perna* (L.) from the Gulf of Mexico: An extension of life table analysis to estimate median survival time in the presence of regressor variables. **Journal of Shellfish Research**, 19 (1): 203-212, (2000).
- KLAPPENBACH, M.A.. Lista preliminar de los Mytilidae brasileños con claves para determinación y notas sobre su distribución. **Anais Acad. Bras. Cienc.** 37: 327-52, (1965).
- LEE, S.Y.. The population dynamics of the green mussel, *Perna viridis* (L.) in Victoria Harbour, Hong Kong, dominance in a polluted environment. **Asian Mar. Biol.**, 2: 107-118, (1985).

- LEE, S.Y.. Growth and reproduction of the green mussel *Perna viridis* (L.) (Bivalvia: Mytilacea) in contrasting environments in Hong Kong. **Asian Mar. Biol.**, **3**: 111-127, (1986).
- LEE, T.; YAM, W.C.; TAM, T.Y.; HO, B.S.W.; NG, M.H. & BROOM, M.J.. Occurrence of hepatitis A virus in green-lipped mussels (*Perna viridis*). **Water Research**, **33** (3): 885-889, (1999).
- LEWIS, G.D.; AUSTIN, F.J. & LOUTIT, M.W.. A method for the detection and identification of human enteroviruses in the green lipped mussel *Perna canaliculus*. **N.Z. J. Sci.**, **25**(4): 367-370, (1982).
- LEWIS, G.; LOUTIT, M.W. & AUSTIN, F.J.. Enteroviruses in mussels and marine sediments and depuration of naturally accumulated viruses by green lipped mussels (*Perna canaliculus*). **N. Z. J. Mar. Freshwat. Res.**, **20** (3): 431-437, (1986).
- LINDNER, G.. **Moluscos y caracoles de los mares del mundo. Aspecto/Distribución/Sistemática**. Tercera edición. Barcelona: Ed. Omega, S.A., (1989), 236p.
- LUCAS, A. & BENINGER, P.G.. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. **Aquaculture**, **44**:187-200, (1985).
- LUNETTA, J.E.. Fisiologia da reprodução dos mexilhões (*Mytilus perna* - Mollusca Lamellibranchia) **Bol. Fac. Filos. Ciênc. Univ. São Paulo** **26**: 33-111, (1969).
- MAGALHÃES, A.R.M.. **Teor de proteínas do mexilhão *Perna perna* (Linné, 1758) (Mollusca, Bivalvia) em função do ciclo sexual**. São Paulo, Dissertação (Mestrado em Fisiologia Animal) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, (1985), 177p.

- MAGALHÃES, A.R.M.. **Efeito da parasitose por Trematoda Bucephalidae na reprodução, composição bioquímica e índice de condição de mexilhões *Perna perna* (L.)**. São Paulo, Tese (Doutorado em Fisiologia Animal) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, (1998), 185p.
- MARQUES, H.L.A.. **Considerações ecológicas sobre o mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) em bancos naturais da região de Ubatuba, São Paulo, Brasil**. Campinas, Dissertação (Mestrado em Ecologia), Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, (1988), 108p.
- MARQUES, H.L.A.. **Criação Comercial de Mexilhões**. São Paulo: Ed. Nobel, (1998), 111p.
- MARQUES, H.L.A., LIMA PEREIRA, R.T. & CORREA, B.C.. Levantamento dos principais bancos naturais de mexilhões (*Perna perna*) existentes no litoral do Município de Ubatuba (SP). **Bol. Tec. Inst. Pesca, São Paulo, 16:** 17p., (1992).
- MARQUES, H.L.A., LIMA PEREIRA, R.T. & CORREA, B.C. Seasonal variation in growth and yield of the brown mussel *Perna perna* (L.) cultured in Ubatuba, Brazil. **Aquaculture, 169:** 263-73, (1998).
- MASILAMONI, J.G.; JESUDOSS, K.S.; NANDAKUMAR, K.; SATPATHY, K.K.; AZARIAH, J & NAIR, K.V.K.. Physiological response of the green mussel *Perna viridis* in relation to size and salinity. **Proc. Indian Natl. Sci. Acad. Biol. Sci., 63** (4): 305-314, (1997).
- NI, C.Z. & HUANG, Z.G.. Faecal coliform contamination of intertidal bivalves from Hong Kong. **The Malacofauna of Hong Kong and Southern China. 2. Proceedings of the Second International Workshop on the Malacofauna of Hong Kong and Southern China.,2:** 473-478, (1985).

- NICHOLSON, S.. Cytological and Physiological Biomarker Responses from Green Mussels, *Perna viridis* (L.) Transplanted to Contaminated Sites in Hong Kong Coastal Waters. **Marine Pollution Bulletin**, **39** (1): 261-268, (1999).
- PATTERSON, J. & AYYAKKANNU, K.. Effect of salinity on nitrogen excretion and haemolymph ammonia concentration of *Perna viridis* (Mollusca: Bivalvia). **Proceedings of the sixth Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme TMMP conducted in India at Annamalai University**, **16**: 299-304, (1996).
- PEREIRA, O.M. & GRAÇA LOPES, R.. Fixação de sementes de *Mytella falcata* (sururu) em coletores artificiais no Canal de Bertioga, Estuário de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. **Bol. Inst. Pesca, São Paulo**, **22**(1):165-73, (1995).
- PEREIRA, O.M.; HENRIQUES, M.B.; ZENEBON, O.; SAKUMA, A. & KIRA, C.S.. Determinação dos teores de Hg, Pb, Cd, Cu e Zn em moluscos (*Crassostrea brasiliiana*, *Perna perna* e *Mytella falcata*). **Revista do Instituto Adolfo Lutz SP**, **61**(1): 19-25, (2002)
- PILLAI, C.T.. Microbial Flora of Mussels in the Natural Beds and Farms. **Coastal Aquaculture: Mussel Farming, Progress and Prospects. Central Marine Fisheries Research Inst., Cochin India**, **29**: 41-43, (1980).
- PINEDA, J. & AGUADO, A.. Variación mensual de la composición química del mejillon *Perna perna* cultivado y las condiciones ambientales en la Baía del Guamache, Isla Margarita, Venezuela. **Bol. Inst. Ocean. Univ. São Paulo**, **29**(2), 305-311, (1980).
- RAJESH, K.V.; MOHAMED, K.S. & KRIPA, V.. Influence of algal cell concentration, salinity and body size on the filtration and ingestion rates of cultivable Indian bivalve. **Indian Journal of Marine Sciences**, **30** (2): 87-92, (2001).

- ROMERO, S.M.B. & MOREIRA, G.S.. Efeitos combinados de salinidade e temperatura na sobrevivência de embriões e veligers de *Perna perna* (Linné, 1758) (Mollusca-Bivalvia). **Bol. Fisiol. Anim. Univ.São Paulo**, **5**: 45-58, (1981).
- SALOMÃO, L.C., MAGALHÃES, A.R.M. & LUNETTA, J.E.. Influência da salinidade na sobrevivência de *Perna perna* (Mollusca: Bivalvia). **Bol. Fisiol. Anim. Univ. São Paulo**, **4**: 143-152, (1980).
- SCHRAMM, M.A.. **Caracterização e aproveitamento de mexilhões *Perna perna* (Linné, 1758)** Rio Grande, Monografia (Conclusão de Curso de Oceanografia) – Área de Recursos Naturais Renováveis, Universidade Federal do Rio Grande, RS, (1993), 54 p.
- SETYOBUDIANDI, I.; ALIFUDDIN, M.; KRISANTI, M.; EFFENDIE, H.; WARDIATNO, Y. & RATNASETIYATI, R.. Bacteria in green mussel *Perna viridis* (L.) and its environment. **Proceedings of the ninth Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme**, **19**(1): 145-150, (1999).
- SHARIFUDDIN B.O. & GASSING, F. S.. Relationship between environmental factors and abundance and distribution of mussel *Perna viridis* L. at Mandalle Beach, South Sulawesi. **Proceedings of the seventh Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme TMMP on Central and West Java, Indonesia**, **17** (1): p.311, (1997).
- SIVALINGAM, P.M. & RAJAGOPALAN, K.. Microbial flora in mucoidal discharge of cultured green mussel, *Perna viridis* (Linnaeus). **Indian J. Mar. Sci.**, **10**(1): 98-100, (1981).
- SIDDALL, S.E.. Effects of temperature and salinity on metamorphosis in two tropical mussels. **70° Annual Meeting of the National Shellfisheries Association**; New Orleans, LA (USA): 69-199, (1979).

- SIDDALL, S.E.. Dispersal and recruitment of tropical mussel larvae as affected by temperature and salinity. **J. Shellfish Res.**, **2**(1): 106-107, (1982).
- STIX, H., STIX, M. & ABBOTT, R.T.. **The shell: gift of the sea**. New York: Abrams, (1984), 163 p.
- SUCHANEK, T.H.. Mussels and their role in structuring rocky shore communities. In: MORE, P.G., SEED, R. **The ecology of rocky coasts**. 3° ed. New York, Columbia Univ. Press, (1986), p.70-96.
- TAN, S.H.. Effect of salinity on hatching, larval growth and survival in the green mussel *Perna viridis* (Linnaeus). **Proceedings of the seventh Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme TMMP on Central and West Java, Indonesia** **17** (1): 279-284, (1997).
- VÉLEZ, A.R.. Flutuacion mensual del indice de engorde del mejillon *Perna perna* natural y cultivado. **Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente**, **10**: (2): 3-8, (1971).
- YAP, W.G. & ORANO, C.F.. Preliminary studies on the holding of live mussels after harvest. **Q. Res. Rep. Aquacult. Dep. Southeast Asian Fish. Dev. Cent.**, **4** (3): 22-24, (1980).
- ZUIM, S.M.F. & MENDES, E.G.. Tolerância de *Perna perna* e *Brachidontes solisianus* a diferentes salinidades. **Rev. Bras. Biol.**, **40**(1): 137-141, (1980).
- ZUIM, S.M.F. & MENDES, E.G.. A Influência da salinidade na taxa respiratória de dois mexilhões, *Perna perna* e *Brachidontes solisianus* (Mollusca, Bivalvia). **Rev. Bras. Biol.**, **41**(1): 57-61, (1981).