

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

Márcia Santos Nunes GALVÃO^{1,3}; Marcelo Barbosa HENRIQUES¹;
Orlando Martins PEREIRA¹; Hércio Luís de Almeida MARQUES²

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 Praia de Guaraú, início da Estação Ecológica Juréia-Itatins, município de Peruíbe, SP, local mais exposto às ondas do mar. Coletaram-se mensalmente, de cada local, 40 mexilhões adultos, no período de outubro de 2000 a setembro de 2001. Registraram-se dados de biometria, proporção sexual, estágio de maturação gonadal e infestação parasitária. Verificou-se que os animais se 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 àquela registrada em Guaraú. Em Guaraú observaram-se vários picos de desova ao longo do ano. 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 a 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 no 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*

REPRODUCTIVE CYCLE AND PARASITARIAN INFESTATION OF *Perna perna* (LINNAEUS, 1758) MUSSELS

ABSTRACT

The reproductive cycle and the parasitarian infestation of *Perna perna* mussels from Urubuqueçaba Island (Santos - SP), a sheltered site, and Guaraú Beach (Peruíbe - SP), located in a place of open sea, were studied. The study was conducted from October 2000 to September 2001. Biometric data, sex ratio, 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) for the mussels from Guaraú, and in September (spring) and January (summer) for the mussels from Urubuqueçaba. In Guaraú, many spawning peaks occur along the year. The 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 for the mussels from Urubuqueçaba and in autumn and winter for those from Guaraú, probably due to the lower temperatures and rainfall along these periods.

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

Nota Científica: Recebida em 12/02/2005 - Aprovada em 18/10/2005

¹ Pesquisador Científico - Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Pescado Marinho
Instituto de Pesca - APTA - SAA

² Pesquisador Científico - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento de Peixes Ornamentais
Instituto de Pesca - APTA - SAA

³ Endereço/Address: Av. Bartolomeu de Gusmão, 192 - CEP: 11030-906 - Santos - SP - Brasil

* Trabalho financiado pela FAPESP

INTRODUÇÃO

A grande maioria dos mexilhões da espécie *Perna perna* comercializados no Brasil são oriundos de estoques naturais. Na última década (1990), a mitilicultura expandiu-se, 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 estoques naturais para dar início aos cultivos (HENRIQUES *et al.*, 2001).

A maior desvantagem do processo de extração reside na dificuldade cada vez maior de se encontrarem estoques naturais com sementes em abundância, já que os mesmos se acham sobreexplorados, particularmente aqueles de fácil acesso. Em alguns locais, como no litoral da região de Cabo Frio (RJ), a recuperação dos estoques é muito rápida, devido às condições ambientais favoráveis, principalmente em razão 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 a taxa de renovação de seus estoques é bem menor. A raspagem dos costões acarreta um forte impacto ambiental, pois junto com os mexilhões são extraídas outras espécies, tanto animais como vegetais, essenciais à 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 a determinação das épocas mais adequadas ao lançamento dos coletores comerciais de sementes. Conhecer a influência da contaminação orgânica e inorgânica sobre as condições fisiológicas 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 estoques naturais, a fim de que estes possam recompor-se, garantido sua conservação.

Segundo HENRIQUES *et al.* (2000), a Baía de Santos apresenta maior contaminação bacteriológica que a Praia de Guaraú, em Peruíbe, ambos locais situados na Baixada Santista, e a contaminação em Urubuqueçaba é até 24 vezes superior, atingindo valores de coliformes fecais que condenam o animal para o consumo humano (NMP > 110,00/g). Pelos dados anteriormente mencionados, verifica-se que quanto mais distante das baías de Santos e de São Vicente for o local, menor é a carga poluidora. Isto porque o estuário de Santos, por ser um sistema mais

fechado, funciona como calha, onde se acumulam sedimentos, e, por isso, retém maiores quantidades de poluentes, enquanto que as demais áreas situam-se em ambiente aberto, onde a renovação da água oceânica é constante e a concentração humana é menor, apresentando, por isso, menor poluição.

Face ao exposto, optou-se por investigar os estoques naturais de Guaraú e de Urubuqueçaba, que apresentam características ambientais distintas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar o ciclo reprodutivo e a infestação parasitária de duas populações de mexilhões oriundas de duas localidades: Ilha Urubuqueçaba, situada na Baía de Santos, local mais abrigado, e praia de Guaraú, situada no início da Estação Ecológica Juréia-Itatins, município de Peruíbe, área mais exposta à ação de ondas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do trabalho coletaram-se aleatoriamente 40 mexilhões (*Perna perna*) adultos 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 e LIMA PEREIRA, 1988), utilizando-se paquímetro de legibilidade 0,05 milímetro. 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. Os valores médios das variáveis biométricas foram calculados, obtendo-se, ainda, o intervalo de confiança ($\bar{X} \pm t.s_{\bar{x}}$), o desvio padrão (s) e o coeficiente de variação (C.V.), a fim de verificar se o número de indivíduos coletados foi representativo.

Posteriormente, as valvas foram afastadas para determinação do sexo, do estágio gonadal e da porcentagem de indivíduos parasitados. Para tanto, os mexilhões foram abertos por secção do músculo adutor, feita com um bisturi inserido entre as valvas. Em seguida, as valvas foram examinadas sob microscópio estereoscópico para registro do aspecto do tecido gonádico e diagnóstico do sexo. Para a definição do sexo utilizou-se a seguinte nomenclatura: M - macho; F - fêmea; I - indefinido (indivíduo do qual não foi possível identificar o sexo, por estar com o tecido gonádico completamente esgotado ou

por estar infestado 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 χ^2 (qui-quadrado) (LOPES, 1999).

Para determinação do estágio de maturação gonadal de cada indivíduo utilizou-se a classificação empregada por LUNETTA (1969). Os estádios I (imaturado) 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 realizada com base nas descrições de FERNANDES (1981) e MAGALHÃES (1998) para os parasitos mais comuns de *P. perna*. O trematóide *Bucephalus* sp. necessita de observação em 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 χ^2 (qui-quadrado) (LOPES, 1999).

Dos animais, nos quais havia dúvida quanto ao sexo, estágio gonadal e presença de parasitos, pequenas amostras do tecido gonádico foram retiradas e fixadas em líquido de Bouin. Após a fixação, procedeu-se à 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 ultra-micrótomo 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 em microscópio óptico. Se, mesmo após o exame, persistisse dúvida quanto ao sexo do animal, este era classificado como de sexo indeterminado. As lâminas foram fotografadas em microscópio Leica DMLS, utilizando-se câmera Leica DC100.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Biometria e proporção sexual

O comprimento da concha dos mexilhões coletados em Urubuqueçaba ao longo do ano foi em média 53,28 mm ($n=480$; $s=8,45$; C.V.=15,76%), ao passo que os coletados em Guaraú apresentaram comprimento médio de 45,68 mm ($n=480$; $s=5,00$; C.V.=10,90). Verifica-se que, pelos tamanhos apresentados, todos os animais estavam em fase reprodutiva. Nas tabelas 1 e 2 pode-se observar os

valores médios mensais das variáveis biométricas e o intervalo de confiança. Nota-se que o coeficiente de variação (C.V.) foi inferior a 10% na maioria dos meses, e que em outros apresentou valores em torno de 15%, não ultrapassando 17%, indicando que a amostragem foi bem conduzida e que o número de animais coletados foi suficiente para as análises realizadas no trabalho. Com relação ao peso total, o coeficiente de variação foi mais elevado em todos os meses de coleta, variando em torno de 20 a 30%. Esta maior variação se deve ao fato de o peso ser uma variável que depende de diversos fatores, dentre os quais o estado nutricional, o estágio de maturação gonadal e o conteúdo de água intervalvar, fatores esses que vão determinar peso maior ou menor para espécimes de tamanhos semelhantes.

Em ambos os locais de coleta houve predominância de machos. Do total de mexilhões coletados em Urubuqueçaba ao longo do ano, 60,2% eram machos e 38,3%, fêmeas (Tabela 3). Em Guaraú, a porcentagem de machos e a de fêmeas foram 53,7% e 44,2%, respectivamente (Tabela 4). A proporção de machos e fêmeas foi de 1,57:1 em Urubuqueçaba e de 1,22:1 em Guaraú.

Analisando-se as tabelas 3 e 4, verifica-se que em Urubuqueçaba, do total de animais coletados 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 χ^2 . No entanto, comparando-se mês a mês, pode-se verificar que, na maioria dos meses, para ambas as estações de coleta, não houve diferença significativa entre as ocorrências de machos e de 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.

MAGALHÃES (1998) observou que a proporção sexual variou em três 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 o total de animais coletados, a autora verificou que a razão sexual foi de $1,03 \pm 0,18$. ALFARO *et al.* (2001), trabalhando com o mexilhão *Perna canaliculus*, obtiveram proporção sexual de 1:1 em todas as classes de tamanho estudadas, tendo sido encontrado apenas um indivíduo hermafrodita.

Tabela 1. Valores das variáveis biométricas de exemplares de mexilhão *Perna perna* coletados em Urubueçaba (SP) no período de out./2000 a set./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 da concha (mm)	$X \pm t_{s_x}$	41,84 ± 0,57	59,88 ± 2,59	58,61 ± 1,82	54,53 ± 1,74	52,50 ± 2,08	45,54 ± 1,69	54,19 ± 1,10	57,43 ± 1,39	61,37 ± 2,00	57,29 ± 1,66	51,43 ± 2,85	43,33 ± 1,67
	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
	C.V. (%)	4,23	13,56	9,73	10,02	12,42	11,64	6,36	7,61	10,19	9,07	17,33	12,09
Altura da concha (mm)	$X \pm t_{s_x}$	20,24 ± 0,48	29,10 ± 0,85	28,63 ± 0,85	26,18 ± 0,81	25,03 ± 0,90	21,85 ± 0,62	24,7 ± 0,72	25,76 ± 0,91	29,27 ± 0,79	27,11 ± 0,72	25,37 ± 0,88	21,64 ± 0,65
	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
	C.V. (%)	7,39	9,17	9,27	9,75	11,32	8,90	9,17	10,89	8,45	8,27	10,88	9,35
Largura da concha (mm)	$X \pm t_{s_x}$	16,12 ± 0,52	22,46 ± 1,09	21,74 ± 0,96	20,16 ± 0,72	18,98 ± 0,97	17,19 ± 0,84	18,39 ± 0,42	20,27 ± 0,65	21,76 ± 0,74	20,18 ± 0,46	19,41 ± 0,71	16,30 ± 0,51
	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
	C.V. (%)	10,02	15,15	13,88	11,19	16,04	15,34	7,16	10,09	10,63	7,14	11,43	9,71
Peso Total (g)	$X \pm t_{s_x}$	7,33 ± 0,44	20,94 ± 2,82	17,60 ± 1,71	14,37 ± 1,38	13,57 ± 1,58	9,66 ± 1,05	12,81 ± 0,77	15,47 ± 1,22	19,59 ± 2,15	15,32 ± 1,09	12,86 ± 1,03	8,47 ± 0,93
	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
	C.V. (%)	18,76	42,20	30,36	30,02	36,45	34,11	18,86	24,71	34,41	22,20	25,07	34,29

*n = 40 indivíduos coletados

t de Student (39 g.l.; $\infty = 0,05$) = 2,02; s_x = erro padrão da média; s = desvio padrão; C.V. = coeficiente de variação**Tabela 2.** Valores das variáveis biométricas de exemplares de mexilhão *Perna perna* coletados em Guaraú (SP) no período de out./2000 a set./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 da concha (mm)	$X \pm t_{s_x}$	50,27 ± 1,37	42,82 ± 0,89	50,11 ± 1,36	42,98 ± 1,35	41,44 ± 1,46	49,12 ± 1,22	49,63 ± 1,57	44,69 ± 1,12	47,24 ± 2,14	43,07 ± 0,88	46,79 ± 1,41	45,15 ± 1,11
	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
	C.V. (%)	8,60	6,51	8,50	9,84	11,02	7,79	9,92	7,82	14,17	6,39	9,46	7,72
Altura da concha (mm)	$X \pm t_{s_x}$	23,77 ± 0,60	20,74 ± 0,44	23,68 ± 0,64	19,76 ± 0,59	20,09 ± 0,68	21,88	22,84 ± 0,50	19,87 ± 0,49	21,82 ± 0,50	19,82 ± 0,44	20,85 ± 0,58	20,96 ± 0,44
	s	1,88	1,41	2,00	1,83	2,14	1,79 ± 0,57	1,58	1,53	1,57	1,39	1,82	1,37
	C.V. (%)	7,90	6,78	8,45	9,28	10,63	8,17	6,90	7,72	7,19	7,02	8,74	6,53
Largura da concha (mm)	$X \pm t_{s_x}$	19,10 ± 0,49	16,76 ± 0,56	20,04 ± 0,67	14,92 ± 0,77	15,80 ± 0,76	17,25 ± 0,44	18,80 ± 0,51	16,42 ± 0,42	17,35 ± 0,49	16,72 ± 0,51	18,40 ± 0,61	17,08
	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
	C.V. (%)	8,00	10,58	10,48	16,24	15,04	8,01	8,47	8,07	8,78	9,48	10,42	8,01
Peso Total (g)	$X \pm t_{s_x}$	7,33 ± 0,87	7,84 ± 0,50	12,62 ± 0,98	7,15 ± 0,89	7,14 ± 0,91	9,10 ± 0,74	11,45 ± 0,73	7,63 ± 0,56	9,89 ± 0,80	7,57 ± 0,60	9,69 ± 0,84	7,82 ± 0,51
	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
	C.V. (%)	22,70	20,14	24,30	38,91	39,84	25,45	19,84	23,15	25,36	25,05	27,27	20,25

*n = 40 indivíduos coletados

t de Student (39 g.l.; $\infty = 0,05$) = 2,02; s_x = erro padrão da média; s = desvio padrão; C.V. = coeficiente de variação

Tabela 3. Frequências absoluta e relativa de exemplares machos (M), fêmeas (F) e indefinidos (I) de mexilhão *Perna perna* coletados em Urubuqueçaba (SP) no período de out./2000 a set./2001

Mês/Ano	M	F	M + F	X ²	I	Total	%M	%F	%I
out./00	22	18	40	0,40ns	0	40	55,0	45,0	0,0
nov./00	22	18	40	0,40ns	0	40	55,0	45,0	0,0
dez./01	26	14	40	3,60ns	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	3,60ns	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	0,11ns	2	40	45,0	50,0	5,0
mai./01	20	20	40	0,00ns	0	40	50,0	50,0	0,0
jun./01	18	20	38	0,11ns	2	40	45,0	50,0	5,0
jul./01	19	21	40	0,10ns	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	0,68ns	3	40	40,0	52,5	7,5
Total	289	184	473	23,31**	7	480	60,2	38,3	1,5

* valor significativo em nível de 5% de probabilidade

** valor significativo em nível de 1% de probabilidade

(Teste de X²: G.L. = 1; ∞ = 0,05; valor crítico = 3,84)

(Teste de X²: G.L. = 1; ∞ = 0,01; valor crítico = 6,64)

Tabela 4. Frequências absoluta e relativa de exemplares machos (M), fêmeas (F) e indefinidos (I) de mexilhão *Perna perna* coletados em Guaraú (SP) no período de out./2000 a set./2001

Mês/Ano	M	F	M + F	X ²	I	Total	%M	%F	%I
out./00	16	22	38	0,94ns	2	40	40,0	55,0	5,0
nov./00	26	14	40	3,60ns	0	40	65,0	35,0	0,0
dez./00	15	25	40	2,50ns	0	40	37,5	62,5	0,0
jan./01	24	16	40	1,60ns	0	40	60,0	40,0	0,0
fev./01	25	15	40	2,50ns	0	40	62,5	37,5	0,0
mar./01	25	15	40	2,50ns	0	40	62,5	37,5	0,0
abr./01	21	19	40	0,10ns	0	40	52,5	47,5	0,0
mai./01	25	14	39	2,10ns	1	40	62,5	35,0	2,5
jun./01	19	18	37	0,03ns	3	40	47,5	45,0	7,5
jul./01	23	17	40	0,90ns	0	40	57,5	42,5	0,0
ago./01	24	15	39	2,08ns	1	40	60,0	37,5	2,5
set./01	15	22	37	1,32ns	3	40	37,5	55,0	7,5
Total	258	212	470	4,50*	10	480	53,7	44,2	2,1

* valor significativo em nível de 5% de probabilidade

(Teste de X²: G.L. = 1; ∞ = 0,05; valor crítico = 3,84)

(Teste de X²: G.L. = 1; ∞ = 0,01; valor crítico = 6,64)

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 a de fêmeas foram estatisticamente iguais. Nenhum exemplar hermafrodita foi encontrado durante as coletas.

Ciclo reprodutivo

Em Urubuqueçaba constatou-se maior frequência

de animais cheios (repleção total e parcial do tecido gonádico) durante o ano (Figura 1). Em Guaraú houve vários picos de desova ao longo do ano (Figura 2).

Verificou-se a presença de animais maduros (IIIA) em todos os meses do período estudado. Em Urubuqueçaba predominaram animais no estágio IIIA, na maior parte dos meses, com exceção de setembro, quando a maioria dos animais apresentou tecido gonádico parcialmente ou totalmente vazio (IIIB) (Figura 1 e Tabela 5). Em Guaraú observou-se maior frequência de animais com repleção total dos folículos

(IIIA) nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2000 e em 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 2 e Tabela 6).

Os dados mostram que, nos locais estudados, os mexilhões se reproduzem praticamente durante todo o ano, com picos variáveis ao longo do ano. Em Guaraú, esses picos de reprodução ocorreram nos meses de janeiro-fevereiro (verão), maio (outono) e julho-agosto (fim do inverno). Em Urubuqueçaba verificou-se a existência de um pico de reprodução em setembro (primavera) e outro, menor, em janeiro (verão). Esses dados corroboram, em parte, as 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 *et al.* (1992) observaram, além desses, um período de acentuada atividade reprodutiva no verão (janeiro-fevereiro).

MAGALHÃES *et al.* (1987) constataram que, no litoral de Florianópolis, Santa Catarina, a eliminação de gametas de *P. perna* ocorreu durante o todo o ano, com mais intensidade no verão e depois na primavera. ARAÚJO (1994), por sua vez, registrou a liberação de gametas no decorrer de todo o ano, com picos em abril e dezembro.

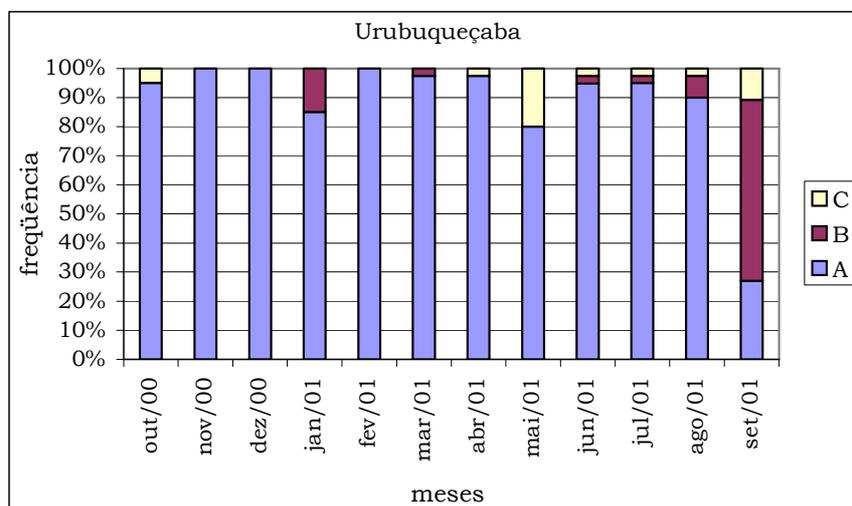


Figura 1. Frequência relativa de mexilhões *Perna perna* nos estádios de maturação gonadal IIIA, IIIB e IIIC, coletados em Urubuqueçaba (SP) no período out./2000 - set./2001

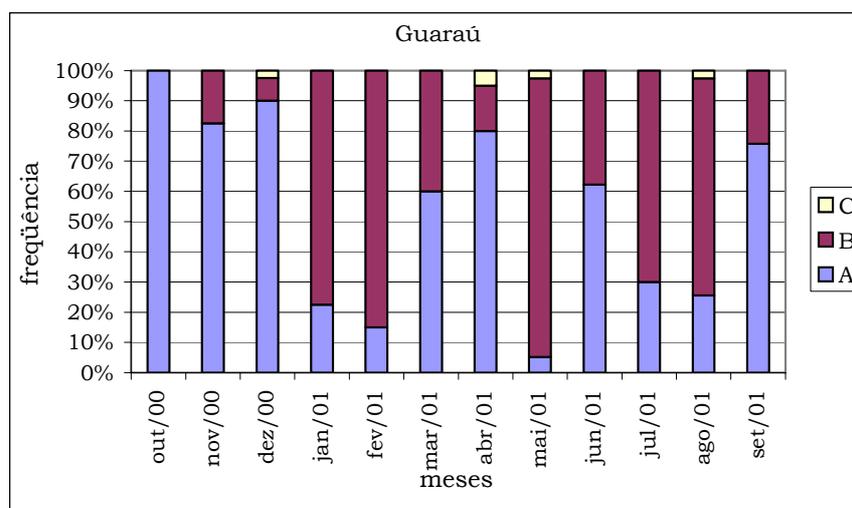


Figura 2. Frequência relativa de mexilhões *Perna perna* nos estádios de maturação gonadal IIIA, IIIB e IIIC, coletados em Guaraú (SP) no período out./2000 - set./2001

Tabela 5. Número de mexilhões *Perna perna* nos estádios de maturação (E.M.) IIIA, IIIB e IIIC, coletados em Urubuqueçaba (SP) no período de out./2000 a set./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 6. Número de mexilhões *Perna perna* nos estádios de maturação (E.M.) IIIA, IIIB e IIIC, coletados em Guaraú (SP) no período de out./2000 a set./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

As diferenças ocorridas nos períodos reprodutivos entre os dois locais de coleta (Urubuqueçaba e Guaraú) e entre os resultados obtidos por MAGALHÃES *et al.* (1987) e ARAÚJO (1994) provavelmente estão relacionadas às variações das condições abióticas que ocorrem de local para local e mesmo de ano para ano num mesmo local, como também foi observado por MARQUES *et al.* (1992) na região de Ubatuba (SP).

Descrição histológica dos estádios de maturação sexual

A figura 3a mostra aspecto de uma região do tecido gonádico de macho no estágio IIIC (restauração das gônadas). Nota-se que os ácinos gonádicos apresentam forma radial, convergindo para o centro, podendo-se observar toda a série de células da linhagem germinativa. Na figura 3b observam-se espermatogônias em divisão ativa, numerosos espermatócitos formando uma larga camada da periferia para o centro do ácino, seguido por espermatídes, e uns poucos espermatozóides no lúmen. Nesta fase, o tecido conjuntivo ainda é abundante.

À medida que os animais amadurecem, vai ocorrendo repleção do tecido gonádico (estádio IIIA), e os ácinos gonádicos tornam-se maiores, com uma fina camada de tecido conjuntivo. A camada de células germinativas e espermatócitos torna-se mais

delgada, podendo-se observar grande número de espermatídes e espermatozóides convergindo para o centro do folículo. Numa fase mais avançada, os espermatócitos e espermatídes terminam seu desenvolvimento, os ácinos encerram somente espermatozóides, havendo 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. Pode-se observar nos folículos gametas residuais e, ainda, pequenos lotes de espermatogônias na borda interna (MAGALHÃES, 1998).

A figura 4a mostra aspecto do tecido gonádico de fêmea de *P. perna* no estágio IIIA (repleção total). Nesta fase, os folículos são grandes e justapostos, com tecido conjuntivo praticamente inexistente. Aderidas às paredes, podem ser observadas células em vitelogênese e, preenchendo o lúmen, células maduras. Ovogônias e ovócitos em vitelogênese também são encontrados, mas em pequena quantidade.

A figura 4 evidencia detalhes de ovogônias (b), ovócitos em vitelogênese (c) e ovócitos maduros (d). Verifica-se que a ovogônia tem 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 a zona de contato com a parede folicular. Na figura 4c pode-se observar um ovócito em vitelogenese 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 4d).

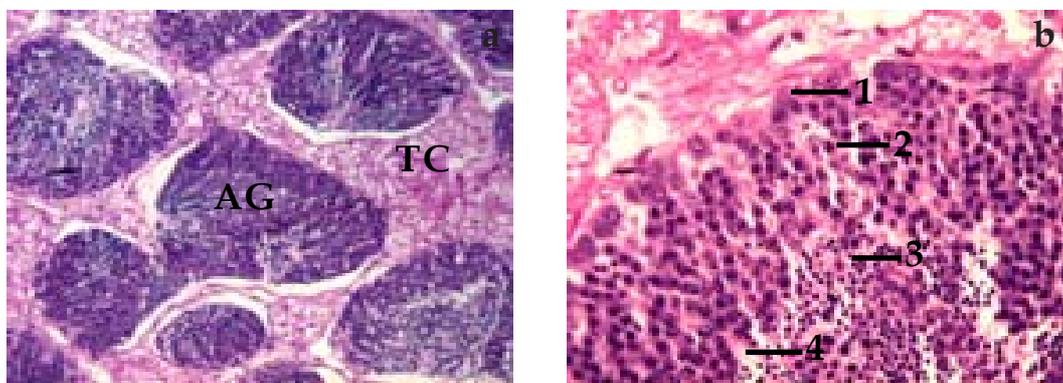


Figura 3. Tecido gonádico de macho de mexilhão *Perna perna* no estágio IIIIC (fase de restauração): a - Visão geral: AG = ácino gonádico; TC = tecido conjuntivo. Aum.: 100x.; b - Detalhe do ácino gonádico: 1 - espermatogônias; 2 - espermatócitos; 3 - espermátides; 4 - espermatozóides. Aumento: 400x. Coloração: HE

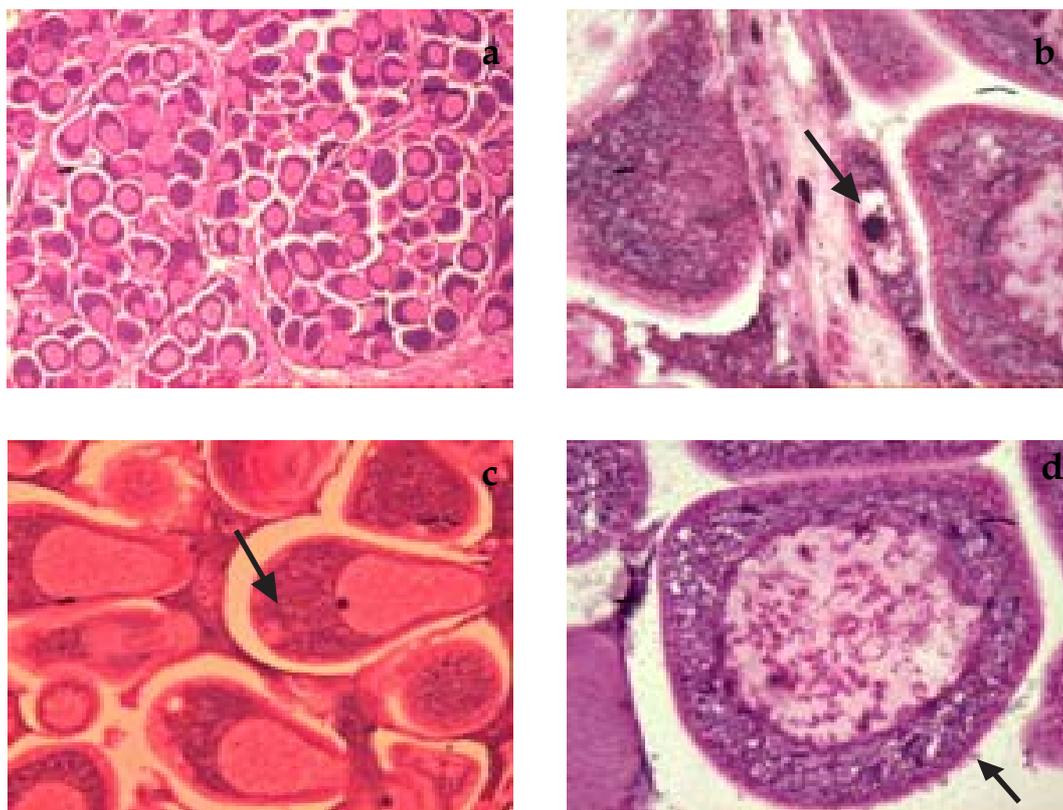


Figura 4. Tecido gonádico de fêmea de *Perna perna* no estágio IIIA (repleção total dos folículos pelos gametas). a - Visão geral. Aum. 100x.; b - Detalhe de uma ovogônia (→). Aum. 1.000x; c - Detalhe de um ovócito em vitelogenese (→) (Aum. 400x); d - Detalhe de um ovócito maduro (→) (Aum. 1.000x). Coloração: HE

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

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 por tecido conjuntivo, que inicia o seu desenvolvimento após o estágio IIIB. Na figura 6a pode-se observar que os folículos são pequenos e se encontram mais afastados uns dos outros, havendo abundância de tecido conjuntivo e heterogeneidade das células. Nesta fase encontram-se desde ovogônias até ovócitos em vitelogênese, com alguns gametas maduros soltos no lúmen (Figura 6b). A figura 6c mostra detalhe de folículo contendo numerosas células germinativas precursoras de ovogônias.

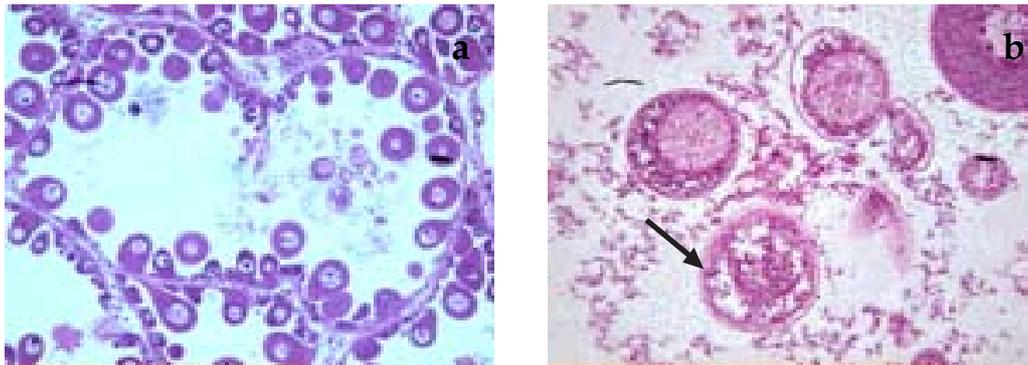


Figura 5. Tecido gonádico de fêmea de mexilhão *Perna perna* no estágio IIIB (esvaziamento): a - Folículo praticamente vazio, com alguns ovócitos maduros e em citólise no lúmen e algumas células em vitelogênese, aderidas à parede do folículo. Aum. 100x; b - Detalhe de ovócitos em citólise (→). Aum. 400x. Coloração: HE

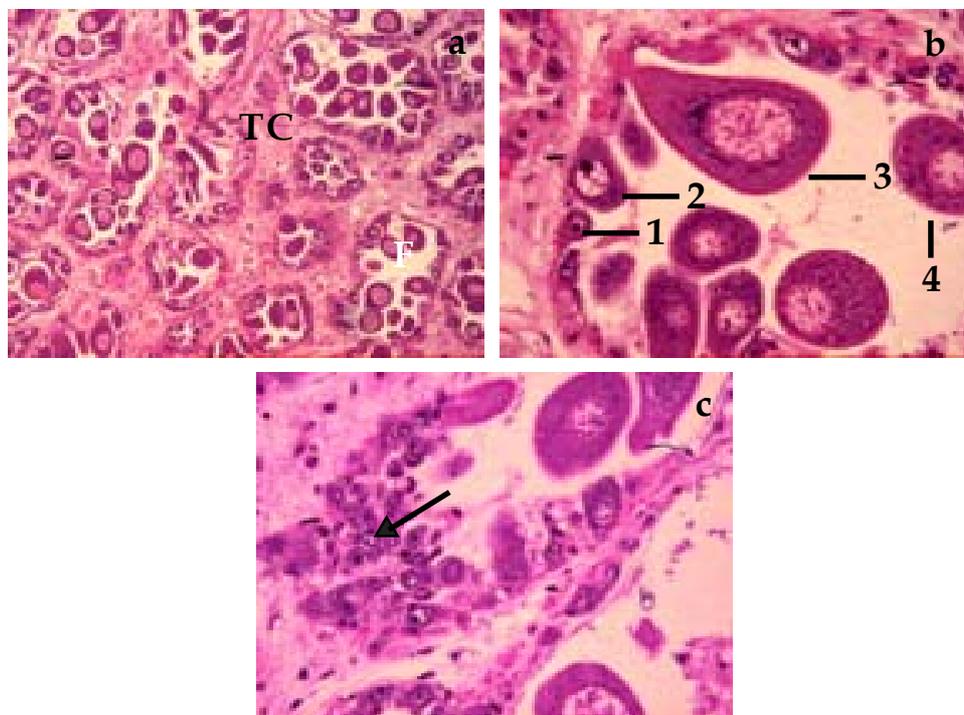


Figura 6. Tecido gonádico de fêmea de *Perna perna* no estágio IIIC: a - Visão geral mostrando folículos (F) e tecido conjuntivo (TC). Aum. 100x.; b - Detalhe de folículo, mostrando ovogônia (1), ovócito em pré-vitelogênese (2), em vitelogênese (3) e maduro (4). Aum. 400x.; c - Detalhe da parede do folículo, 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., parasito mais freqüente em *Perna perna* (FERNANDES, 1981; MAGALHÃES, 1998).

Do total de 960 indivíduos coletados nos dois locais de coleta, ao longo do ano, 56 estavam parasitados com *Bucephalus* sp., sendo 37 oriundos de Urubuqueçaba e 19, de Guaraú (Tabela 7), não tendo sido constatada a presença de outros parasitos também comuns em *Perna perna*, tais como *Polydora* sp. e *Pinnotheres* sp. CALVO-UGARTEBURU e MCQUAID (1998a), em estudo sobre epidemiologia de trematóides em mexilhões *P. perna*, constataram que os parasitos mais freqüentes foram metacercárias de *Proctoeces* e esporocistos de bucephalídeos, com taxas de infestação superiores a 62 e 49%, respectivamente.

Tabela 7. Número e porcentagem de mexilhões *Perna perna* parasitados por *Bucephalus* sp., dentre os animais coletados em Urubuqueçaba (SP) e Guaraú (SP), no período de out./2000 a set./2001. (Número total de indivíduos coletados em cada estação: 480)

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

Os animais parasitados são facilmente identificados a olho nu, pois o manto apresenta-se com coloração alaranjada. No entanto, a determinação do sexo é dificultada e, dependendo do nível de infestação, necessita de 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 a gametogênese. Os efeitos deletérios deste parasito 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 cinco casos de parasitismo por trematóides, principalmente na região gonadal, em um total de 881 indivíduos analisados ao longo de 13 meses de coleta. Dentre os espécimes infestados, apenas em dois 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 parasito ainda não foi total.

No presente trabalho, vários animais coletados não puderam ser identificados quanto ao sexo, devido à alta infestação do parasito. Em alguns mexilhões, a determinação do sexo só foi possível após análise histológica, como mostra a figura 7, onde se pode observar alguns ovócitos remanescentes. Na figura 8 observa-se, em detalhe, a presença de esporocistos e cercárias do trematóide *Bucephalus* sp.

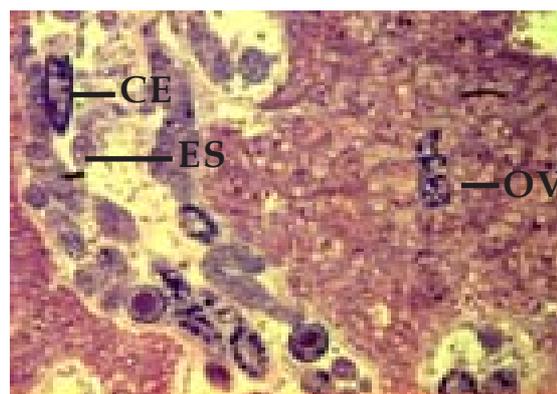


Figura 7. Aspecto geral do manto de fêmea de *Perna perna* infestada por cercárias (CE) e esporocistos (ES) de *Bucephalus* sp., onde se pode observar alguns ovócitos (OV) remanescentes. Aum. 100 x. Coloração: HE

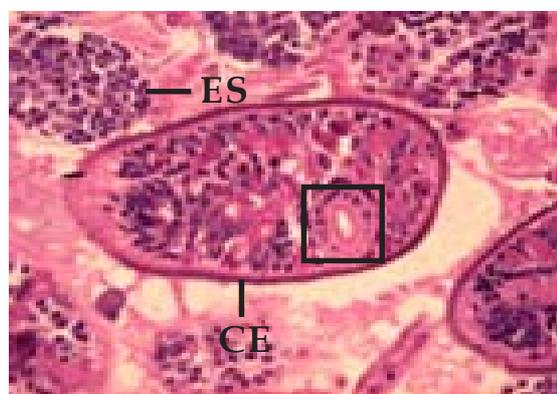


Figura 8. Detalhes da cercária (CE), com ventosa (em destaque), e do esporocisto (ES) de *Bucephalus* sp. Aum. 400x. Coloração: HE

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

A incidência de parasitismo nos exemplares coletados nas duas estações de amostragem foi significativa ($p < 0,05$), quando comparadas pelo teste de X^2 , mostrando que a ocorrência de parasitos foi superior nos animais provenientes de Urubuqueçaba, onde o número de animais infestados foi quase o dobro daquele registrado dentre os exemplares coletados em Guaraú (Tabelas 7 e 8) ($X^2 = 6,14^*$; $p < 0,05$).

A maior incidência de *Bucephalus* sp. em mexilhões de Urubuqueçaba pode estar relacionada à 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 4,0% em Guaraú (Tabela 7). Outra explicação para isso poderia ser o fato de a Ilha Urubuqueçaba estar mais abrigada, menos exposta às ondas, 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 à observada neste trabalho. Segundo a autora, esta diferença pode ser explicada pela maior dispersão dos ovos e larvas desse parasito 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 próximo às populações de mexilhões, onde eliminam os ovos do parasito, já que melhores condições de obtenção de alimento ou abrigo devam ser encontradas nesse ambiente.

Agrupando-se, ainda, os dados mensais, como mostram as tabelas 9 e 10, verifica-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, em Urubuqueçaba, e no outono e inverno, em Guaraú, coincidindo com períodos de temperaturas mais amenas e de menor pluviosidade. No período de verão, a infestação foi baixa em ambas as estações de coleta (Tabelas 9 e 10). 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 8. Tabela de contingência (2x2), mostrando a frequência observada (Fo) e a esperada (Fe) de mexilhões *Perna perna* parasitados e não parasitados nas duas estações de coleta: Urubuqueçaba (SP) e Guaraú (SP), no período out./2000 - set./2001, para aplicação do teste X^2

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

$$X^2 = 6,14^*$$

* valor significativo em nível de 5% de probabilidade

(G.L. = 1; $\infty = 0,05$; valor crítico = 3,84)

(G.L. = 1; $\infty = 0,05$; valor crítico = 6,64)

Tabela 9. Tabela de contingência (2x4), mostrando a frequência observada (Fo) e a esperada (Fe) de mexilhões *Perna perna* parasitados e não parasitados em quatro épocas do ano (primavera, verão, outono e inverno), em Urubuqueçaba (SP), no período out./2000 - set./2001, 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

$$X^2 = 10,63^{**}$$

** valor significativo em nível de 1% de probabilidade

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

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

Tabela 10. Tabela de contingência (2x4), mostrando a frequência observada (Fo) e a esperada (Fe) de mexilhões *Perna perna* parasitados e não parasitados em quatro épocas do ano (primavera, verão, outono e inverno), em Guaraú (SP), no período out./2000 - set./2001, para aplicação do teste χ^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

$\chi^2 = 25,77^{**}$

** valor significativo em nível de 1% de probabilidade

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

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

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 constatados casos de hermafroditismo.

Nesta estação, a frequência de animais cheios (repleção total e parcial das gônadas) foi superior à de Guaraú. Em Guaraú ocorreram vários picos de desova ao longo do ano.

Os mexilhões se 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 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 no outono e inverno, para os de Guaraú, coincidindo com épocas de temperaturas mais amenas e menor pluviosidade.

AGRADECIMENTOS

À Oficial de Apoio à Pesquisa, Delcira Fátima Santos Vieira, pela colaboração prestada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, A.A.B. 1994 *Obtenção de sementes de mexilhão *Perna perna* (Bivalvia - Mytilidae) em estruturas manufaturadas, na Ponta do Papagaio, Palhoça - Santa Catarina.* Florianópolis. 107p. (Dissertação de Mestrado. Departamento de Aqüicultura, UFSC).
- ARAÚJO, C.M. 2001 *Biologia reprodutiva do berbigão *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1769) (Molusca, Bivalvia, Veneridae).* São Paulo. 204p. (Tese de Doutorado. Departamento de Biologia do Instituto de Biociências, USP).
- ALFARO, A.C.; JEFFS, A.G.; HOOKER, S.H. 2001 Reproductive behavior of the green-lipped mussel, *Perna canaliculus*, in northern New Zealand. *Bull. Mar. Sci.*, 69(3): 1095-1108.
- CALVO-UGARTEBURU, G. e MCQUAID, C.D. 1998a 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.
- CALVO-UGARTEBURU, G. e MCQUAID, C.D. 1998b Parasitism and invasive species: Effects of digenetic trematodes on mussels. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 169: 149-163.
- FERNANDES, F.C. 1981 *Ecologia e biologia do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758), na região de Cabo Frio - Brasil.* São Paulo. 145p. (Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, USP).
- HENRIQUES, M.B., PEREIRA, O.M., ZAMARIOLLI, L.A., FAUSTINO, J.S. 2000 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, Fortaleza*, 33: 69-76.
- HENRIQUES, M.B.; MARQUES, H.L.A.; BARRELLA, W.; PEREIRA, O.M. 2001 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*, Rio Claro, 1(2): 85-100
- LOPES, P.A. 1999 *Probabilidades e estatística*. Rio de Janeiro: Reichmann e Affonso Editores. 174p.
- LUNETTA, J.E. 1969 Fisiologia da reprodução dos mexilhões (*Mytilus perna* - Mollusca Lamellibranchia). *Bol. Fac. Filos. Ciênc.*, São Paulo, 26: 33-111.
- MAGALHÃES, A.R.M.; FERREIRA, J.F.; CASAS, M.G. 1987 Ciclo reprodutivo do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia, Mytilidae) na região do Pântano do Sul - Ilha de Santa Catarina, SC. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MALACOLOGIA, São Paulo, 1987. *Anais...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Malacologia. p.113-116.
- MAGALHÃES, A.R.M. 1998 *Efeito da parasitose por Trematoda Bucephalidae na reprodução, composição bioquímica e índice de condição de mexilhões Perna perna (L.)*. São Paulo. 185p. (Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, USP).
- MARQUES, H.L.A. e LIMA PEREIRA, R.T. 1988 Mexilhões: Biologia e Criação. *Bol. Téc. Inst. Pesca*, São Paulo, 12: 1-31.
- MARQUES, H.L.A.; LIMA PEREIRA, R.T.; CORREA, B.C. 1992 Levantamento dos principais bancos naturais de mexilhões (*Perna perna*) existentes no litoral do Município de Ubatuba (SP). *Bol. Tec. Inst. Pesca*, São Paulo, 16: 1-17.
- VÉLEZ, A.R. 1971 Flutuacion mensual del indice de engorde del mejillon *Perna perna* natural y cultivado. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 10(2): 3-8.