

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

LÍGIA MARIA BORGES MARQUES SANTANA

**BIOLOGIA REPRODUTIVA E CONSIDERAÇÕES SOBRE
PARASITISMO EM *Lucina pectinata* (MOLLUSCA: BIVALVIA)
EM UM ESTUÁRIO TROPICAL**

Fortaleza
2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

LÍGIA MARIA BORGES MARQUES SANTANA

**BIOLOGIA REPRODUTIVA E CONSIDERAÇÕES SOBRE
PARASITISMO EM *Lucina pectinata* (MOLLUSCA: BIVALVIA)
EM UM ESTUÁRIO TROPICAL**

Dissertação submetida ao Curso de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Ecologia aquática e biogeoquímica - Bioecologia da reprodução de moluscos estuarinos e de água doce.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Cristina de Almeida Rocha Barreira

Fortaleza
2010

S223b Santana, Lígia Maria Borges Marques
Biologia reprodutiva e considerações sobre parasitismo em *Lucina pectinata* (MOLLUSCA: BIVALVIA) em um estuário tropical / Lígia Maria Borges Marques Santana, 2010.
80 f. ; il. color. enc.

Orientadora: Profa. Dra. Cristina de Almeida Rocha-Barreira
Área de concentração: Ecologia aquática
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Depto. de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Fortaleza, 2010.

1. Maturação sexual. 2. Histologia. 3. Trematóides. I. Rocha-Barreira, Cristina de Almeida (Orient.). II. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. III. Título.

CDD 577

LÍGIA MARIA BORGES MARQUES SANTANA

**BIOLOGIA REPRODUTIVA E CONSIDERAÇÕES SOBRE
PARASITISMO EM *Lucina pectinata* (MOLLUSCA: BIVALVIA)
EM UM ESTUÁRIO TROPICAL**

Dissertação submetida ao Curso de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.
Área de concentração: Ecologia aquática e biogeoquímica - Bioecologia da reprodução de moluscos estuarinos e de água doce.

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª Cristina de Almeida Rocha Barreira (Orientadora)
Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR/UFC)

Prof^ª. Dr^ª Helena Matthews- Cascon (examinadora interna)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof^ª. Dr^ª Inês Xavier Martins (examinadora externa)
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA

AGRADECIMENTOS

À Profª Drª. Cristina de Almeida Rocha-Barreira, pela orientação, confiança e todo auxílio para a realização deste trabalho. Muito obrigada por me receber em seu laboratório. Foi uma grande honra conhecê-la e tê-la como exemplo ao longo destes dois anos!

À Fundação Cearense de Apoio à Pesquisa (FUNCAP) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Centro de Diagnóstico de Enfermidades do Camarão Marinho do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará (CEDECAM – LABOMAR/UFC), onde se realizou o processamento histológico.

Ao Laboratório de Geologia Marinha da Divisão de Oceanografia Abiótica (LABOMAR/UFC), onde se realizou a análise do sedimento.

Às professoras Drª Helena Matthews-Cascon e Drª Inês Xavier Martins pelo aceite de participação na banca examinadora.

A toda minha família, em especial meus pais, Olga e Maurício, e meus irmãos e suas esposas, Thiago, Fabiana, Diogo e Simone, que mesmo distantes sempre me apóiam.

Aos amigos do Laboratório de Zoobentos: Wilson, Flávia, Ismália, Rafaela, Aline Previtiera, Diego, Liana Rodrigues, Liana Queiroz, Glauber, Alesson, Luciana, Pedro, Kcrishna, Karine, Márcia e Rossana, todos me ajudaram de formas especiais em diferentes etapas deste trabalho, seja na coleta, no processamento do material, nas análises, nas companhias diárias e nas horas de almoço!

Aos biólogos Tatiana, Hortência e Igor pela ajuda nas coletas.

À minha amiga Aline F. Silva pelas boas risadas e pelo valioso apoio nos momentos mais difíceis.

Aos amigos da turma de mestrado e doutorado, que compartilharam comigo a difícil e importante tarefa de fazer parte da primeira turma de pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais da UFC, em especial aos amigos Francisco Carlos, Andréa e Bruno, grandes parceiros nessa jornada.

À *Lucina pectinata*, à natureza, a Deus.

“Batalhas e mais batalhas têm de repetir-se continuamente com diferente sucesso e, no entanto, tarde ou cedo, as forças ficam tão perfeitamente equilibradas, que o aspecto do mundo permanece uniforme durante longos períodos de tempo, apesar de que a coisa mais insignificante poderia dar vitória a um ser orgânico sobre outro. No entanto, tão profunda é nossa ignorância e tão grande nossa presunção, que nos maravilhamos quando ouvimos falar da extinção de um ser orgânico e, como não podemos observar a causa, invocamos cataclismos que teriam assolado a terra ou inventamos leis sobre a duração da vida.”

A Origem das espécies

Charles Darwin

RESUMO

Nos estuários tropicais, naturalmente complexos devido à dinâmica de marés, períodos de precipitação pluviométrica atuam como distúrbio intermediário. As características ambientais são imprescindíveis na história de vida da biota da região, resultando no estabelecimento de padrões de reprodução ou interferindo no metabolismo dos organismos podendo torná-los mais suscetíveis ao acometimento por parasitas. O bivalve *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791), apesar de apreciado no litoral brasileiro, foi pouco estudado no país até o momento. Este trabalho teve como objetivo caracterizar a biologia reprodutiva de *Lucina pectinata* (Mollusca: Bivalvia, Lucinidae) do estuário do rio Ceará, Fortaleza, CE, Brasil, e efetuar considerações sobre parasitismo por trematóides nesta população, em função das variações ambientais do local. Os exemplares coletados tiveram as gônadas e brânquias analisadas histologicamente. Para determinar a maturação sexual dos indivíduos, empregou-se escala gametogênica com quatro estádios de desenvolvimento gonadal. *Lucina pectinata* apresentou ciclo reprodutivo contínuo, com picos de desova na estação seca. O nível de parasitismo na população foi baixo, e a mesma não está sendo prejudicada pela presença de parasitas. Observaram-se semelhança das variáveis abióticas do local durante a mesma estação, distinguindo-se nitidamente os períodos secos dos chuvosos. O distúrbio pluviométrico é discutido como fator regulador da população de *Lucina pectinata*, contribuindo tanto para sua renovação quanto para controlar a incidência dos parasitas trematóides.

Palavras-chave: Maturação sexual, histologia, brânquias, trematóides, estuário do rio Ceará (CE, Brasil).

ABSTRACT

In tropical estuaries, environments naturally complex due to the tides's dynamics, the rainfall periods act as an intermediate disturbance. The environmental characteristics are important in the biota's life history of the region, resulting in the establishment of reproduction patterns or interfering at organisms metabolism making them more susceptible to being affected by parasites. The bivalve *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791), although appreciated in the Brazilian coast, was little studied in the country so far. This study aimed to characterize the reproductive biology of *Lucina pectinata* (Mollusca: Bivalvia, Lucinidae) from the Ceará river estuary, Fortaleza, CE, Brazil, and make considerations on trematode parasitism in this population, according to local environmental variations. Specimens collected had the gonads and gills assessed histologically. To determine the individuals sexual maturity, was employed gametogenic scale with four stages of gonadal development. *Lucina pectinata* presented continuous reproductive cycle, with peak spawning at dry season. The level of parasitism in the population was low, and the same is not being affected by the presence of parasites. Were observed proximity of the abiotic variables during the same season, distinguishing clearly the dry periods of rainy. Disturbance rainfall is discussed as a factor regulating the population of *Lucina pectinata*, contributing to its renewal and to control the incidence of trematode parasites.

Keywords: Sexual maturation, histology, gills, trematode, Ceará river estuary (CE, Brazil).

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Bivalves com ciclos reprodutivos estudados no Brasil.....	16
Tabela 2. Análise granulométrica das amostras de sedimento do ponto de coleta de <i>Lucina pectinata</i> no estuário do rio Ceará.....	32
Tabela 3. Frequência de <i>Lucina pectinata</i> do estuário do rio Ceará por classes de tamanho.....	34
Tabela 4. Frequência sexual de <i>Lucina pectinata</i> do estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.....	39
Tabela 5. Frequência sexual de <i>Lucina pectinata</i> do estuário do rio Ceará considerando os estádios da escala gametogênica de abril de 2008 a setembro de 2009.....	47
Tabela 6. Análise microscópica das brânquias de <i>Lucina pectinata</i> do estuário do rio Ceará segundo os períodos de pluviosidade.....	52
Tabela 7. Frequência de infecção atribuída à presença de parasitas nas brânquias e gônadas de <i>Lucina pectinata</i> do estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.....	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estuário do rio Ceará.....	24
Figura 2. Medidas realizadas nas conchas de <i>Lucina pectinata</i>	26
Figura 3. Variáveis ambientais do ponto de coleta de <i>Lucina pectinata</i> no estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.....	30
Figura 4. Análise MDS das variáveis abióticas do ponto de coleta de <i>Lucina pectinata</i> no estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.....	33
Figura 5. Biometrias de <i>Lucina pectinata</i> coletadas no estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.....	36
Figura 6. Índice de condição de <i>Lucina pectinata</i> coletadas no estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.....	37
Figura 7. Diferença de coloração das gônadas de <i>Lucina pectinata</i>	38
Figura 8.1. Fotomicrografia dos estádios de desenvolvimento gametogênico masculino de <i>Lucina pectinata</i> (H&E).....	42
Figura 8.2. Fotomicrografia dos estádios de desenvolvimento gametogênico masculino de <i>Lucina pectinata</i> (H&E).....	43
Figura 9.1. Fotomicrografia dos estádios de desenvolvimento gametogênico feminino de <i>Lucina pectinata</i> (H&E).....	44
Figura 9.2. Fotomicrografia dos estádios de desenvolvimento gametogênico feminino de <i>Lucina pectinata</i> (H&E).....	45
Figura 10. Estádios de desenvolvimento das gônadas de <i>Lucina pectinata</i> coletadas no estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.....	49
Figura 11. Presença de parasitas nas gônadas de <i>Lucina pectinata</i> do estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.....	50
Figura 12. Análise microscópica das brânquias de <i>Lucina pectinata</i> do estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.....	53
Figura 13. Fotomicrografia das brânquias de <i>Lucina pectinata</i> (H&E).....	54
Figura 14. Médias dos índices de infecção parasitária das brânquias de <i>Lucina pectinata</i> do estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.....	55

Figura 15. Relação da infecção das brânquias e presença de parasitas nas gônadas com o índice de condição de *Lucina pectinata* do estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.....58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Estuários tropicais: Precipitação como distúrbio intermediário e condições do hábitat na história de vida dos organismos.....	12
1.2. Reprodução de bivalves.....	13
1.3. Ocorrência de parasitismo em bivalves e seus efeitos sobre as populações.....	16
1.4. Índice de condição como medida de condição de saúde em bivalves.....	18
1.5. Espécie alvo: <i>Lucina pectinata</i> (Gmelin, 1791).....	19
1.6. Hipóteses do trabalho.....	21
2. OBJETIVOS.....	22
2.1. Objetivo geral.....	22
2.2. Objetivos específicos.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1. Área de estudo.....	23
3.2. Coletas e amostragem dos indivíduos.....	25
3.3. Análises.....	27
3.3.1. Estudo histológico.....	27
3.3.2. Índice de Condição (IC).....	28
3.3.3. Análise granulométrica do sedimento.....	28
3.3.4. Análise estatística.....	29
4. RESULTADOS.....	30
4.1. Variáveis ambientais.....	30
4.1.1. Granulometria do sedimento.....	32
4.1.2. Análise das variáveis abióticas.....	34
4.2. Variáveis bióticas.....	35
4.2.1. Biometrias de <i>Lucina pectinata</i>	35
4.2.2. Índice de condição.....	38
4.2.3. Ciclo reprodutivo.....	39
4.3. Presença de parasitas.....	50
4.3.1. Análise das gônadas.....	51
4.3.2. Análise das brânquias.....	51
4.3.3. Parasitismo nas brânquias e gônadas.....	57
4.4. Comparações entre as variáveis bióticas e abióticas.....	60
5. DISCUSSÃO.....	61
6. CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS.....	70
ANEXOS.....	80

1. INTRODUÇÃO

1.1. Estuários tropicais: Precipitação como distúrbio intermediário e condições do hábitat na história de vida dos organismos.

Os ecossistemas estuarinos constituem a interface rio-oceano nas regiões costeiras do globo. São áreas naturalmente complexas devido às variações espaço-temporais dos parâmetros hidroquímicos e dinâmica de marés. Os processos naturais de mistura de água dos rios e dos mares e suspensão de sedimentos, nutrientes orgânicos e inorgânicos estimulam a produção primária tornando-os importantes ambientes fornecedores de alimento, refúgio, corredor migratório e criatórios para uma variedade de organismos costeiros e marinhos (DAY *et al.*, 1989). Dessa maneira, encontra-se elevada riqueza de espécies nestes locais, incluindo espécies de importância comercial. Toda esta riqueza e complexidade dos estuários formam condições propícias ao desenvolvimento urbano, social e econômico, sendo constantemente associados à grande influência humana a qual acrescenta a este sistema atividades extrativistas, lançamento de resíduos de agricultura e carcinicultura, efluentes domésticos e industriais, águas de drenagem urbana, entre outros. Estes ambientes são, portanto, altamente estressantes aos organismos ali presentes. A relação da biota às condições físicas e químicas do ambiente é sempre um fator importante considerando-se sua distribuição na natureza (FENCHEL, 1987), logo, os animais estuarinos possuem adaptações fisiológicas que os propiciam viver sob tais condições.

As regiões de clima estável, caracterizadas por amplitudes de temperatura pouco significativas e pluviosidade abundante e regular, constituem meios previsíveis que possibilitam o surgimento de especializações e de adaptações em espécies que ocupam nichos ecológicos mais estreitos e mais numerosos (DAJOZ, 2005). Nos estuários inseridos nestas regiões, as flutuações nas características físico-químicas, como salinidade, temperatura da água e teor de oxigênio dissolvido, somam-se às características da alternância dos períodos de chuva abundante e de seca. As conseqüências dessa instabilidade natural assemelham-se a perturbações, portanto, a distribuição variável da chuva nos estuários tropicais atua como um distúrbio intermediário e promove a sustentação dos recursos dos organismos sob a forma de pulsos (CHESSON *et al.*, 2004). A idéia das perturbações foi introduzida por Connell (1978), que propôs que a elevada diversidade de espécies em florestas tropicais e recifes de coral é

mantida devido a níveis intermediários de distúrbios (Teoria do Distúrbio Intermediário). Em todas as comunidades, os organismos podem morrer ou ser severamente prejudicados por distúrbios que ocorrem com frequência e intensidade variadas. Esta teoria sugere que distúrbios de escalas intermediárias mantêm a diversidade elevada, uma vez que a manutenção de intervalos freqüentes entre os constantes distúrbios possibilitarão que as espécies de baixo poder de crescimento e dispersão alcancem a maturidade (CONNELL, 1978). Sob o ponto de vista dos ecossistemas estuarinos, a ocorrência de distúrbios intermediários, sejam eles naturais (chuva/seca) ou de origem antrópica, tem sido vista como fator intimamente relacionado à manutenção dos organismos no hábitat. Assim, a variabilidade do período de precipitação, associada a mecanismos específicos de coexistência, contribui para a manutenção de elevada diversidade de espécies em regiões áridas e semi-áridas (CHESSON *et al.*, 2004).

As características do ambiente são imprescindíveis sobre a história de vida dos organismos, refletindo em comportamentos reprodutivos, os quais resultarão no estabelecimento de padrões de reprodução (FENCHEL, 1987). Indivíduos idênticos podem ter diferentes estratégias de vida em diferentes hábitats, entretanto, a seleção natural tende a maximizar o valor adaptativo (*fitness*) de cada indivíduo, otimizando o número de descendentes que atingem a maturidade (RODHOUSE; SWINFEN; MURRAY, 1988). As estratégias de histórias de vida particulares dos indivíduos baseiam-se no conjunto de características vitais que incluem as estruturas de idade, taxa de crescimento, taxa de mortalidade, número de descendentes, tamanho ao nascer, idade e tamanho de maturidade sexual, duração de vida, energia investida na reprodução, frequência e duração dos períodos de reprodução (BAZZAZ, 1987). Estudos da biologia das espécies e de suas adaptações são, portanto, fundamentais para a compreensão da evolução das características da história natural em função das condições de vida (STEARNS, 1992).

1.2. Reprodução de bivalves

Várias espécies de moluscos são comumente exploradas para o consumo humano. A coleta constante de bivalves, mesmo de forma artesanal, pode pôr em risco os estoques naturais dessas espécies no futuro, levando à extinção as reservas naturais destes animais

(GIL; TRONCOSO; TOMÉ, 2007) ou prejudicando o crescimento das populações de moluscos (ASSIS, 1985; NGO; CHOI, 2004). Borzone; Pezzuto; Tavares (2003) comentaram que a depleção da população do bivalve *Euvola ziczac* (Linnaeus, 1758), importante recurso pesqueiro das regiões sul e sudeste do Brasil nas décadas de 70 e 80 (chegando a 8,8 toneladas/ano), ocorreu em função da sobre exploração sem manejo apropriado.

Os estudos de biologia reprodutiva são importante ponto de partida para a tomada de decisões em programas de monitoramento, manejo e conservação da biota, incluindo os moluscos, uma vez que possibilitam a previsão de épocas de recrutamento e desova (POWER *et al.*, 2004) e fornecem subsídios ao conhecimento da estrutura e dinâmica das populações exploradas e sua relações com o ambiente em que vivem. A necessidade de estudos adequados da história de vida das diversas espécies de moluscos relaciona-se com a importância na aquisição de conhecimentos sobre sua reprodução (QUAYLE, 1943).

O processo de desenvolvimento da gônada é fundamental no estabelecimento da biologia de qualquer organismo, e a ausência de informações seguras sobre o ritmo e o ciclo reprodutivo dificulta a compreensão de outros aspectos biológicos das espécies (NARCHI, 1976). A duração do período de reprodução, a proporção entre os sexos, o tipo de desova, idade e tamanho em que se inicia a primeira maturação entre outros, são características que compõem a biologia da espécie (VILELA-NASCIMENTO, 1968 a). O exame histológico das gônadas é empregado para descrever o ciclo gametogênico (POWER *et al.*, 2004) e permite analisar as mudanças e transições que ocorrem na constituição do tecido gonadal acompanhando variações do meio exterior (CHRISTIANSEN; BRODSK; CABRERA, 1973), podendo ser relacionadas com atributos populacionais.

O “ciclo reprodutivo” compreende uma série de eventos, desde a ativação, crescimento, gametogênese, liberação de gametas e recesso da atividade das gônadas, que inclui período de repouso, até nova ativação da gônada (GIESE, 1959).

A regulação do ciclo de reprodução dos bivalves é dada pela interação de fatores exógenos e endógenos (WILBUR; OWEN, 1964; BRETOS; TESORIERI; ALVAREZ, 1983), uma vez que o ciclo reprodutivo é uma resposta ao ambiente, controlada geneticamente (SASTRY, 1979). Cáceres-Martinez; Figueras (1998) citam a temperatura, salinidade, fotoperíodo e alimentação, como fatores mais determinantes sobre a reprodução, seguidos de reservas nutricionais, ciclos hormonais e genótipo. A fecundação externa comumente observada nos bivalves determina a necessidade de sincronismo das atividades reprodutivas, resultando em eventos cíclicos anuais, associando o efeito das variáveis ambientais no processo reprodutivo. Para os animais estuarinos que habitam a zona entre marés, a liberação

de gametas ou larvas deve ser sincronizada com os ciclos de maré, sendo que o local e o período de liberação das larvas dependem da sua tolerância às condições do ambiente (VERNBERG, 1992).

Várias espécies de bivalves tropicais têm apresentado ciclos reprodutivos contínuos, ou com períodos semianuais marcantes de liberação de gametas, entre elas *Amusium papyraceum* (Gmelin, 1791) (PENCHASZADEH; PAREDES; SALAYA, 2000); *Anadara ovalis* (Bruguiere, 1789) (POWER *et al.*, 2004); *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (BARREIRA; ARAÚJO, 2005); *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) e *C. gigas* (Thunberg, 1793) (BERG, 1969); *Crassostrea virginica* (BAQUEIRO CÁRDENAS *et al.* (2007); *Donax hanleyanus* (Philippi, 1847) (GIL; THOMÉ, 2004); *Fissurella maxima* (Sowerby, 1835) (BRETOS; TESORIERI; ALVAREZ, 1983); *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791) (ASSIS, 1985); *Mytella falcata* (Orbigny, 1846) (VILELA-NASCIMENTO, 1968 b); *Tagelus plebeius* (Lightfoot, 1786) (FARIAS, 2008). Esta estratégia reprodutiva parece ser muito importante nas espécies de menor longevidade uma vez que reduz a possibilidade da falta de recrutamento da população e seu conseqüente desaparecimento, quando a vida dos adultos reprodutores é curta ou limitada (BORZONE; PEZZUTO; TAVARES, 2003).

As pesquisas sobre a reprodução dos bivalves marinhos e estuarinos no Brasil tiveram início por volta da década de 1970 (ASSIS, 1985). A tabela 1 resume as espécies de bivalves que já tiveram seu ciclo reprodutivo estudado no Brasil.

Tabela 1. Bivalves marinhos e estuarinos com ciclos reprodutivos estudados no Brasil.

ESPÉCIE	ESTADO	AUTORES
<i>Anomalocardia brasiliana</i> (Gmelin, 1791)	São Paulo	Narchi (1976)
<i>Anomalocardia brasiliana</i> (Gmelin, 1791)	Paraíba	Grotta (1979)
<i>Anomalocardia brasiliana</i> (Gmelin, 1791)	Bahia	Peso (1980)
<i>Anomalocardia brasiliana</i> (Gmelin, 1791)	Paraná	Boehs (2000)
<i>Anomalocardia brasiliana</i> (Gmelin, 1791)	Santa Catarina	Araújo (2001)
<i>Anomalocardia brasiliana</i> (Gmelin, 1791)	Ceará	Barreira; Araújo (2005)
<i>Crassostrea rhizophorae</i> (Guilding, 1828)	São Paulo	Nascimento; Lunetta (1978)
<i>Donax hanleyanus</i> (Philippi, 1847)	Rio Grande do Sul	Gil; Thomé (2004)
<i>Chione pubera</i> (Bory Saint-Vicent, 1827)	São Paulo	Borzone <i>et al.</i> (2001)
<i>Euvola ziczac</i> (Linnaeus, 1758)	São Paulo, Paraná e Santa Catarina	Borzone; Pezzuto; Tavares (2003)
<i>Iphigenia brasiliana</i> (Lamarck, 1818)	Rio de Janeiro	Mesquita; Abreu; Lima (2001a)
<i>Lucina pectinata</i> (Gmelin, 1791)	Bahia	Assis (1978)
<i>Lucina pectinata</i> (Gmelin, 1791)	Bahia	Assis (1985)
<i>Lucina pectinata</i> (Gmelin, 1791)	Bahia	Delfino (2005)
<i>Perna perna</i> (Linnaeus, 1758)	São Paulo	Lunetta (1969)
<i>Perna perna</i> (Linnaeus, 1758)	Rio de Janeiro	Mesquita; Abreu; Lima (2001b)
<i>Perna perna</i> (Linnaeus, 1758)	São Paulo	Galvão <i>et al.</i> (2006)
<i>Mytella falcata</i> (Orbigny, 1846)	Alagoas	Vilela-Nascimento (1968a, b)
<i>Mytella guyanensis</i> (Lamarck, 1819)	Paraíba	Grotta (1983)
<i>Mytella guyanensis</i> (Lamarck, 1819)	Santa Catarina	Carpes-Paternoster (2003)
<i>Mytella guyanensis</i> (Lamarck, 1819)	Pará	Gomes <i>et al.</i> (2009)
<i>Tagelus plebeius</i> (Lightfoot, 1786)	Bahia	Ceuta (2007)
<i>Tagelus plebeius</i> (Lightfoot, 1786)	Ceará	Farias (2008)
<i>Tivela mactroides</i> (Born, 1778)	São Paulo	Marques (2004)

1.3. Ocorrência de parasitismo em bivalves e seus efeitos sobre as populações

Moluscos são conhecidos por abrigarem uma variedade de parasitas, sendo freqüentemente alvo de estudos de interesse na patologia, principalmente por serem possíveis vetores de doenças humanas, no caso de gastrópodes, além da exploração comercial para alimentação, fontes de renda entre outros usos. Diversos fatores determinam as respostas dos bivalves frente aos agentes causadores de doenças. Deve-se levar em conta que os moluscos estão submetidos aos estresses biológicos (por exemplo, reprodução e competição), aos estresses naturais do ambiente (como temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido), e ao estresse provocado pela poluição oriunda da ação antrópica (KINNE, 1983). Essas condições causam variações nas respostas fisiológicas dos organismos, e a associação delas pode favorecer a suscetibilidade dos moluscos a patógenos, em especial às doenças parasitárias as

quais podem estar relacionadas a altas mortalidades (KINNE, 1983; FIGUEIRAS; JARDON; CALDAS, 1991; THIELTGES, 2006).

Segundo Kinne (1983), os principais agentes biológicos causadores de enfermidades nos bivalves marinhos pertencem ao grupo dos vírus, bactérias, fungos e metazoários (Labyrinthomorpha, Apicomplexa, Ascetospora, Ciliophora, Trematoda Digenea, Annelida e Copepoda). Dentre estes, os trematódeos digenéticos aparecem constantemente usando uma variedade de bivalves marinhos como hospedeiros intermediários (LAUCKNER, 1983). São metazoários que compreendem mais de 40.000 espécies e apresentam o ciclo vital mais complexo não só dentre os platelmintos, mas em todo o reino animal (CHENG, 1978; GARCIA; MAGALHÃES, 2008).

Análise histológica é uma técnica bastante utilizada para determinar mais precisamente a localização da infecção por trematóides nos órgãos dos hospedeiros, seus efeitos nos tecidos do hospedeiro, e a extensão das reações de defesa do hospedeiro (LARUELLE; MOLLOY; ROITMAN, 2002; NGO; CHOI, 2004). Estes estudos histopatológicos são importantes aliados em programas de monitoramento de efeitos biológicos (BIGNELL *et al.*, 2008).

O efeito do parasitismo sobre o hospedeiro normal é o principal foco de muitas discussões. Holmes (1983) postulou 3 modelos contrastantes sobre como hospedeiros e parasitas coevoluem: agressão mútua, parasita prudente e mutualismo incipiente. O *modelo de agressão mútua* prediz que os parasitas evoluem para maximizar seu potencial reprodutivo, até o custo da viabilidade do hospedeiro. O *modelo de parasita prudente* prediz que o parasita evolui para minimizar os efeitos adversos no seu hospedeiro. O *modelo de mutualismo incipiente* propõe que, pelo menos ocasionalmente, parasitas podem beneficiar seu hospedeiro. Neste sentido, muitos estudos têm discutido o impacto da infecção de trematóides sobre os moluscos.

Cercárias e esporocistos de trematóides são capazes de gerar uma grande variedade de respostas fisiológicas, bioquímicas, morfológicas e comportamentais em seus hospedeiros (KINNE, 1983), contribuindo para o acometimento de enfermidades e diminuição das populações naturais e de cultivos (AGUIRRE-MACEDO; KENNEDY, 1999; SILVA; MAGALHÃES; BARRACCO, 2002; SABRY; MAGALHÃES, 2005). Dependendo do nível de parasitismo, o impacto pode ser profundo na dinâmica da população do molusco, chegando à regular o tamanho da população (LAUCKNER, 1984), uma vez que as enfermidades são comumente associadas à redução de fertilidade, esterilidade e castração dos bivalves hospedeiros (SINDERMANN; KINNE, 1983). As gônadas e glândula digestiva são

os órgãos mais associados à ocorrência de esporocistos de trematóides, estendendo-se para brânquias, manto e músculo adutor em infecções extremamente severas (CHENG; BURTON, 1965). *Anomalocardia brasiliiana* (BOEHS; MAGALHÃES, 2004; ARAÚJO; ROCHA-BARREIRA, 2004), *Cerastodema edule* (THIELGES, 2006), *Dreissena polymorpha* (LARUELLE; MOLLOY; ROITMAN, 2002), *Perna perna* (SILVA; MAGALHÃES; BARRACCO, 2002; GALVÃO *et al.*, 2006), *Mytilus galloprovincialis* (VILLALBA *et al.*, 1997), *Tivela mactroides* (MARQUES, 2004) são algumas das espécies estudadas acometidas por castração parasitária por trematóides.

Quanto à resistência ao parasitismo, muitas defesas dos moluscos podem ocorrer para protegê-los da invasão de trematóides, entretanto, os detalhes dos mecanismos de defesa ainda não estão claros. Inevitavelmente, a infecção bem sucedida por parasitas reduz o *fitness* do molusco hospedeiro. Há casos em que alguns moluscos reproduzem-se em tamanhos menores, portanto mais jovens, quando a taxa de parasitismo para os trematódeos é elevada (LAFFERTY, 1993), sugerindo que a maturidade sexual precoce limita as possibilidades de castração parasitária. Outros, mostraram aumento do número de ovos em estágios iniciais de infecção comparando-se com indivíduos não infectados, sendo interpretada como resposta compensatória pela esperada supressão futura na desova.

Reações como encistamento de metacercárias (LARUELLE; MOLLOY; ROITMAN, 2002; BIGNELL *et al.*, 2008) e infiltração de hemócitos ao redor dos locais de infecção (CARBALLAL *et al.*, 2001; LAJTNER *et al.*, 2008) têm sido comuns frente às infecções por trematóides, indicando a ativação dos mecanismos de defesa.

1.4. Índice de condição como medida de condição de saúde em bivalves

O Índice de Condição é uma medida auxiliar empregada para expressar as condições de saúde dos bivalves relacionando a massa visceral e a massa da concha dos indivíduos (VALDEZ-DOMINGOS *et al.*, 2007). Quanto maior a proporção de massa visceral em relação à concha, melhores são as condições gerais de saúde do organismo avaliado. Rebelo; Amaral; Pfeiffer (2005) sugeriram o uso deste índice como bioindicador de como populações estão sendo afetadas por contaminantes ambientais, mesmo que não esteja associado a um contaminante específico. Como um índice ecofisiológico, ele pode ser

influenciado por múltiplos fatores abióticos e atividades fisiológicas, dentre as quais a desova é uma das mais importantes (REBELO; AMARAL; PFEIFFER, 2005). Joiris, Holsbeek e Otchere (2000) observaram que o índice de condição em ostras exibiu variação sazonal, a qual foi relacionada à abundância de alimento e/ou ao período de maturação da gônada e desova antes da estação seca. Entretanto, a sazonalidade está mais associada a climas temperados, e aparentemente é diferente do que ocorre nos trópicos (REBELO; AMARAL; PFEIFFER, 2005).

1.5. Espécie alvo: *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791)

A espécie *Lucina pectinata* está inserida na hierarquia taxonômica (segundo classificação do Sistema Integrado de Informação Taxonômica – *Integrated Taxonomic Information System* – ITIS, 2008):

Reino: Animalia

Filo: Mollusca

Classe: Bivalvia (Linnaeus, 1758)

Subclasse: Heterodonta (Neumayr, 1884)

Ordem: Veneroida (Adams e Adams, 1856)

Superfamília: Lucinoidea (Fleming, 1828)

Família: Lucinidae (Fleming, 1828)

Gênero: *Lucina* (Lamarck, 1799)

Espécie: *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791)

Lucinidae compreende a mais diversa família de bivalves, capazes de viver numa variedade de habitats marinhos, com ampla distribuição geográfica (TAYLOR; GLOVER, 2006). Esta família vem sendo destacada devido à interação simbiótica com uma bactéria quimioautorófica localizada em células especializadas da brânquia, conhecidas como bacteriócitos (FISHER, 1990). Esta endossimbiose data do período Siluriano (TAYLOR; GLOVER, 2006), e sua transmissão é descrita na literatura como “ambiental”, com os simbiontes sendo adquiridos do ambiente pela nova geração de hospedeiros. Entretanto, os

mecanismos desta transmissão ainda são inexatos e estão sendo estudados (BRISSAC; GROS; MERÇOT, 2009).

Lucina pectinata é uma das espécies de bivalves comumente exploradas nas áreas de manguezais do litoral brasileiro, em especial pelas populações ribeirinhas de baixa renda, utilizadas como complementação alimentar e fonte de renda. Ocorre no Brasil desde o Estado do Pará até Santa Catarina (RIOS, 1994). No nordeste, é conhecida popularmente como “lambreta” ou “sarnambi”, e no sul e sudeste como “ameixa” ou “amejôa”.

Habita áreas estuarinas, enterrando-se entre 10 e 20 cm em sedimentos arenolamosos, ricos em sulfeto de hidrogênio, num raio entre 60 e 200 metros de regiões costeiras intertidais (ASSIS, 1985), com grande capacidade de resistência e tolerância à ambientes pobres em oxigênio (ASSIS, 1978; NOGUEIRA; FREITAS, 2002). Normalmente, a fauna acompanhante é pobre, comumente encontrada com o bivalve *Anomalocardia brasiliana* (ASSIS, 1978; BOEHS; ABSHER; CRUZ-KALED, 2008) e, embora esta última se enterre aproximadamente 5 cm no sedimento, ambas as espécies chegam a apresentar coincidências no ciclo sexual (NARCHI, 1976; ASSIS, 1978).

O pé é bem adaptado para cavar e construir o tubo inalante anterior (ASSIS, 1978). Entretanto, uma vez formado o tubo, o animal permanece por longos períodos no mesmo lugar, com existência sedentária, efetuando apenas pequenos deslocamentos na horizontal (ASSIS, 1978). Nogueira e Freitas (2002) confirmaram o hábito alimentar filtrador da espécie.

Suas brânquias são grandes e recobrem a massa visceral do animal em ambos os lados. Apresentam três regiões distintas estrutural e funcionalmente chamadas zona de filamento ctenidial, zona de transição e zona de bacteriócitos (DISTEL; FELBECK, 1987; FRENKIEL; GROS; MOUEZA, 1996). Esta última região caracteriza-se pela presença de uma bactéria quimioautotrófica capaz de oxidar compostos de enxofre (FRENKIEL; GROS; MOUEZA, 1996; LECHAIRE *et al.*, 2006).

Assis (1985) analisou o ciclo reprodutivo em Salvador, Bahia. Foi observado sincronismo no ciclo sexual de machos e fêmeas, com dois períodos principais de emissão de gametas, um no outono e um na primavera. Pequena parte da população continuou a eliminação de gametas nos períodos intermediários e não houve período de repouso sexual definido (ASSIS, 1985).

Apesar da importância comercial, ainda existem poucos trabalhos com *Lucina pectinata* no Brasil, e nenhum no estado do Ceará, onde a espécie também sofre ação extrativista.

1.6. Hipóteses do trabalho

Os moluscos bivalves de estuários de regiões áridas e semi-áridas são adaptados a viver em tal ambiente. Entretanto, a ocorrência de distúrbios no estuário, provenientes de fontes diversas, pode afetar a saúde dos indivíduos (por exemplo, favorecendo o surgimento de patologias e infecções, no ciclo biológico da espécie ou mesmo a morte dos organismos) implicando em reflexos em sua biologia.

Tendo em vista os diferentes aspectos expostos, e a escassez de estudos relacionados à *Lucina pectinata*, foram consideradas as seguintes hipóteses de trabalho:

- O ciclo reprodutivo do molusco bivalve *Lucina pectinata*, do estuário do rio Ceará (Fortaleza, CE), é influenciado pelas condições ambientais, principalmente àquelas relacionadas com as variações sazonais da precipitação pluviométrica e salinidade;
- As variações ambientais interferem no metabolismo destes organismos, podendo torná-los mais suscetíveis ao acometimento por parasitas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Caracterizar a biologia reprodutiva de *Lucina pectinata* (Mollusca: Bivalvia, Lucinidae) do estuário do rio Ceará, Fortaleza, CE, Brasil, e efetuar considerações sobre parasitismo nesta população.

2.2. Objetivos específicos

- Acompanhar o ciclo de reprodução do bivalve *Lucina pectinata*, através de análises histológicas das gônadas;
- Verificar a ocorrência de parasitas nas brânquias e gônadas dos animais em estudo e discutir sobre seus efeitos nesta população;
- Avaliar o índice de condição (IC) dos organismos coletados para estimar suas condições gerais de saúde, bem como correlacioná-lo com o estado de maturação gonadal dos indivíduos e o acometimento por parasitas;
- Verificar as correlações entre as variações ambientais do local em relação à biologia reprodutiva dos indivíduos e à infecção por parasitas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

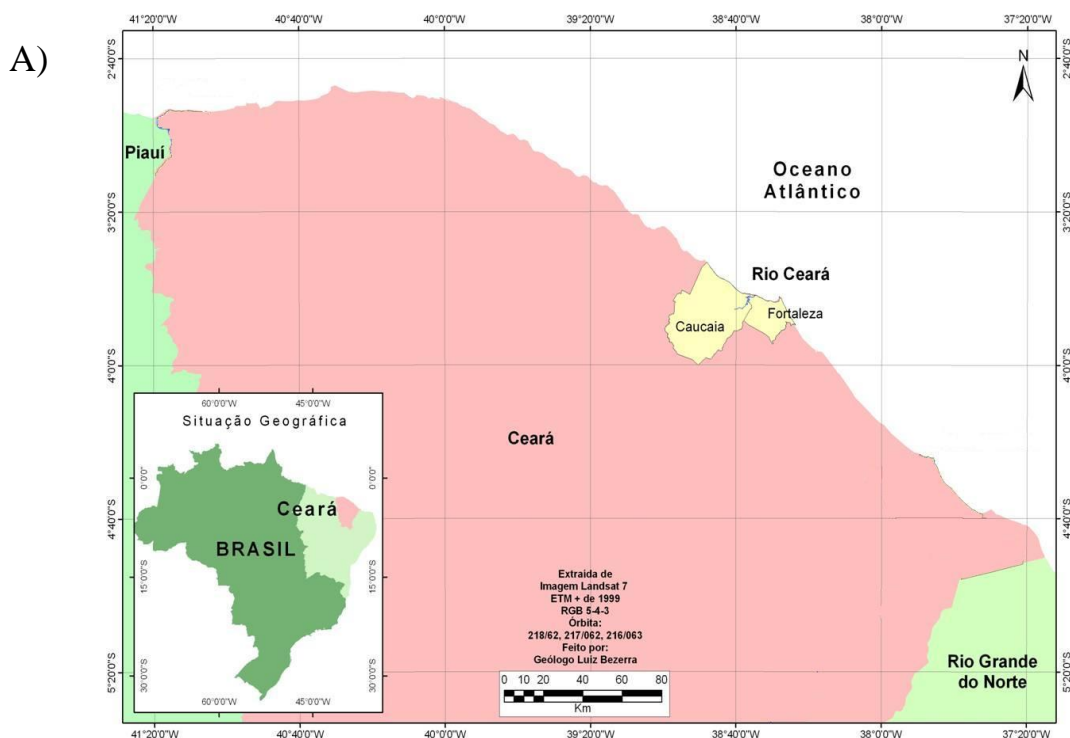
A bacia hidrográfica do rio Ceará, Estado do Ceará, Brasil, possui cerca de 900Km² de extensão, e compreende os municípios de Fortaleza, Caucaia e Maranguape. Sua foz ocorre em forma de estuário junto ao Oceano Atlântico, na Barra do Ceará. É uma das mais importantes bacias da Região Metropolitana de Fortaleza, no lado oeste da cidade, onde há uma elevada concentração populacional e, portanto, graves impactos ambientais (LIMA; SILVA, 2003).

O Estuário do Rio Ceará remonta à idade dos períodos terciário e quaternário, com sedimentos representados pelo Grupo Barreiras, dunas, beach-rocks e pelas planícies aluvial e fluvio-marinha (SEMACE, 2009). A distribuição dos parâmetros físico-químicos sugere o domínio de condições marinhas, favorecida pelo relevo de baixas altitudes e reduzido fluxo hídrico principalmente em períodos de estiagem, permitindo a intrusão salina em áreas à montante da bacia de drenagem (ZEE, 2005). Apresenta temperatura média anual entre 22 e 30°C, com umidade relativa média de 80%, pluviosidade média anual de 1000 a 1500mm (FUNCEME, 2009).

O estuário abrange uma área aproximada de 500 hectares de manguezal, com destaque para as espécies *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana*, *Avicennia germinans*, *Langunculária racemosa* e *Conocarpus erectus* (SEMACE, 2009). Abriga diversas espécies de moluscos, poliquetas, crustáceos, peixes, aves e mamíferos. Dentre os moluscos, Farias (2008) destaca os bivalves *Anomalocardia brasiliana*, *Crassostrea rhizophorae*, *Donax striatus*, *Iphigenia brasiliana*, *Lucina pectinata*, *Macoma constricta*, *Mytella falcata*, *Tagelus plebeius*, e os gastrópodes *Nassarius vibex*, *Neritina virginiae* e *Pugilina morio*. Em função da riqueza desta área, foi criada a APA do Estuário do Rio Ceará, em 1999, através do Decreto Estadual nº 25.413, localizada na divisa dos municípios de Fortaleza e Caucaia, com área de 2.774,89 ha, visando à preservação de algumas áreas inseridas na APA do Estuário do Rio Ceará, que compõem ecossistemas naturais de relevância ecológica e beleza cênica, e possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação ambiental, recreação e turismo ecológico (SEMACE, 2009).

Este estuário também é uma das principais áreas que concentram atividades de exploração extrativista, realizadas por marisqueiras, pescadores, entre outros, notando-se a coleta de moluscos como *Anomalocardia brasiliana*, *Iphigenia brasiliana*, *Lucina pectinata* e *Tagelus plebeius*, para consumo das populações ribeirinhas ou venda nos pontos de comercialização de pescado em Fortaleza.

A figura 1 mostra a localização do estuário do rio Ceará e o ponto de coleta de *Lucina pectinata* utilizadas neste estudo.



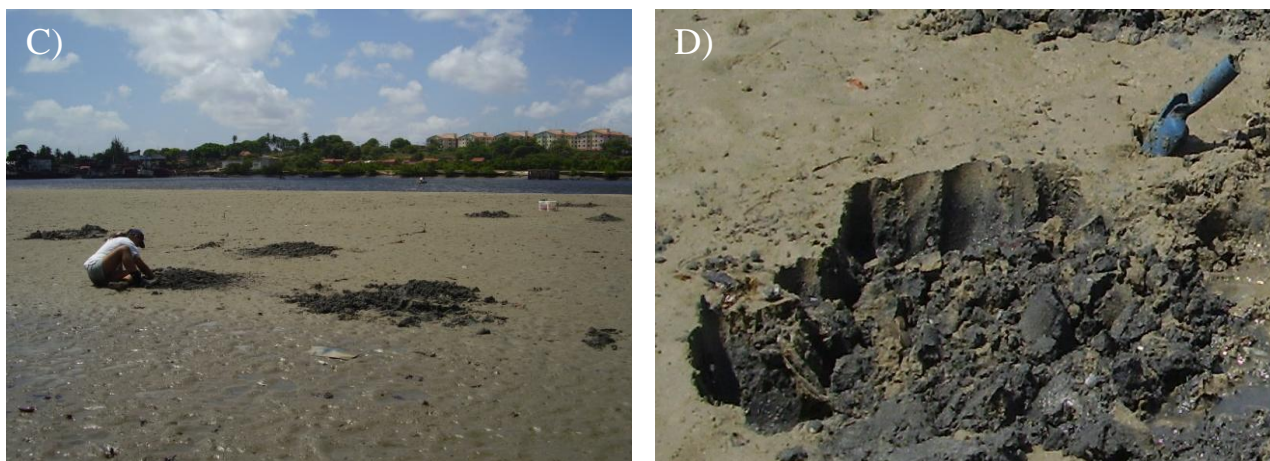


Figura 1. Estuário do rio Ceará. A) Localização do rio ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. B) Localização do banco de *Lucina pectinata* (S 03°42'07,5"; W038°35'43,8") (Fonte: Google Earth 2008®). C) Vista geral do local de coleta de *Lucina pectinata*. D) Sedimento do local de coleta de *Lucina pectinata*.

3.2. Coletas e amostragem dos indivíduos

Exemplares de *Lucina pectinata* (Figura 2) foram coletados no estuário do rio Ceará (S 03°42'07,5"; W 038°35'43,8"), região nordeste do Brasil (Figura 1A, 1B e 1C). Realizaram-se 18 coletas com intervalos mensais de abril de 2008 a setembro de 2009, durante a baixa-mar de sizígia diurna, capturando-se cerca de 20 animais por mês. Durante as coletas foram medidos temperatura e salinidade tanto da água de percolação do sedimento quanto da margem do leito do estuário, empregando-se sonda multiparamétrica. Também foram coletadas amostras mensais do sedimento do local (Figura 1D) para caracterização granulométrica. Os dados de precipitação pluviométrica mensal, referentes ao período de estudo, foram obtidos no site oficial da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) no posto pluviométrico do Pici, por ser o mais próximo ao ponto de coleta (distância de aproximadamente 10 Km).

Todos os indivíduos encontrados de maneira aleatória no local, independente do tamanho, foram capturados escavando-se o sedimento, até a profundidade aproximada de 20 cm, com auxílio de pá de jardinagem. O tamanho dos exemplares não foi selecionado afim de observar todos os estádios de desenvolvimento da gônada e de verificar existência de correlação entre tamanho dos organismos, maturação sexual e incidência de parasitas. Os animais foram transportados em potes plásticos com água do local até o Laboratório de

Zoobentos, do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará (LABOMAR/UFC), onde foram amostrados.

No Laboratório, foram medidos o comprimento (distância entre margem posterior e anterior das valvas), a altura (distância entre o umbo e a margem ventral das valvas) e a largura (medida entre dois pontos opostos sobre as superfícies das valvas) de cada indivíduo, com paquímetro de precisão 0,05mm (Figura 2). Os dados de comprimento foram agrupados em classes de tamanho com intervalo de 10mm, calculados segundo a fórmula de Sturges (Anexo A).

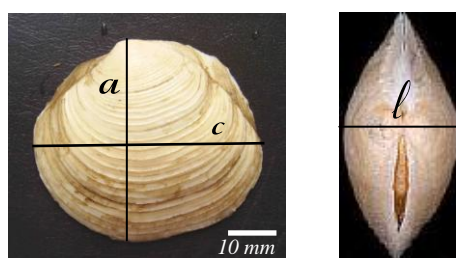


Figura 2. Medidas realizadas nas conchas de *Lucina pectinata*. a =altura; c = comprimento; l =largura.

O peso do animal completo, da massa visceral total a fresco e o peso das conchas foi determinado com balança de precisão. Para a retirada da parte mole das conchas, as valvas foram abertas introduzindo-se uma lâmina de bisturi entre elas e seccionando-se os músculos adutores anterior e posterior. As medições foram usadas para correlacionar as condições de saúde, através do índice de condição dos organismos, com o estágio de maturação sexual, a infestação por parasitas e os parâmetros ambientais observados.

A parte mole total dos organismos foi fixada em solução de bouin salino/salobro (Anexo B) por 16 horas. A gônada foi seccionada em 3 porções para otimizar a ação do fixador. Os órgãos foram mantidos em álcool 70% até o processamento histológico de rotina para a realização das análises.

3.3. Análises

3.3.1. Estudo histológico

As brânquias e gônadas foram separadas para o processamento histológico, para o qual se seguiram os procedimentos de rotina (JUNQUEIRA; JUNQUEIRA, 1983), passando por uma série de desidratação em álcool e diafanização em xilol, até a inclusão em parafina (Anexo C). Secções transversais, de 5µm de espessura, realizadas em micrótomo manual foram submetidas aos corantes Hematoxilina de Harris-Eosina (H&E) e analisadas no microscópio óptico Standard 25, Zeiss.

Com o estudo microscópico das secções das gônadas de *Lucina pectinata* realizou-se a determinação do grau de maturação sexual empregando-se escala gametogênica e a verificação da ocorrência de parasitas no tecido gonadal. A escala gametogênica empregada foi modificada de Assis (1985), Darriba; Juan; Guerra (2004) e Farias (2008) constituindo-se dos estádios: Estádio 0 – imaturo, indiferenciado; I – início da gametogênese; II – gametogênese avançada, proliferação celular; III – maturidade sexual: III A – madura; III B – em desova; III C – final de desova e restauração da gônada; IV – atresia celular. A ocorrência de parasitas nas gônadas foi quantificada apenas com quanto à presença (valor 1) ou ausência (valor 0). Empregou-se esta classificação porque a infecção parasitária afetava todo o tecido das gônadas, não tendo sido observadas fases intermediárias de infecção.

A análise microscópica das brânquias teve a finalidade de verificar a presença de parasitas e outras alterações associadas. A ocorrência e a intensidade de infecção por parasitas nas brânquias foram quantificadas por escala numérica, desenvolvida neste estudo, denominada índice de infecção, atribuindo-se os valores 0, 1, 2 ou 3, para nenhuma, pouca, moderada ou intensa ocorrência de parasitas, respectivamente. Ao final, foram calculadas as médias desses valores para cada mês amostrado.

3.3.2. Índice de Condição (IC)

A relação entre a massa total da parte mole do corpo do animal, à fresco, e a massa da concha foi calculada para determinar o índice de condição (IC) de cada indivíduo, segundo Valdez-Domingos *et al.* (2007), empregando-se a equação (1):

$$IC = (PMT/PC) \times 100 \quad (1)$$

na qual:

PMT = peso da massa total da parte mole à fresco, em gramas

PC = peso da concha, em gramas.

3.3.3. Análise granulométrica do sedimento

As análises granulométricas foram feitas no Laboratório de Geologia Marinha do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará (LABOMAR/UFC). As amostradas de sedimentos foram secas em estufa a temperatura de 60°C, posteriormente quarteadas manualmente e separadas 100g para a determinação granulométrica. Estas foram lavadas em peneira de malha com abertura de 0,062 mm para separar os sedimentos mais finos (silte e argila) dos grosseiros (areia e cascalho). A fração grosseira foi novamente seca em estufa e peneirada em jogo de peneiras de 1/4 phi de abertura de malha ($\phi = -\log_2$) em agitador mecânico por cerca de 10 minutos. As frações retidas em cada peneira foram pesadas em balança de precisão analítica. Os parâmetros estatísticos, média e mediana, assim como a seleção, curtose e classificação textural do sedimento, foram obtidos, através do programa Sysgram ® versão 2.0.

3.3.4. Análise estatística

As análises estatísticas empregadas para comparar os dados bióticos e abióticos obtidos foram os testes de análise de variância (ANOVA), Kruskal-Wallis e correlação de Spearman, sendo $p < 0,05$, através do programa Statistica 7.0; bem como os testes MDS (Non-metric Multi-Dimensional Scaling) e BEST (Biota and/or Environment matching) - Método: BIOENV- através do programa Primer 6.1.6.

4. RESULTADOS

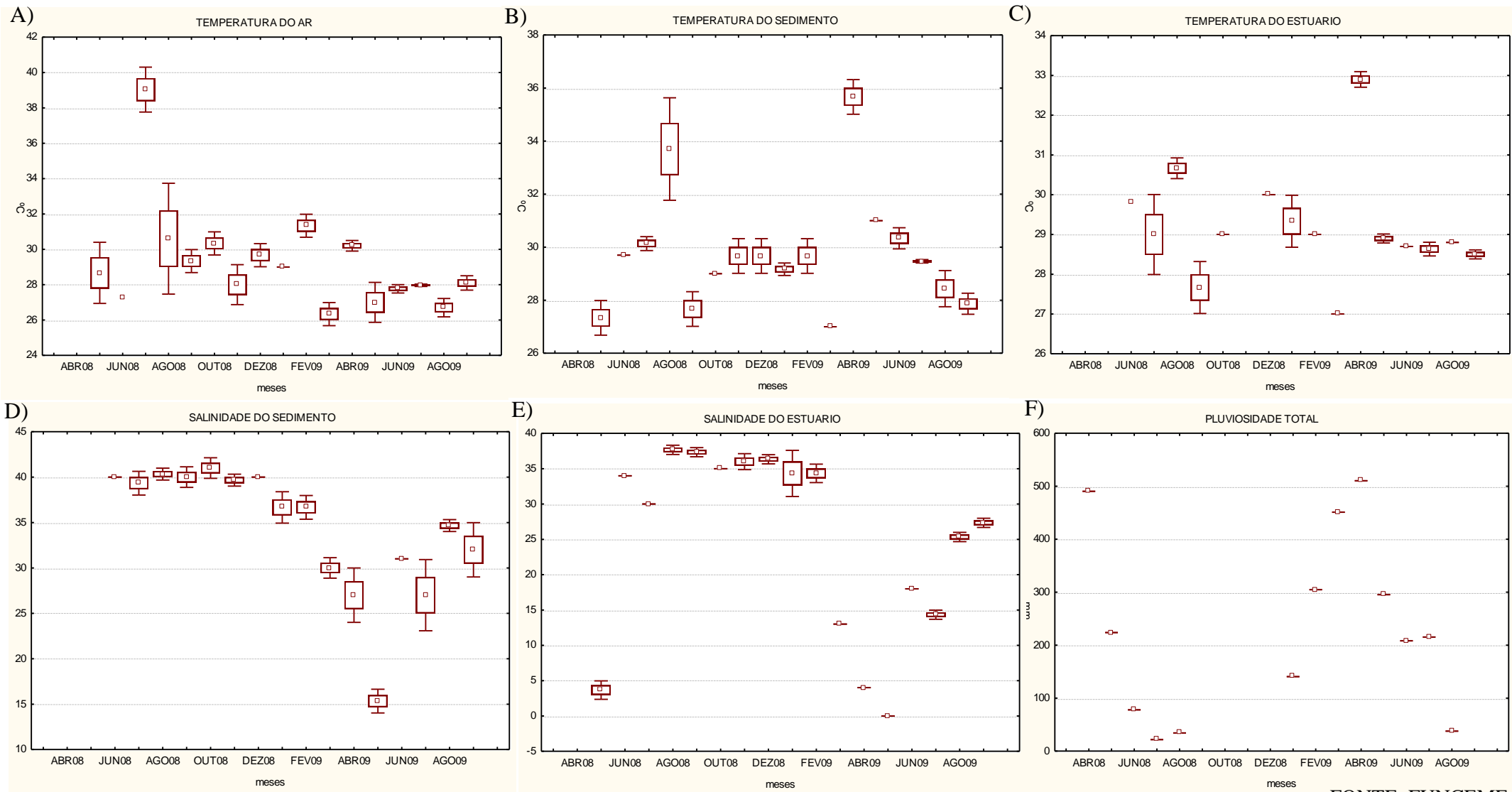
4.1. Variáveis ambientais

As variáveis ambientais analisadas neste estudo constituem-se de medições pontuais obtidas no momento da realização das coletas e retratam, portanto, apenas as características daquele momento. É importante ressaltar o caráter dinâmico dos estuários, com variações sazonais de acordo com as diferenças de intensidade e frequências do fluxo fluvial e da ação das marés. A caracterização de uma zona estuarina exigiria um amplo monitoramento de todas as variabilidades naturais do ambiente ao longo do tempo. Entretanto, este não foi o objetivo deste estudo. Embora os dados sejam pontuais, podem ser considerados representativos, visto que as coletas foram padronizadas quanto ao tipo de maré (maré baixa de sizígia) e período do dia (diurnas) e compreendem uma das condições a que os animais estão naturalmente expostos.

As variações das médias dos valores de temperatura do ar, da água de percolação do sedimento e da água da margem do estuário durante as coletas foram, respectivamente, de 26,3°C (março/09) a 39,0°C (julho/08) (Figura 3A), de 27,0°C (março/09) a 35,7°C (abril/09) (Figura 3B) e de 24,0°C (maio/08) a 32,9°C (abril/09) (Figura 3C).

Os dados de salinidade variaram de 15,3 (maio/09) a 41,0 (outubro/08) para a água de percolação do sedimento (Figura 3D) e de 0,0 (maio/09) a 37,7 (agosto/08) para a água do estuário (Figura 3E). Os declínios dos valores de salinidade, tanto do estuário quanto do sedimento, coincidiram claramente com as quadras chuvosas de 2008 e 2009.

As quadras chuvosas (precipitação pluviométrica acima de 200mm) durante o período de estudo compreenderam os meses de abril e maio de 2008 (período chuvoso 1), e fevereiro a julho de 2009 (período chuvoso 2) (Figura 3F). A FUNCEME não apresentou dados para os meses de outubro a dezembro de 2008 e em setembro de 2009. Os meses abril de 2008 e abril de 2009 concentraram as maiores pluviosidades, respectivamente 490,4 mm e 510,3 mm totais (Figura 3F). Setembro de 2008 não apresentou precipitação (0 mm), seguido dos meses julho de 2008 (21,7mm), agosto de 2008 (34,3mm) e agosto de 2009 (37,8mm) que apresentaram baixas precipitações (Figura 3F) (FUNCEME, 2009).



FONTE: FUNCEME

Figura 3. Variáveis ambientais do ponto de coleta de *Lucina pectinata* no estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009: A) temperatura do ar, B) temperatura da água de percolação do sedimento, C) temperatura da água da margem do estuário, D) salinidade da água de percolação do sedimento, E) salinidade da margem do estuário e F) pluviosidade total.

4.1.1. Granulometria do sedimento

A tabela 2 mostra a análise granulométrica do sedimento coletado.

O diâmetro médio dos grãos variou de 173 μ (setembro/09) a 229 μ (novembro/08), caracterizando-o como areia fina. O grau de seleção dos grãos, evidenciado pelo desvio padrão da média do tamanho dos grãos de sedimento, variou de 0,6691 (fevereiro/09) a 0,9446 (junho/08), classificando-se como moderadamente selecionado.

A assimetria, que é a tendência de uma curva normal com referência ao seu valor médio, apresentou classificação negativa em setembro de 2008; aproximadamente simétrica em junho, agosto e novembro de 2008 e janeiro, fevereiro, abril e maio de 2009; e positiva em julho de 2008, março, e de junho a setembro de 2009.

A curtose mede a razão entre o grau de seleção entre os extremos e a parte central da distribuição, indicando o grau de agudez ou achatamento da distribuição dos tamanhos dos grãos. No presente estudo, a classificação gráfica de curtose foi predominantemente leptocúrtica, variando de 1,22 (junho/09) a 1,531 (agosto/08 – único valor de curva muito leptocúrtica).

O percentual de cascalho manteve valores baixos, entre 0,03649% (agosto/08) e 0,5644% (junho/08). Prevaleceu maior porcentagem de areia nas amostras, variando de 99,44% (junho/08) a 99,96% (janeiro/09).

Tabela 2. Análise granulométrica das amostras de sedimento do ponto de coleta de *Lucina pectinata* no estuário do rio Ceará.

mês de coleta	média (micras)	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação	% Cascalho	% Areia
jun/08	226	Areia fina	2.177	0.9446	Moderadamente selecionado	-0.02685	Aproximadamente simétrica	1.042	Mesocúrtica	0.5644	99.44
jul/08	186	Areia fina	2.341	0.699	Moderadamente selecionado	0.1372	Positiva	1.412	Leptocúrtica	0.07599	99.92
ago/08	198	Areia fina	2.311	0.7352	Moderadamente selecionado	0.08226	Aproximadamente simétrica	1.531	Muito leptocúrtica	0.03649	99.96
set/08	233	Areia fina	2.197	0.8887	Moderadamente selecionado	-0.1009	Negativa	1.227	Leptocúrtica	0.343	99.66
nov/08	229	Areia fina	2.184	0.8533	Moderadamente selecionado	-0.04022	Aproximadamente simétrica	1.424	Leptocúrtica	0.3194	99.68
jan/09	185	Areia fina	2.384	0.6973	Moderadamente selecionado	0.07826	Aproximadamente simétrica	1.449	Leptocúrtica	0.03991	99.96
fev/09	196	Areia fina	2.304	0.6691	Moderadamente selecionado	0.07978	Aproximadamente simétrica	1.433	Leptocúrtica	0.05281	99.95
mar/09	189	Areia fina	2.334	0.7082	Moderadamente selecionado	0.1385	Positiva	1.481	Leptocúrtica	0.08655	99.91
abr/09	202	Areia fina	2.295	0.735	Moderadamente selecionado	0.0263	Aproximadamente simétrica	1.461	Leptocúrtica	0.1222	99.88
mai/09	189	Areia fina	2.363	0.7505	Moderadamente selecionado	0.0279	Aproximadamente simétrica	1.294	Leptocúrtica	0.314	99.69
jun/09	168	Areia fina	2.415	0.7249	Moderadamente selecionado	0.2157	Positiva	1.22	Leptocúrtica	0.09928	99.9
jul/09	175	Areia fina	2.401	0.7197	Moderadamente selecionado	0.1675	Positiva	1.378	Leptocúrtica	0.1507	99.85
ago/09	175	Areia fina	2.401	0.7183	Moderadamente selecionado	0.17	Positiva	1.375	Leptocúrtica	0.08631	99.91
set/09	173	Areia fina	2.401	0.7221	Moderadamente selecionado	0.1885	Positiva	1.33	Leptocúrtica	0.125	99.87

4.1.2. Análise das variáveis abióticas

A análise MDS (Non-metric Multi-Dimensional Scaling) agrupou os meses amostrados baseando-se na distância euclidiana de todas as variáveis abióticas (temperaturas, oxigênio dissolvido, salinidades, pluviosidade e granulometria do sedimento) por coleta (Figura 4). Observou-se maior semelhança das características abióticas dentro do mesmo período de pluviosidade, para os dois anos estudados, evidenciando, portanto, que existem características comuns relacionadas ao período chuvoso, e outras características particulares do período seco.

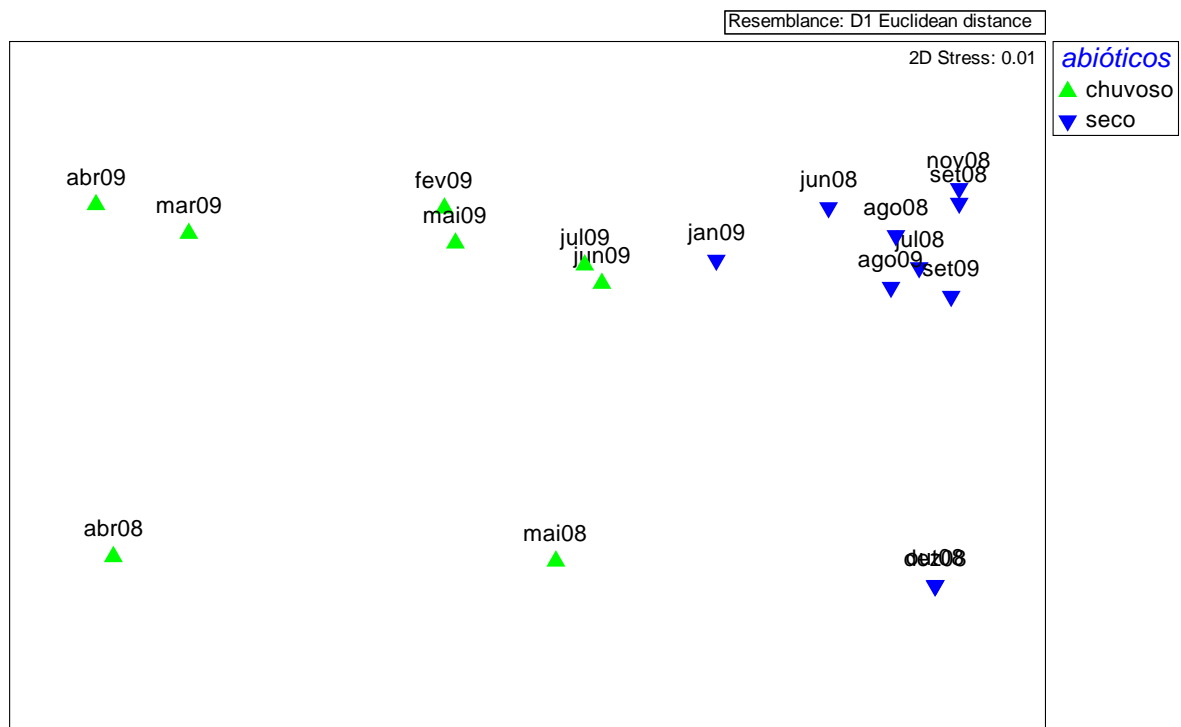


Figura 4. Análise MDS das variáveis abióticas do ponto de coleta de *Lucina pectinata* no estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.

4.2. Variáveis bióticas

4.2.1. Biometrias de *Lucina pectinata*

De abril de 2008 a setembro de 2009, foram coletadas 366 *Lucina pectinata*. A maioria apresentou comprimentos entre 29,1 e 49,0, dos quais 36% apresentaram entre 29,1 e 39,0 mm de comprimento e 29%, entre 39,1 e 49,0 mm (Tabela 3).

Tabela 3. Frequência de *Lucina pectinata* do estuário do rio Ceará por classes de tamanho (comprimento da concha).

Classes de tamanho (mm)	n	%
9 --- 19	15	4
19.1 --- 29	48	13
29.1 --- 39	132	36
39.1 --- 49	106	29
49.1 --- 59	63	17
59.1 --- 69	2	1
TOTAL	366	100

A maior média de comprimento foi registrada em junho de 2008 ($46,7 \pm 10,9$ mm; n=26), contendo o animal de maior comprimento (68,5 mm); e a menor média em agosto de 2009 ($32,06 \pm 7,8$ mm; n= 17), sendo o animal que apresentou menor medida de comprimento (8,93 mm) coletado em julho de 2008 (Figura 5A).

O maior valor médio de peso completo foi no mês de junho de 2008 ($33,94 \pm 18,25$ g, n=26), contendo o animal de maior peso 68,7 gramas. O menor valor médio foi em junho de 2009 ($5,85 \pm 3,0$ g, n=16), entretanto o animal de menor valor foi capturado em julho de 2008 com 0,12 g de peso total (Figura 5D).

O bivalve *Lucina pectinata* mostrou-se simétrico em relação as suas biometrias. Tanto as medidas de comprimento, altura e largura (Figura 5A, 5B e 5C), quanto o peso completo, da massa visceral e das conchas dos indivíduos coletados (Figura 5D, 5E e 5F) exibiram proporções semelhantes entre si para cada mês analisado.

Ao longo dos meses amostrados, observou-se uma tendência de diminuição das biometrias, sugerindo que os animais apresentaram-se maiores no período seco e menores no período chuvoso (Figura 5). Resultado confirmado pelo teste ANOVA, o qual apontou diferenças significativas entre os períodos seco e chuvoso para as medidas de comprimento ($p=0,006$), altura ($p=0,004$), largura ($p=0,002$), peso completo ($p=0,0008$) e peso da parte mole total ($p=0,0$).

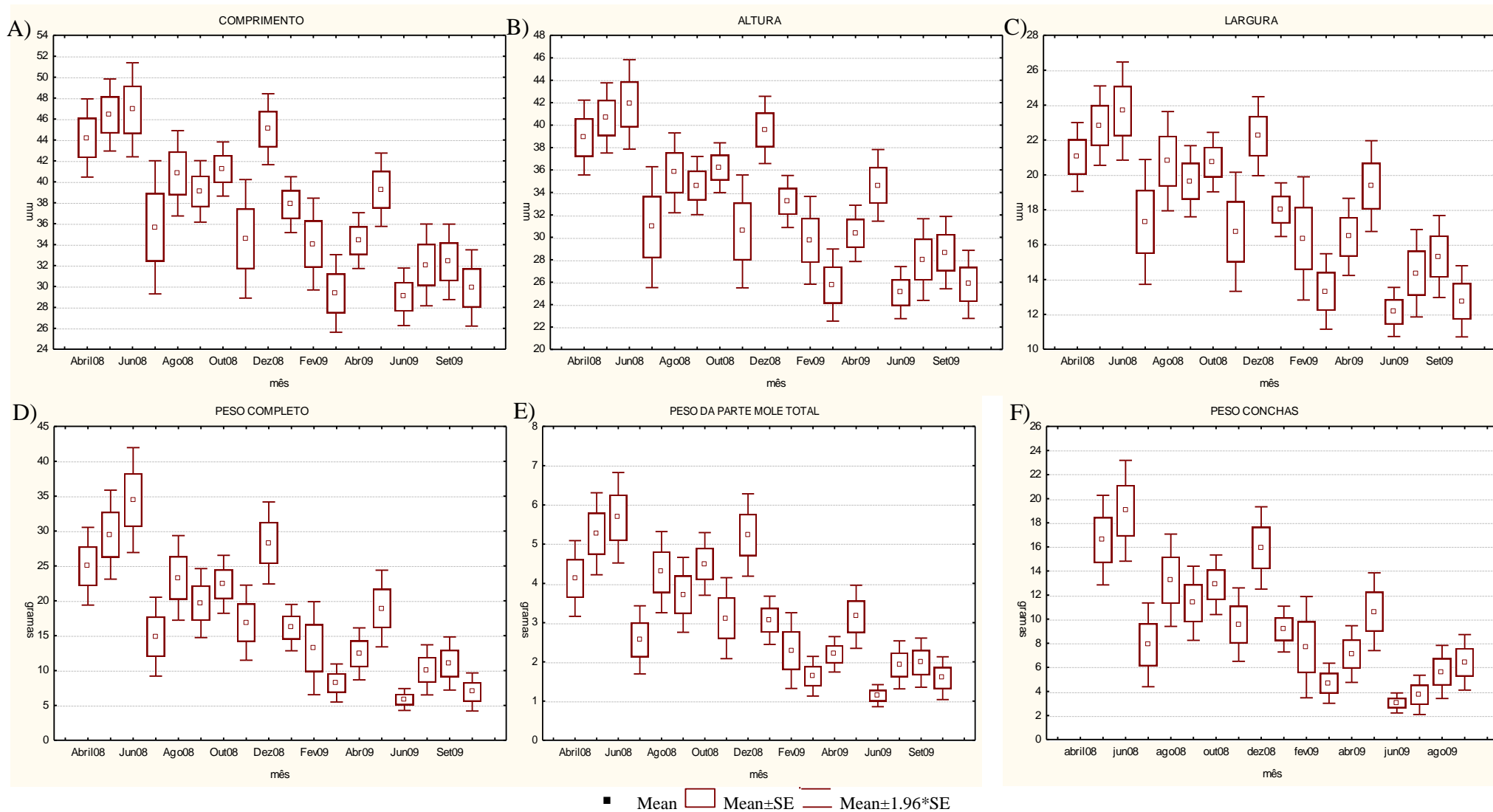


Figura 5. Biometrias de *Lucina pectinata* coletadas no estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009: A) Comprimento, B) altura, C) largura, D) peso completo, E) peso da parte mole total, à fresco, e F) peso das conchas.

4.2.2. Índice de condição

O cálculo do índice de condição de *Lucina pectinata* neste estudo variou de 34,1 (setembro/08) a 49,6 (julho/09) (Figura 6).

As médias mensais dos índices de condição dos indivíduos sugerem que os animais menores, predominantes no período chuvoso de 2009, estão mais saudáveis que os indivíduos maiores, predominantes no período seco de 2008 (Figura 6). Este índice apresentou correlação negativa com as medidas de comprimento ($r=-0,45$), altura ($r=-0,51$), largura ($r=-0,60$), peso completo ($r=-0,59$), peso da parte mole total ($r=-0,45$) e peso das conchas ($r=-0,64$), reforçando a sugestão de que os indivíduos menores apresentavam-se mais saudáveis que os maiores.

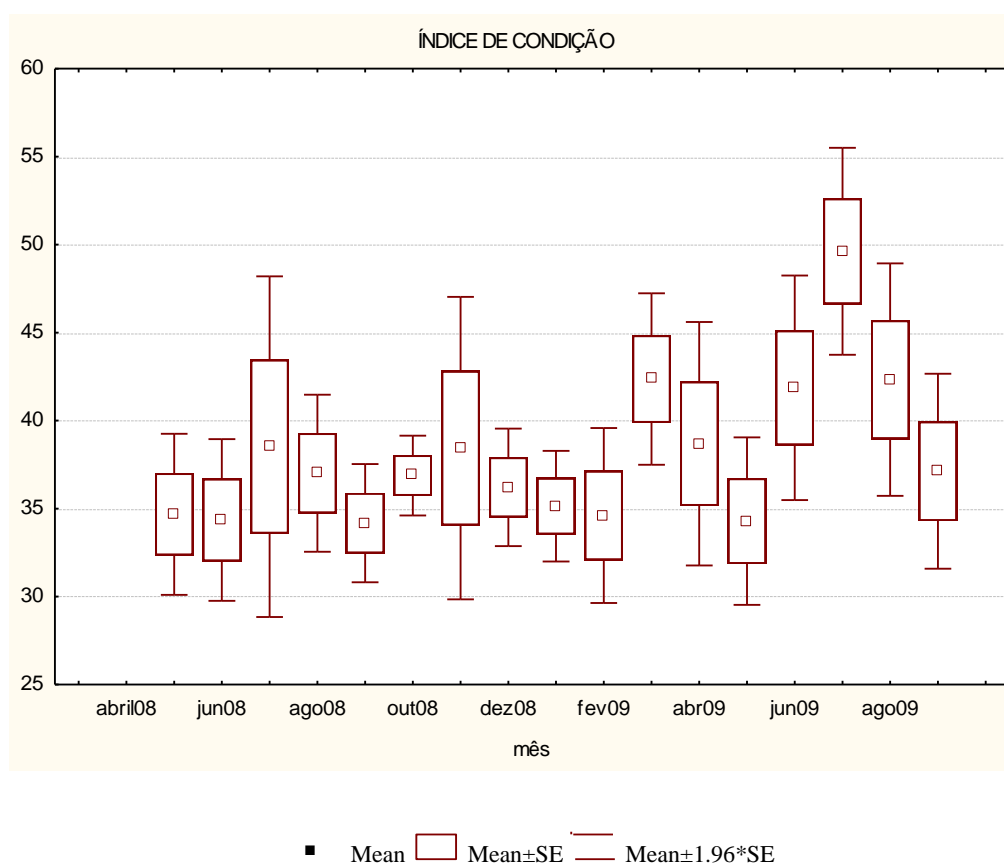


Figura 6. Índice de condição de *Lucina pectinata* coletadas no estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.

4.2.3. Ciclo reprodutivo

Lucina pectinata é uma espécie dióica, sem hermafroditismo. Não apresenta dimorfismo sexual externo, entretanto a coloração das gônadas é diferenciada macroscopicamente nos animais maduros, sendo que o macho apresenta gônada esbranquiçada e leitosa, e as fêmeas gônadas avermelhadas (Figura 7).

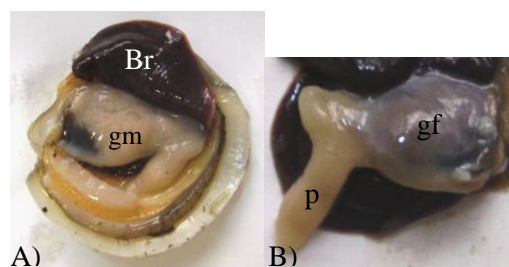


Figura 7. Diferença de coloração das gônadas de *Lucina pectinata*. A) Macho. B) Fêmea. Br=Brânquia; gf=gônada feminina; gm= gônada masculina; p=pé.

O sexo dos animais foi confirmado através do exame histológico das gônadas. Dos 366 exemplares coletados, 5,2% foram considerados imaturos, 42,9% eram machos e 51,4% fêmeas; 0,5% não puderam ser identificados quanto ao sexo em virtude da infecção por parasitas (Tabela 4). Tanto os machos quanto as fêmeas ocorreram em todos os meses amostrados. A maior porcentagem de machos foi encontrada em junho de 2009 (68,8%), seguido de julho de 2008 (60%). Em outubro e novembro de 2008, observaram-se as menores freqüências de machos, 31,3% e 31,8% respectivamente. As fêmeas foram mais freqüentes em outubro de 2008 (68,8%), abril de 2009 (64,7%) e setembro de 2009 (64,7%), e menos freqüentes em julho de 2008 (30%) e junho de 2009 (31,3%). Os indivíduos imaturos capturados representaram baixa porcentagem da população amostrada, estando ausentes nos meses de abril, agosto e outubro de 2008, e em janeiro, fevereiro, abril, maio, junho e setembro de 2009. Apesar da baixa freqüência ao longo dos meses analisados (5,2%), os imaturos representaram 23,5% dos indivíduos coletados em agosto de 2009 (Tabela 4).

Tabela 4. Frequência sexual de *Lucina pectinata* do estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.

Mês de coleta	n	período	sexo							
			imaturo		macho		fêmea		não determinada	
			n	%	n	%	n	%	n	%
abr/08	20	chuvoso			11	55.0	9	45.0		
mai/08	20	chuvoso	1	5.0	9	45.0	10	50.0		
jun/08	26	seco	2	7.7	9	34.6	15	57.7		
jul/08	10	seco	1	10.0	6	60.0	3	30.0		
ago/08	23	seco			11	47.8	11	47.8	1	4.3
set/08	24	seco	1	4.2	10	41.7	12	50.0	1	4.2
out/08	32	seco			10	31.3	22	68.8		
nov/08	22	seco	4	18.2	7	31.8	11	50.0		
dez/08	30	seco	1	3.3	14	46.7	15	50.0		
jan/09	26	seco			12	46.2	14	53.8		
fev/09	12	chuvoso			6	50.0	6	50.0		
mar/09	21	chuvoso	4	19.0	7	33.3	10	47.6		
abr/09	17	chuvoso			6	35.3	11	64.7		
mai/09	20	chuvoso			9	45.0	11	55.0		
jun/09	16	chuvoso			11	68.8	5	31.3		
jul/09	13	chuvoso	1	7.7	6	46.2	6	46.2		
ago/09	17	seco	4	23.5	7	41.2	6	35.3		
set/09	17	seco			6	35.3	11	64.7		
TOTAL	366		19	5.2	157	42.9	188	51.4	2	0.5

4.2.3.1. Estádios de desenvolvimento gonadal

A gônada é revestida por uma camada fina de tecido conjuntivo frouxo que originam os septos dos folículos onde se localizam os elementos germinativos primordiais (espermatogonias e ovogonias; espermatócitos e ovócitos). A maturação gonadal é um processo dinâmico e contínuo, que ocorre da parede do folículo em direção ao centro. A caracterização dos estádios de desenvolvimento foi efetuada pelo predomínio de um determinado tipo celular e pelo aspecto geral da gônada de cada indivíduo analisado.

A escala gametogênica compreendeu os estádios:

- Estádio zero (0) – Imaturo, indiferenciado

Início da organização folicular, com presença de folículos pequenos e isolados, consistindo de grupos celulares em início de diferenciação (células acidófilas grandes, com citoplasma difuso e núcleo não condensado) que vão dar origem às primeiras células germinativas (espermatogônias e ovogônias). A diferenciação sexual não é possível (Figura 8.1 A).

- Estádio I - Início da gametogênese

As gônias iniciam mitose e os folículos aumentam de tamanho, porém ainda com aspecto de desordem. A espermatogênese inicia-se, diferenciando-se espermatogônias, espermatócitos de 1ª ordem, espermatócitos de 2ª ordem, espermátides e aparecendo os primeiros espermatozóides (Figura 8.1 B e C). Estes estádios de espermatogênese irão formar zonas sucessivas bem caracterizadas da parede do folículo ao lúmen. Nas fêmeas, podem ser diferenciados ovócitos previtelogênicos (células ovais ou piriformes, citoplasma levemente acidófilo, núcleo volumoso com dois nucléolos acessórios basófilos próximos à membrana nuclear) (Figura 9.1 A e B).

- Estádio II - Gametogênese avançada, proliferação celular

Os folículos aumentam e ocupam todo o tecido. Observam-se células germinativas em todas as fases, porém com predomínio de células iniciais (Figura 8.1 D). Os espermatozóides, nos machos, aparecem arranjados radialmente com cauda em direção ao centro do folículo. Nas fêmeas, observam-se ovócitos vitelogênicos pedunculados presos à parede do folículo ou livres no lúmen e ovócitos maduros livres no centro do folículo exibem membrana diferenciada (Figura 9.1 C e D).

- Estádio III – Maturidade sexual

- IIIA – Madura, repleção

Folículos poligonais, cheios de gametas maduros. Predominam as células maduras. Nos machos, espermatozóides ocupam o lúmen do folículo, em quantidade bem maior que espermatogônias, espermatócitos e espermátides (Figura 8.1 E e F). As paredes dos folículos femininos apresentam-se bem finas e organizadas, indicando ausência de atividade das células iniciais. Ovócitos maduros, livres no lúmen, poligonais devido ao empacotamento, exibem núcleos e membrana espessada característica (Figura 9.1 E e F).

- III B - Em desova

Durante a eliminação dos gametas, os folículos masculinos perdem o arranjo radial dos espermatozóides, exibindo espaços vazios (Figura 8.2 A e B). Os gonodutos ficam repletos de gametas. Nas fêmeas, observam-se espaços vazios devido à diminuição na quantidade de células maduras, raros ovócitos pré-vitelogênicos, vitelogênicos e ovogônias, e paredes dos folículos muito finas (Figura 9.2 A).

○ III C – Final de desova, restauração da gônada

Conforme esvaziados, os folículos masculinos diminuem consideravelmente, e são observados grandes espaços intrafoliculares, ou seja, maior quantidade de tecido conjuntivo (Figura 8.2 C). O número de espermátócitos aumenta em detrimento do pequeno número de espermatozóides. Algumas gônias são responsáveis por novos eventos de gametogênese. A parede dos folículos femininos torna-se mais espessa, indicando recomeço da vitelogênese (Figura 9.2 B). Aumenta a proporção de ovócitos pré-vitelogênicos em relação aos ovócitos maduros no centro do folículo.

● Estádio IV – Atresia celular

Depois da liberação dos gametas, os folículos masculinos apresentaram-se completamente desorganizados, sem espaço intrafolicular, com células germinativas sem estágios de desenvolvimento definidos e aspecto atrésico (Figura 8.2 D). Em fase mais avançada, os folículos femininos apresentaram-se pequenos e completamente vazios, com invasão considerável de hemócitos, dentro e fora dos folículos em regeneração, indicando provável função fagocitária (Figura 9.2 C e D).

● P – presença de parasitas

Alguns animais tiveram as gônadas infestadas por esporocistos de trematóides (Figura 8.2 E e F; Figura 9.2 E e F). Em alguns casos ainda foram observadas células da linhagem germinativa, permitindo a identificação sexual (Figura 8.2 E; Figura 9.2 E). Entretanto, outros indivíduos tiveram suas gônadas totalmente ocupadas pelos parasitas, com conseqüente de destruição do tecido, inviabilizando a identificação do sexo do animal.

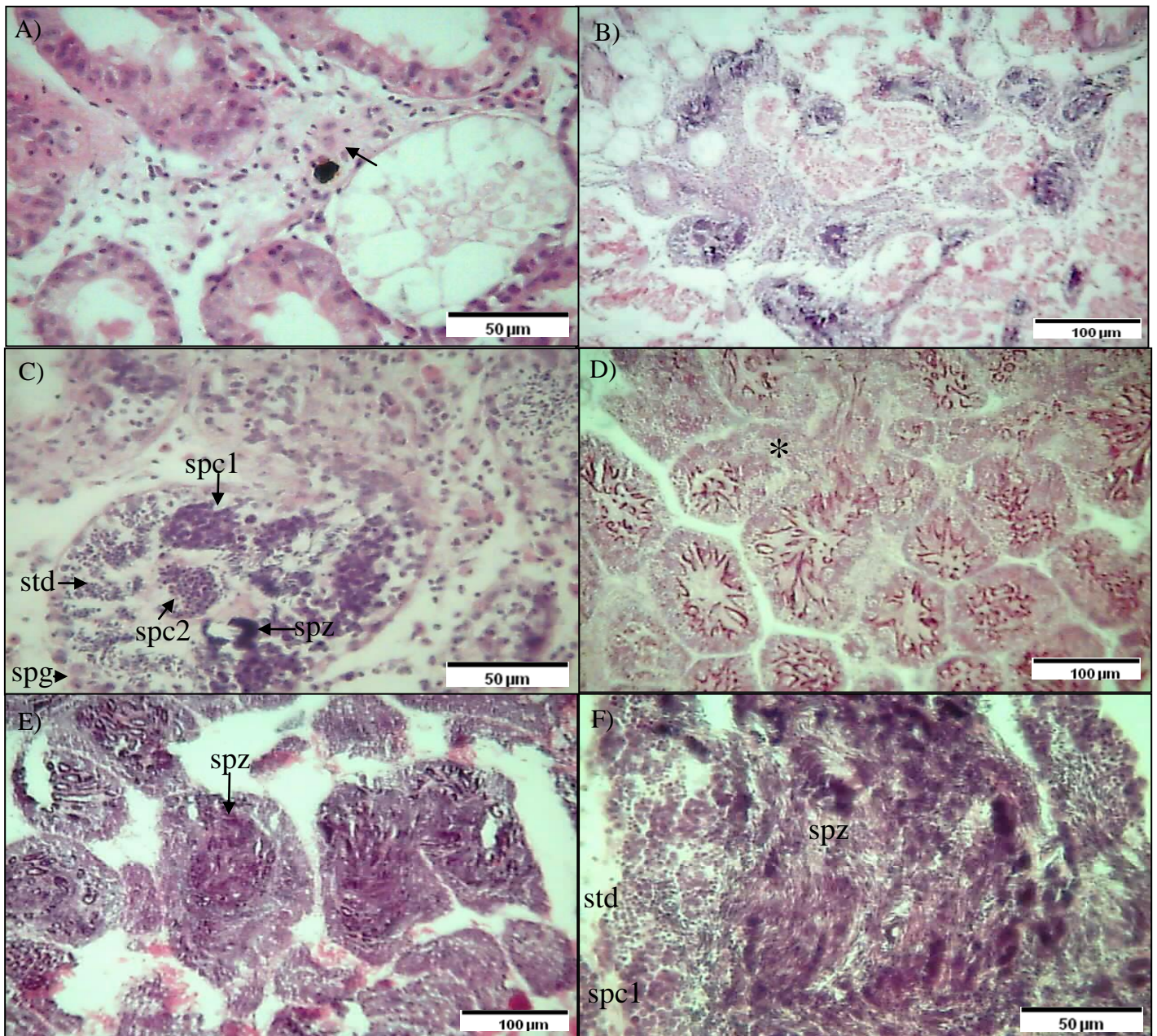


Figura 8.1. Fotomicrografia dos estádios de desenvolvimento gametogênico masculino de *Lucina pectinata* (H&E). A) Estádio zero (imaturo) (a seta indica células germinativas indiferenciadas). B) Estádio I. C) Detalhe do estágio I (spg = espermatogonia; spc1 = espermatócito de 1ª ordem; spc2 = espermatócito de 2ª ordem; std = espermatíde; spz=espermatozóide). D) Estádio II (* indica grande quantidade de células germinativas primordiais). E) Estádio III A. F) Detalhe do Estádio III A.

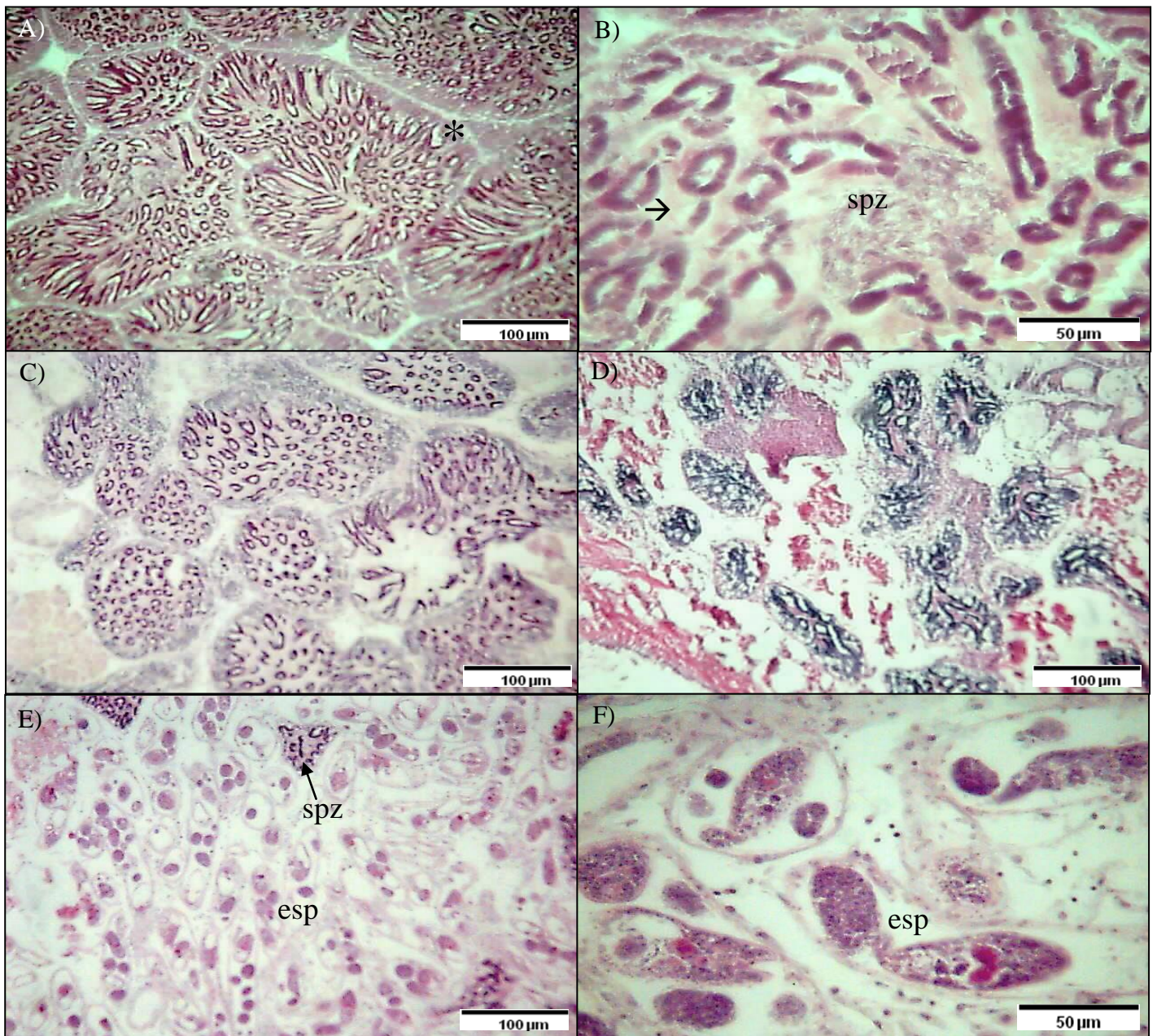


Figura 8.2. Fotomicrografia dos estádios de desenvolvimento gametogênico masculino de *Lucina pectinata* (H&E). A) Estádio III B (* indica folículos justapostos e redução da quantidade células primordiais). B) Detalhe do estágio III B, com os espermatóides (spz) sendo eliminados (a seta indica espaços de tecido conjuntivo). C) Estádio III C. D) Estádio IV. E) P – Invasão do tecido por parasitas (spz=espermatozóide; esp = esporocistos de trematóides). F) Detalhe dos esporocistos de trematóides.

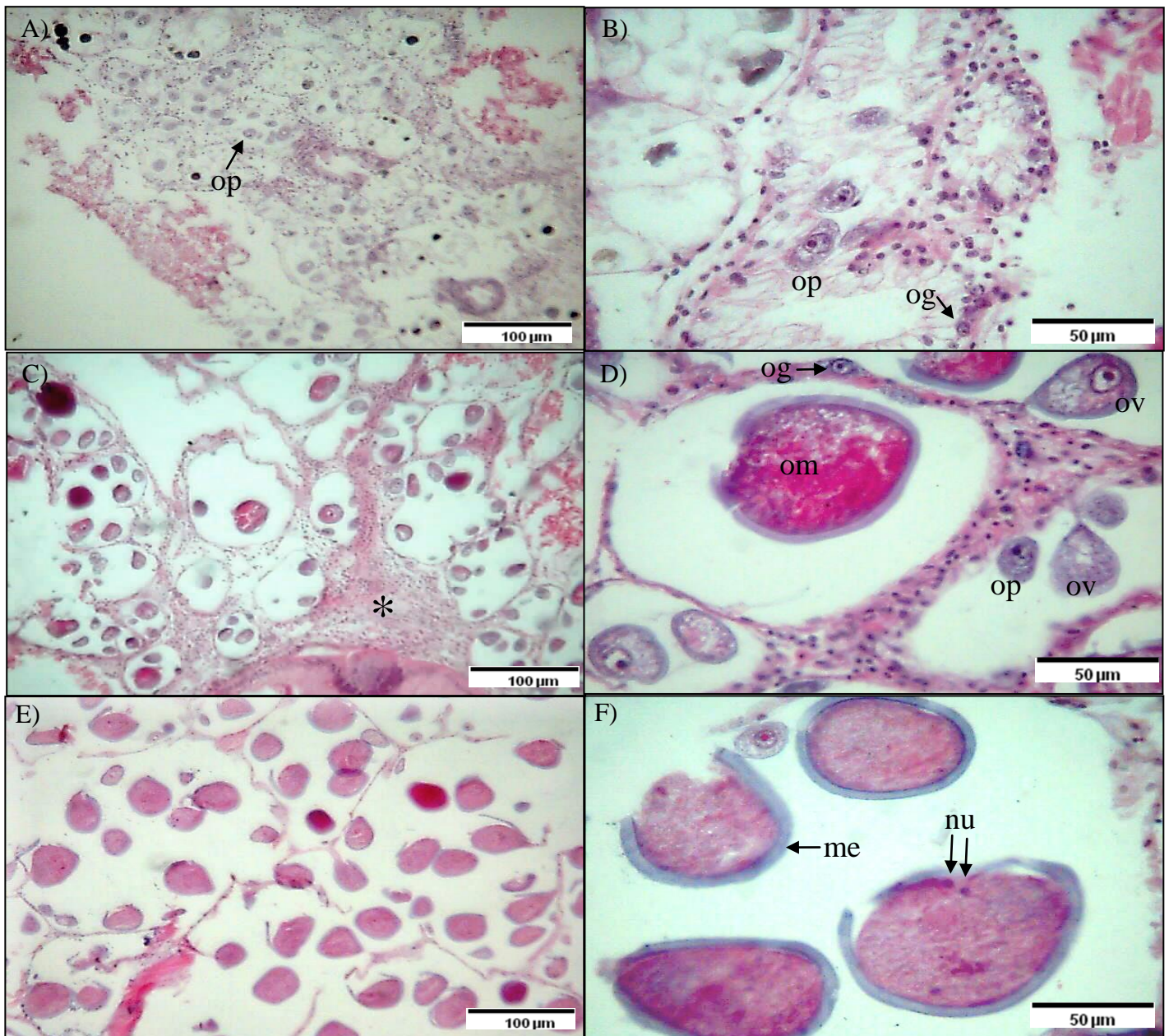


Figura 9.1. Fotomicrografia dos estádios de desenvolvimento gametogênico feminino de *Lucina pectinata* (H&E). A) Estádio I (op = ovócito pré-vitelogênico). B) Detalhe do estágio I, evidenciando ovogonia (og) e ovócito pré-vitelogênico (op). C) Estádio II (* indica proliferação celular). D) Detalhe do estágio II (og = ovogonia; op = ovócito pré-vitelogênico; ov = ovócito vitelogênico; om = ovócito maduro). E) Estádio III A. F) Detalhe do Estádio III A (me = membrana espessa do ovócito maduro; nu = núcleo).

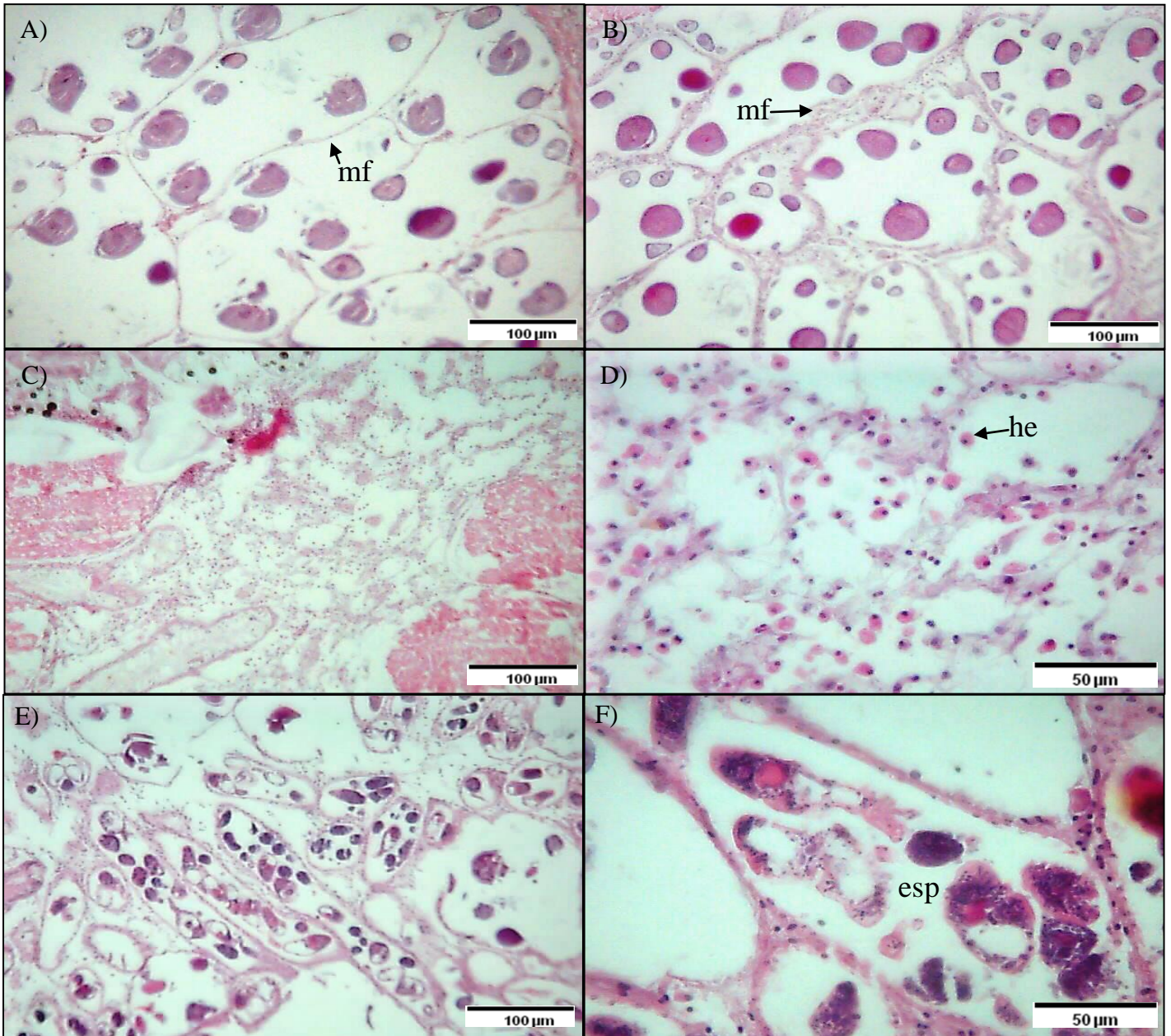


Figura 9.2. Fotomicrografia dos estádios de desenvolvimento gametogênico feminino de *Lucina pectinata* (H&E). A) Estádio III B (mf = membrana do folículo). B) Estádio III C (mf = membrana do folículo). C) Estádio IV. D) Detalhe do Estádio IV (he = hemócitos). E) P – Invasão do tecido por parasitas. F) Detalhe de folículo repleto de esporocistos de trematóides (esp = esporocistos de trematóides).

Considerando-se a escala gametogênica, os machos e as fêmeas representaram, respectivamente, 3,8% e 1,4% em estágio I; 2,5% e 4,9% no estágio II; 0,3% e 2,5% no estágio IIIA; 8,2% e 29% em IIIB; 11,5% e 12,3% em IIIC; 15,8% e 0,3% em IV. Apenas 0,5% dos machos e 1,1% das fêmeas apresentaram as gônadas parasitadas, e em 0,5% do total de indivíduos as gônadas foram destruídas pela infecção parasitária (Tabela 5).

Para os machos, a maior frequência do estágio I foi observada em julho de 2009 (15,4%), novembro de 2008 (13,6%) e junho de 2009 (12,5%), e para as fêmeas, em julho de 2009 (15,4%). As fêmeas em estágio I só foram encontradas de maio a agosto de 2009. Os machos em estágio I foram encontrados em agosto, setembro e novembro de 2008, e de abril a julho de 2009 (Tabela 5).

No estágio II, os machos ocorreram na coleta de agosto de 2008 e de fevereiro a junho de 2009, sendo no mês de fevereiro de 2009 a maior frequência (16,7%). As fêmeas ocorreram em junho de 2008, março de 2009 e de maio a setembro de 2009, com maior frequência em maio de 2009 (35%) (Tabela 5).

Os machos no estágio IIIA apareceram apenas em julho de 2009 (7,7%) e as fêmeas nas coletas de 2008, em agosto (8,7%) e outubro (21,9%) (Tabela 5).

A maior frequência de machos no estágio III B foi encontrada em agosto de 2008 (30,4%) e junho de 2009 (25%), estando ausentes em abril e julho de 2008, e de fevereiro a maio de 2009. Este foi o estágio em que as fêmeas foram mais abundantes (29%), sendo mais frequentes em janeiro de 2009 (53,8%), setembro de 2009 (52,9%), fevereiro de 2009 (50%) e outubro de 2008 (43,8%), ausentes nas coletas de julho de 2008 e abril de 2009 (Tabela 5).

O estágio IIIC foi mais frequente em julho de 2008 (30%) e dezembro de 2008 (26,7%) nos machos, ausentes nas coletas de junho de 2008 e de março a maio de 2009; nas fêmeas este estágio foi maior em abril de 2009 (64,7%), não aparecendo nas coletas dos meses de agosto e outubro de 2008, e de janeiro, fevereiro, maio, junho e julho de 2009 (Tabela 5).

Os machos foram mais abundantes no estágio IV (15,8%), representando 50% dos animais capturados em abril de 2008. Não foram encontrados machos na fase IV em julho de 2009. As fêmeas nesta fase só foram encontradas na coleta de junho de 2008 (3,8% dos animais do mês) representando apenas 0,3% do total de indivíduos capturados (Tabela 5).

Tabela 5. Frequência sexual de *Lucina pectinata* do estuário do rio Ceará considerando os estádios da escala gametogênica de abril de 2008 a setembro de 2009.

mês de coleta	escala gametogênica																												não determinado				
	imaturo		macho												fêmea																		
	n	0	%	I	%	II	%	III A	%	III B	%	III C	%	IV	%	P	%	I	%	II	%	III A	%	III B	%	III C	%	IV	%	P	%	n	%
abr/08	20										1	5.0	10	50.0									5	25.0	3	15.0	1	5.0					
mai/08	20	1	5.0						1	5.0	5	25.0	3	15.0									3	15.0	7	35.0							
jun/08	26	2	7.7						1	3.8			8	30.8					3	11.5			5	19.2	6	23.1	1	3.8					
jul/08	10	1	10.0								3	30.0	1	10.0	1	10.0									3	30.0							
ago/08	23			1	4.3	1	4.3			7	30.4	1	4.3	1	4.3						2	8.7	9	39.1						1	4.3		
set/08	24	1	4.2	1	4.2				3	12.5	4	16.7	1	4.2	1	4.2							8	33.3	4	16.7					1	4.2	
out/08	32								3	9.4	4	12.5	3	9.4							7	21.9	14	43.8			1	3.1					
nov/08	22	4	18.2	3	13.6				1	4.5	2	9.1	1	4.5									8	36.4	2	9.1	1	4.5					
dez/08	30	1	3.3						2	6.7	8	26.7	4	13.3									11	36.7	4	13.3							
jan/09	26								5	19.2	4	15.4	3	11.5									14	53.8									
fev/09	12					2	16.7				3	25.0	1	8.3									6	50.0									
mar/09	21	4	19.0			2	9.5							5	23.8					1	4.8		6	28.6	2	9.5	1	4.8					
abr/09	17			1			0.0							5	29.4										11	64.7							
mai/09	20			2	10.0	2	10.0							5	25.0					1	5.0	7	35.0	3	15.0								
jun/09	16			2	12.5	1	6.3				4	25.0	3	18.8	1	6.3				1	6.3	3	18.8	1	6.3								
jul/09	13	1	7.7	2	15.4			1	7.7	1	7.7	2	15.4							2	15.4	2	15.4	2	15.4								
ago/09	17	4	23.5						1	5.9	1	5.9	5	29.4						1	5.9	1	5.9	2	11.8	2	11.8						
set/09	17			2		1	5.9			1	5.9	1	5.9	1	5.9							1	5.9	9	52.9	1	5.9						
TOTAL	366	19	5.2	14	3.8	9	2.5	1	0.3	30	8.2	42	11.5	58	15.8	2	0.5	5	1.4	18	4.9	9	2.5	106	29.0	45	12.3	1	0.3	4	1.1	2	0.5

Os machos apresentaram-se em maturidade sexual ao longo de quase todos os meses analisados, com exceção de março, abril e maio de 2009. Houve um pico mais pronunciado de desova em agosto de 2008 (período seco), seguidos de janeiro de 2009 (período seco) e junho de 2009 (período chuvoso). Machos em atresia foram mais frequentes em abril e junho de 2008, março, abril, maio e agosto de 2009, compreendendo tanto os períodos de seca quanto os de chuva. Atividades de espermatogênese inicial foram observadas dentro da quadra chuvosa de 2009 (fevereiro, abril, maio, junho e julho) (Figura 10 A).

As fêmeas apresentaram-se maduras em todos os meses de coleta, com picos em outubro de 2008 e janeiro de 2009, ambos referentes ao período seco. Atividades de desenvolvimento inicial das células femininas foram registradas em maio, junho e julho de 2009, seguindo-se de amadurecimento das gônadas em agosto e novo evento de desova em setembro de 2009 (Figura 10 B).

Considerando estes resultados, observou-se que o estágio de maturação foi a fase mais marcante em todos os meses. Os maiores picos de liberação de gametas foram observados em outubro de 2008, dezembro de 2008 e janeiro de 2009, coincidindo com o final do período seco. Uma redução na ocorrência de indivíduos nesta fase foi observada de fevereiro a agosto de 2009, ocorrendo um novo aumento em setembro de 2009. Animais em fase de regeneração e atresia celular foram observados a partir de abril de 2008 e fevereiro de 2009, sendo mais representados na coleta de maio de 2009, juntamente com indivíduos em fase inicial de desenvolvimento gonadal (Figura 10 C).

Analisando-se os dois anos em que se compreenderam as coletas, *Lucina pectinata* do estuário do rio Ceará apresentaram-se predominantemente em processo de amadurecimento no primeiro semestre do ano (período chuvoso) e maduras no segundo semestre (período seco).

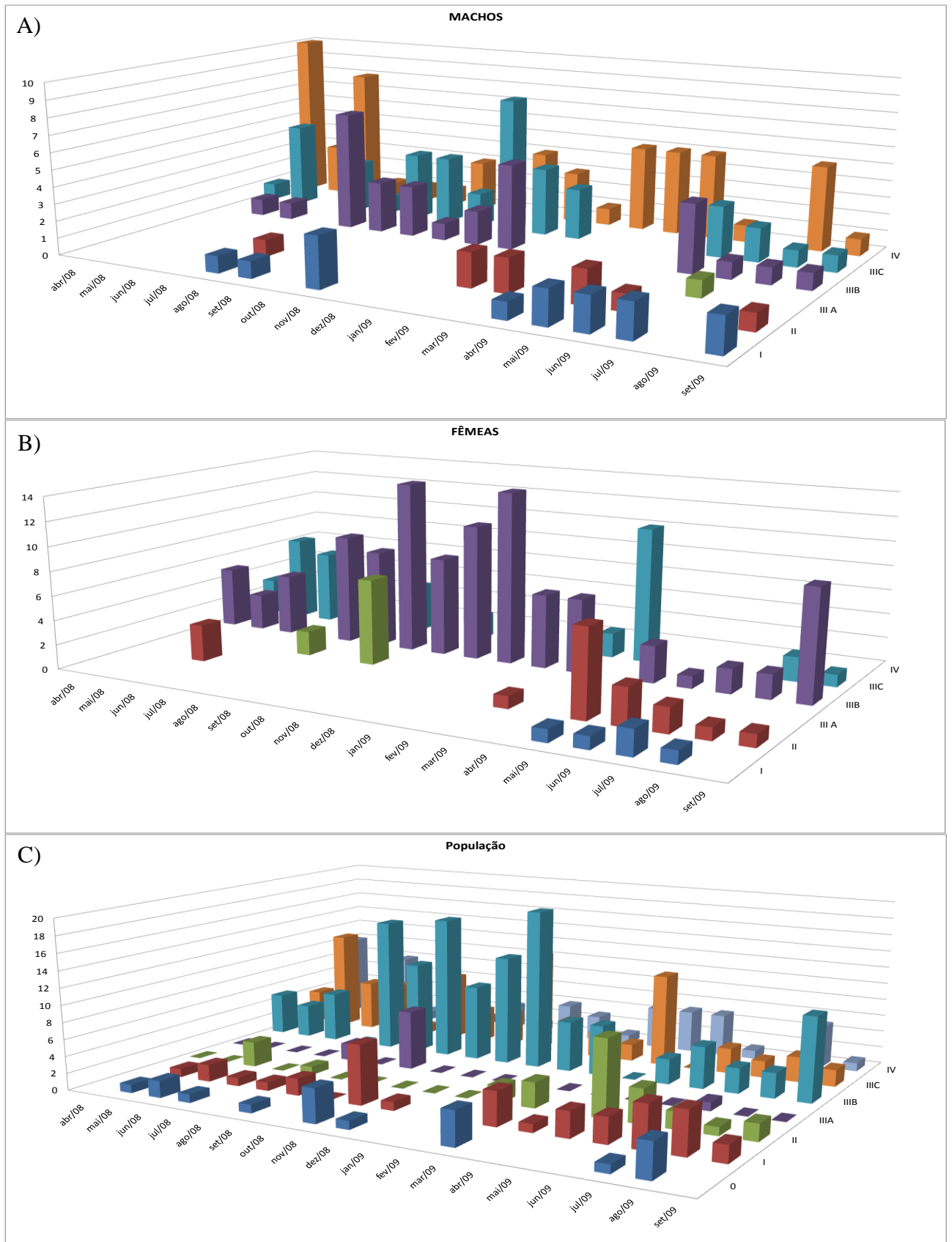


Figura 10. Estádios de desenvolvimento das gônadas de *Lucina pectinata* coletadas no estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009. A) Somente nos machos. B) Somente nas fêmeas. C) Macho e fêmeas da população amostrada. Legenda: Estádios 0, I, II, IIIA, IIIB, IIIC e IV.

4.3. Presença de parasitas

4.3.1. Análise das gônadas

A infecção parasitária por trematóides nas gônadas de *Lucina pectinata* foi muito baixa, representando apenas 2,2% (n = 8) do total de indivíduos coletados (n = 366). Dois machos apresentaram-se infectados (0,5%), sendo um proveniente da coleta de julho de 2008 e um de setembro de 2008. Quatro fêmeas (1,1%) foram parasitadas, representadas por um indivíduo das coletas de abril, outubro e novembro de 2008, e março de 2009. Dois animais (0,5%) não puderam ser identificados quanto ao sexo em virtude da destruição do tecido gonadal pelos esporocistos dos parasitas, coletados em agosto e setembro de 2008 (Tabela 5). *Lucina pectinata* coletadas em março de 2009 detiveram a maior média de presença de parasitas nas gônadas ($0,43 \pm 0,5$). Os animais dos meses de maio, junho e dezembro de 2008, janeiro, fevereiro, de abril a setembro de 2009 não estavam infectados (Figura 11).

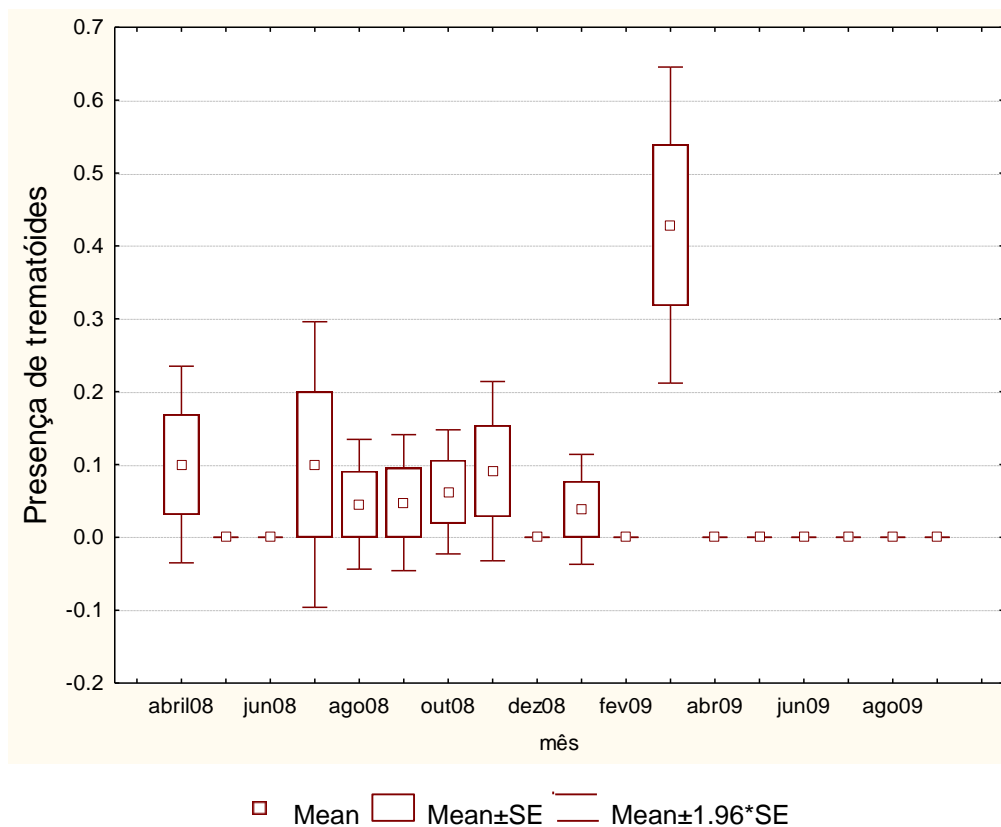


Figura 11. Presença de trematóides nas gônadas de *Lucina pectinata* do estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.

4.3.2. Análise das brânquias

A análise microscópica das brânquias evidenciou a presença de esporocistos de trematóides em diferentes estágios em 15% dos animais do período chuvoso 1 (abril e maio de 2008), em 5% dos animais do período seco 1 (de junho a dezembro de 2008, e janeiro de 2009), nenhum registro nas demais coletas de 2009 (Tabela 6 e Figura 12). Em todos os casos os esporocistos estavam localizados preferencialmente logo após a zona de transição, no início da região dos bacteriócitos (Figura 13 A e B), porém em alguns casos foram localizados na zona do bacteriócito (Figura 13 C e D). Somente um animal no mês de abril de 2008 teve o tecido branquial completamente destruído devido à elevada infecção pelos esporocistos (Figura 13 A). Quanto a outras presenças de parasitas, apenas 3% dos indivíduos do período chuvoso de 2008 e 1% do período seco de 2008 (Tabela 6) apresentaram parasita em frente aos filamentos (Figura 13 E).

Cistos no tecido branquial (Figura 13 F), tanto basófilos quanto acidófilos, estiveram presentes em 78% dos animais no primeiro período chuvoso (que compreende os meses de abril e maio de 2008), 74% no primeiro período seco (de junho a dezembro de 2008 e janeiro de 2009), 26% no segundo período chuvoso (de fevereiro a julho de 2009) e 32% no segundo período seco (agosto e setembro de 2009), estendendo-se por toda zona de bacteriócitos (Tabela 6 e Figura 13). Embora de natureza desconhecida sua ocorrência foi atribuída a parasitas.

Foram observados ainda hipertrofia das células dos filamentos e dos bacteriócitos (Figura 13 G) em 83%; 62%; 26%; 41%, respectivamente nos períodos chuvoso 1, período seco 1, período chuvoso 2 e período seco 2; grânulos acidófilos em 40%; 27%; 10%; 47%; grânulos amarelados extracelulares em 28%; 1%; 0%; 0%; grânulos amarelados intracelulares (Figura 13 H) em 0%; 2%; 3%; 3%; e infiltração por hemócitos em 23%; 13%; 13%; 15% (Tabela 6, Figura 12 e 13B).

Tabela 6. Análise microscópica das brânquias de *Lucina pectinata* do estuário do rio Ceará segundo os períodos de pluviosidade.

Análise microscópica das brânquias	período chuvoso 1 (n=40)	período seco 1 (n= 193)	período chuvoso 2 (n=99)	período seco 2 (n=34)
Cistos basófilos e acidófilos	78%	74%	26%	32%
Destruição do tecido (por infestação por pararitas)	3%			
Esporocistos de parasitas	15%	5%		
Grânulos acidófilos	40%	27%	10%	47%
Grânulos amarelados extracelulares	28%	1%		
Grânulos amarelados intracelulares		2%	3%	3%
Hipertrofia celular	83%	62%	26%	41%
Infiltração por hemócitos	23%	13%	13%	15%
Presença de parasita em frente a filamento	3%	1%		

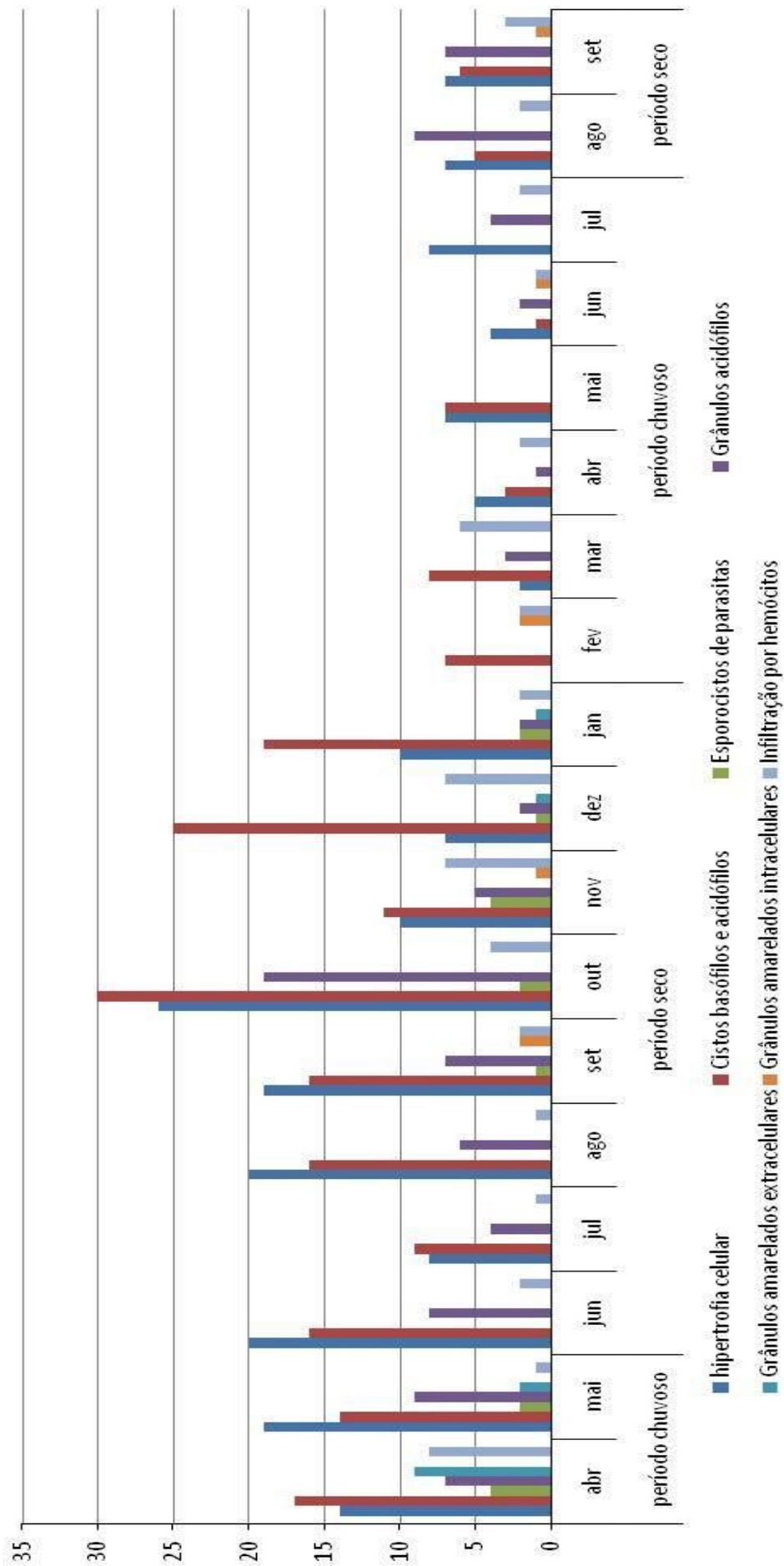


Figura 12. Análise microscópica das brânquias de *Lucina pectinata* do estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.

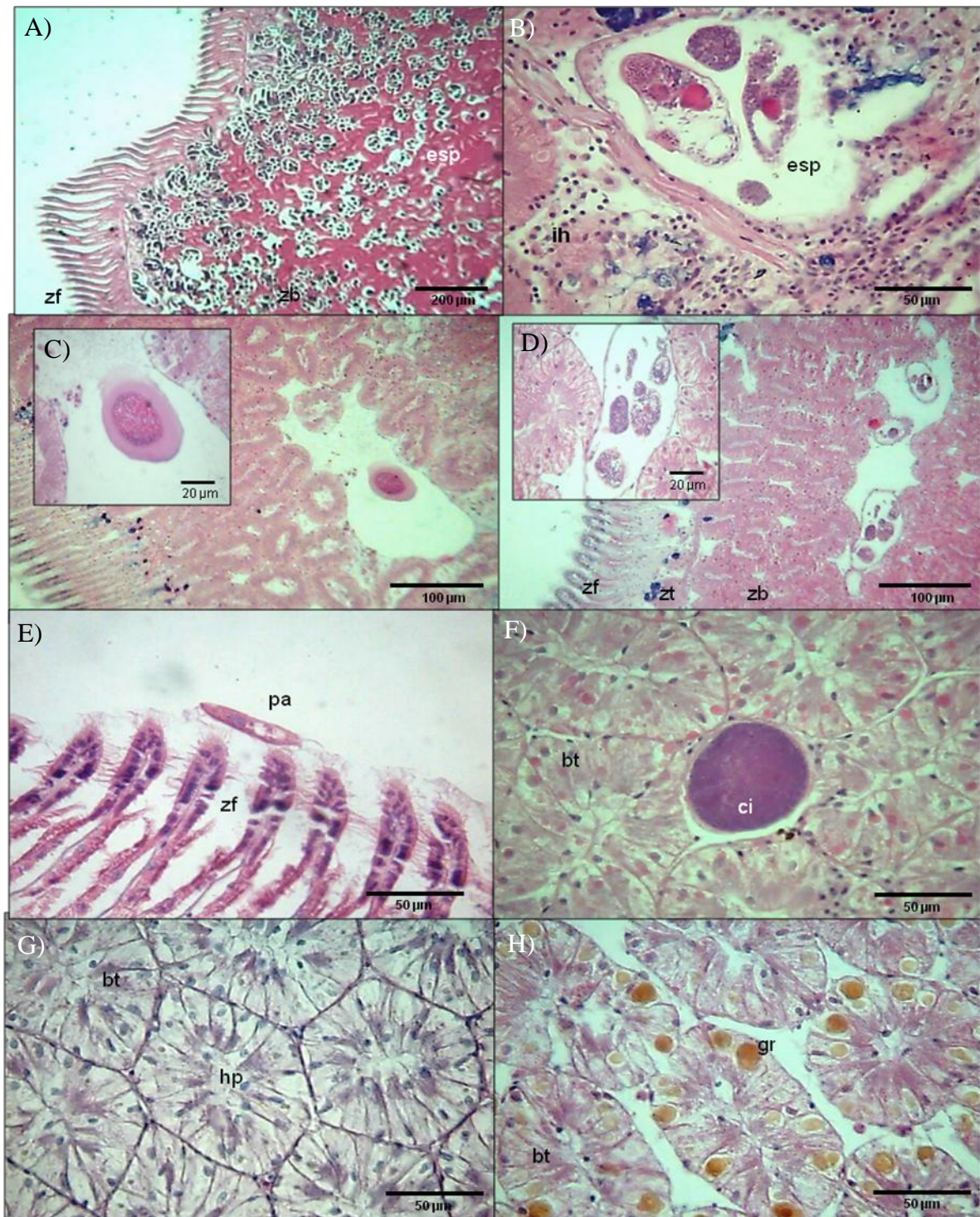


Figura 13. Fotomicrografia das brânquias de *Lucina pectinata* (H&E). A) Vista geral da brânquia evidenciando a presença de esporocistos de trematóides (esp) por toda a zona de bacteriócito (zb) (zf=zona de filamento ctenial). B) Detalhe da presença de esporocistos (esp) com elevada infiltração por hemócitos (ih) sugerindo reação inflamatória frente à infecção. C) Parasita não identificado. D) Esporocistos de parasitas (zf = zona de filamento ctenial; zt = zona de transição; zb = zona de bacteriócitos). E) Parasita (pa) em frente à zona de filamento (zf). F) Cisto basófilo (ci) na região de bacteriócitos (bt). G) Células do bacteriócito hipertrofiadas (hp). H) Bacteriócitos exibindo grânulos amarelados intracelulares (gr).

Para o cálculo do índice de infecção das brânquias foram quantificadas as presenças dos esporocistos de trematóides e dos cistos basófilos e acidófilos de natureza desconhecida ao longo do epitélio branquial. A média mensal deste índice nos animais amostrados apresentou valores baixos, sendo a máxima $1,19 \pm 0$ em outubro de 2008 (Figura 14). Considerando-se a classificação empregada, estabelecida na distribuição dos parasitas no tecido, o valor 1 corresponde ao órgão pouco infectado. O gráfico sugere uma diminuição do parasitismo durante o período de pluviosidade, em 2009.

A análise de variância (ANOVA) foi significativamente diferente ($p=0,0$) entre os períodos, indicando que os animais coletados no período seco tiveram suas brânquias mais infectadas por parasitas que os animais do período chuvoso.

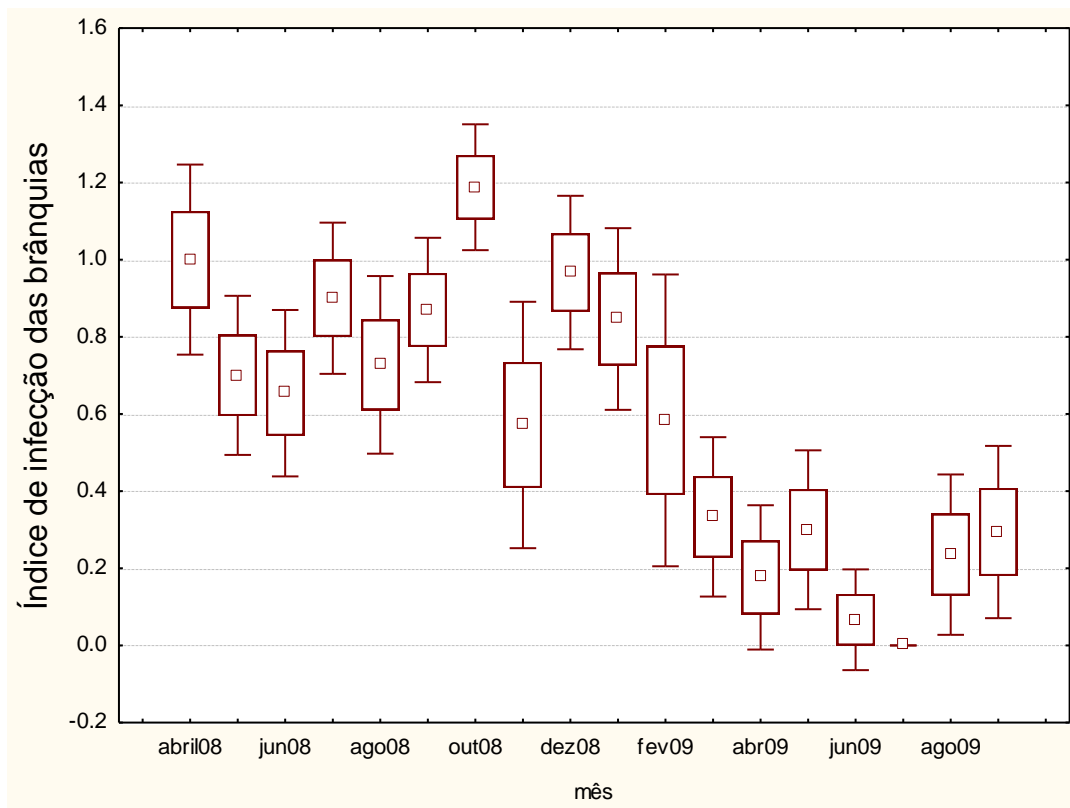


Figura 14. Médias dos índices de infecção parasitária das brânquias de *Lucina pectinata* do estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.

4.3.3. Parasitismo nas brânquias e gônadas

Do total de indivíduos de *Lucina pectinata* analisados, 57,1% tiveram as brânquias infectadas por parasitas e 7,4%, as gônadas (Tabela 7). As maiores frequências de infecção nas brânquias foram nos animais coletados em outubro de 2008 (96,9%), abril e julho de 2008 (ambos 90%), setembro e dezembro de 2008 (ambos 83,3%) e janeiro de 2009 (76,9%). Os indivíduos da coleta de julho de 2009 não apresentaram infecção nas brânquias (Tabela 7).

A infecção das gônadas foi atribuída apenas à presença de esporocistos, sendo as maiores frequências registradas nos meses de março de 2009 (42,9%) e abril de 2008 (40%) (Tabela 7).

Tabela 7. Frequência de infecção atribuída à presença de parasitas nas brânquias e gônadas de *Lucina pectinata* do estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009.

		Brânquia		Gônada		TOTAL
		infectada	não infectada	infectada	não infectada	
abr/08	n	18	2	8	12	20
	%	90.0	10.0	40.0	60.0	
mai/08	n	14	6		20	20
	%	70.0	30.0		100.0	
jun/08	n	16	10		26	26
	%	61.5	38.5		100.0	
jul/08	n	9	1	1	9	10
	%	90.0	10.0	10.0	90.0	
ago/08	n	15	8	2	21	23
	%	65.2	34.8	8.7	91.3	
set/08	n	20	4	2	22	24
	%	83.3	16.7	8.3	91.7	
out/08	n	31	1	2	30	32
	%	96.9	3.1	6.3	93.8	
nov/08	n	9	13	2	20	22
	%	40.9	59.1	9.1	90.9	
dez/08	n	25	5		30	30
	%	83.3	16.7		100.0	
jan/09	n	20	6	1	25	26
	%	76.9	23.1	3.8	96.2	
fev/09	n	6	6		12	12
	%	50.0	50.0		100.0	
mar/09	n	7	14	9	12	21
	%	33.3	66.7	42.9	57.1	
abr/09	n	3	14		17	17
	%	17.6	82.4		100.0	
mai/09	n	6	14		20	20
	%	30.0	70.0		100.0	
jun/09	n	1	15		16	16
	%	6.3	93.8		100.0	
jul/09	n	0	13		13	13
	%	0.0	100.0		100.0	
ago/09	n	4	13		17	17
	%	23.5	76.5		100.0	
set/09	n	5	12		17	17
	%	29.4	70.6		100.0	
TOTAL	n	209	157	27	339	366
	%	57.1	42.9	7.4	92.6	

A infecção das brânquias (presença de esporocistos de trematóides e de cistos de natureza não identificada) não foi acompanhada pela presença de parasitas nas gônadas (Figura 15). Considerando-se somente a presença dos esporocistos nos dois órgãos analisados, os bivalves coletados em setembro, outubro e novembro de 2008 e janeiro de 2009 apresentaram esporocistos simultaneamente. Entretanto, os animais de abril e dezembro de 2008 tiveram esporocistos apenas nas brânquias. Os indivíduos de julho e agosto de 2008 e março de 2009 apresentaram esporocistos nas gônadas, sendo a infecção branquial ocasionada pelos cistos basófilos e acidófilos (Figura 15).

De modo geral, a população amostrada encontrava-se pouco parasitada, e os animais foram mais infectados nos meses correspondentes ao período de seca, observando-se um declínio na estação chuvosa. A avaliação da saúde dos indivíduos, baseada no índice de condição (proporção do peso da massa visceral e das conchas), sugere que os animais mais saudáveis apresentaram-se menos infectados, tanto nas brânquias quanto nas gônadas, coletados nos meses de pluviosidade mais acentuada.

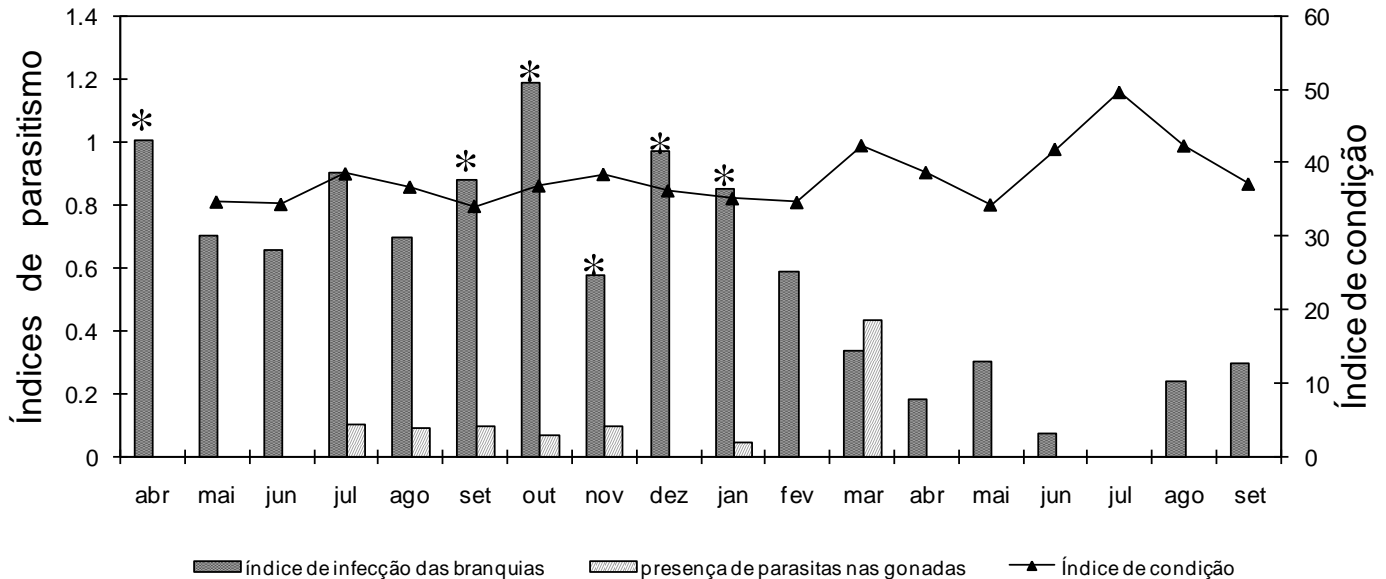


Figura 15. Relação da infecção parasitária das brânquias (por trematóides e cistos) e presença de trematóides nas gônadas com o índice de condição de *Lucina pectinata* do estuário do rio Ceará de abril de 2008 a setembro de 2009. * Indica a presença de esporocistos de trematóides nas brânquias, além da ocorrência de cistos basófilos e acidófilos.

4.4. Comparações entre as variáveis bióticas e abióticas

A correlação das variáveis bióticas e abióticas feitas através do teste BIOENV do programa Primer 6.1.1 mostrou que as variáveis que mais influenciam nas condições biológicas de *Lucina pectinata* foram: temperatura do ar (ambiente), temperatura do sedimento, salinidade do sedimento e mediana dos grãos do sedimento ($r = 0,611$).

5. DISCUSSÃO

Baseado na hipótese de que variações ambientais (distúrbios) ocasionam reflexos nas condições biológicas do bivalve *Lucina pectinata*, este estudo visou observar o efeito das associações das variáveis ambientais características do estuário do rio Ceará sobre o desenvolvimento do ciclo reprodutivo e o possível favorecimento de parasitismo na espécie.

Estudos sobre a ocorrência de distúrbios intermediários nos ecossistemas discutem a contribuição destes na manutenção da biodiversidade segundo a capacidade de recolonização das espécies no habitat após tais distúrbios, os quais podem ser prejudiciais ou letais aos organismos. Assumindo-se os distúrbios como fatores regulares do ambiente, todas as mudanças produzidas por eles causam remoção ou danos nas espécies residentes. Assim, os distúrbios naturais podem favorecer a substituição das espécies residentes em determinados locais formando novas populações. Tais mudanças têm sido usadas para sugerir que espécies se tornam adaptadas às condições pós-distúrbio, recuperando-se e recolonizando a áreas modificadas ou adaptando-se a colonizar diferentes pontos ao longo de um gradiente temporal (PLATT; CONNELL, 2003). A coexistência entre as espécies pode ser induzida pelos distúrbios por meio do potencial para mecanismos diferentes operarem em situações diversas, ou para muitos mecanismos operarem simultaneamente, dependendo das características particulares das espécies e do regime do distúrbio (ROXBURGH; SHEA; WILSON, 2004).

O regime do distúrbio é definido em termos de sua duração, frequência, previsibilidade e severidade (LYTLE, 2001). Diferentes regimes de distúrbios produzem a heterogeneidade espacial e temporal observadas na assembléia natural através da expressão diferencial dos atributos da história de vida, numa relação de interdependência (SOUSA, 1984).

Embora o principal enfoque da atuação dos distúrbios seja a coexistência entre as espécies, sua influência sobre uma determinada espécie também é de fundamental relevância.

A elevada precipitação pluviométrica e suas conseqüências diretas na redução dos níveis de salinidade, comumente observada nas regiões tropicais, parecem ser os principais fatores responsáveis pela heterogeneidade das condições ambientais do estuário do rio Ceará.

Neste contexto, o evento da estação chuvosa pode ser considerado um distúrbio natural, de frequência anual, com implicações significativas na biologia do bivalve *Lucina pectinata*.

Esta espécie apresentou ciclo reprodutivo contínuo, tal como observado em diferentes moluscos já estudados na região (BARREIRA; ARAÚJO, 2005; FARIAS, 2008). Entretanto, tanto os machos quanto as fêmeas apresentaram picos de desova mais pronunciados durante a estação seca, sendo a população, neste período, composta por indivíduos maiores (adultos em atividade reprodutiva), menos saudáveis (com menores índices de condição) e um pouco mais infectados por parasitas nas gônadas e brânquias. Ao contrário do observado no período chuvoso, com animais predominantemente menores, portanto mais jovens, com índices de condição maiores (mais saudáveis), machos e fêmeas em gametogênese inicial e pouca infecção por parasitas.

Estes resultados sugerem a importância do papel da precipitação pluviométrica na determinação da composição da população do bivalve *Lucina pectinata* no estuário do rio Ceará. O distúrbio estaria atuando no sistema como um fator regulador da população, contribuindo com sua renovação. O grande volume de precipitação associado ao aumento do fluxo de água doce vinda dos rios constituintes da hidrografia do estuário do rio Ceará parece estabelecer condições menos favoráveis aos indivíduos mais velhos, já debilitados em favor do esforço reprodutivo e do acometimento por parasitas. Os indivíduos mais jovens, mais saudáveis, devem apresentar maior capacidade de resistência durante tal situação de distúrbio, sobrevivendo e constituindo a futura geração de adultos potencialmente reprodutivos na próxima estação.

Por se tratar de um bivalve filtrador, o maior aporte de nutrientes e a ressuspensão de material orgânico durante o período do distúrbio (chuva) pode ser favorável quanto à abundância de alimento para *Lucina pectinata* do estuário do rio Ceará, na maioria jovens e em início de atividade gametogênica. As reservas nutricionais obtidas pela ingestão de alimento ingerido são essenciais à gametogênese, visto o gasto energético necessário para a diferenciação das células da linhagem germinativa, interferindo inclusive no número de gametas produzidos (LUNETTA; GROTTA, 1982). Quando as condições ambientais não são favoráveis, o desenvolvimento da gônada pode ocorrer à custa das reservas nutritivas do animal sendo necessário que este encontre alimento disponível para o seu restabelecimento (DELFINO, 2005). Por outro lado, Boehs; Absher; Cruz-Kaled (2008) comentam que a ressuspensão das partículas do sedimento parece ser uma condição inadequada para o bivalve *Anomalocardia brasiliiana*. A redução das densidades deste molusco na Baía de Paranaguá, Paraná, foi associada aos choques osmóticos e à elevação da turbidez do ambiente em virtude dos aumentos nas taxas de precipitação pluviométrica no verão (dezembro-fevereiro) na

região e suas conseqüentes reduções bruscas na salinidade (BOEHS; ABSHER; CRUZ-KALED, 2008).

Fenômenos de compensação (“*trade-offs*”) entre características da história de vida das espécies podem ser importantes imediatamente após as condições ambientais terem mudado em função de um distúrbio (PLATT; CONNELL, 2003), como é o caso das mudanças na composição iônica das águas durante as precipitações. Para Butler (1949), os moluscos bivalves reagem às alterações na salinidade com o fechamento das valvas. A filtração e a tomada de alimentos pelo animal sofreriam diminuição acentuada, refletindo no desenvolvimento e proliferação das gônadas (DELFINO, 2005).

Dessa forma, o distúrbio ocasionado pela precipitação no estuário do rio Ceará estaria favorecendo o desenvolvimento da gônada, estando *Lucina pectinata* em processo de maturação sexual durante este período. No final do período de precipitação os bivalves estariam maiores e maduros para liberação de gametas.

Quando cessa o distúrbio, a salinidade torna a alcançar valores elevados. O aumento da salinidade em função da queda da precipitação pluviométrica é um fator estimulante na liberação de gametas (GROTTA; LUNETTA 1980; FARIAS, 2008). Segundo Barreira; Araújo (2005), sob grandes alterações ambientais, várias espécies de bivalves respondem eliminando gametas, e variações na salinidade induzem as células do animal a ajustes de osmolaridade influenciando na reprodução dos bivalves.

Na população de *Anomalocardia brasiliiana* da praia do Canto da Barra, Fortim, Ceará, intensa atividade gametogênica com alternância de predomínios de indivíduos em amadurecimento e em liberação de gametas esteve associada a elevadas salinidades (BARREIRA; ARAÚJO, 2005).

Diferenças na duração das fases de amadurecimento e liberação de gametas ao longo dos ciclos anuais podem ocorrer em função de variações na duração e intensidade do período chuvoso. A sincronização dos fatores climáticos em *Crassostrea virginica* e *C. gigas* da Baía Tomales, Califórnia, ocasionou a retenção de gametas maduros nos indivíduos enquanto as condições do ambiente eram desfavoráveis. Embora os indivíduos estivessem prontos para desovar, os gametas foram eliminados somente após a elevação da temperatura do ambiente acompanhada das maiores salinidades (BERG, 1969). Apesar de não ter sido observada fase de repouso sexual definida em *Lucina pectinata* do estuário do rio Ceará, é possível que, numa escala temporal, existam diferenças no comportamento reprodutivo da espécie sincronizada à diversificação anual da quantidade e duração da estação chuvosa na região. Em anos com secas mais pronunciadas, a população de *Lucina pectinata* pode

apresentar maior número de exemplares sexualmente maduros ou até mesmo maior quantidade de desova, em detrimento de anos mais chuvosos. Porém, são necessários outros estudos para confirmação desta hipótese.

As relações entre gametogênese e variáveis ambientais têm sido descritas em diversos grupos animais ao redor do globo, destacando-se a influência da temperatura, salinidade e disponibilidade de alimento na regulação e sincronização dos processos reprodutivos dos invertebrados marinhos (GIESE, 1959). A influência das características do ambiente sobre a regulação das atividades biológicas desses organismos é nitidamente reconhecida em espécies com ampla distribuição geográfica em diferentes níveis latitudinais. Mesmo os moluscos de reprodução contínua apresentam diferenças no predomínio das fases de maturação sexual em latitudes distintas.

A população de *Anomalocardia brasiliana* estudada por Barreira; Araújo (2005) no litoral cearense apresentou ciclo de reprodução contínuo, sendo todas as fases de desenvolvimento da gônada observadas simultaneamente nos meses de estudo, coincidindo com o ciclo no litoral baiano (PESO, 1980) e paraibano (GROTTA; LUNETTA, 1980). Apesar de reprodução também contínua, a mesma espécie apresentou períodos de eliminação de gametas diferenciados nas populações do litoral de São Paulo (NARCHI, 1976), Paraná (BOEHS, 2000) e Santa Catarina (ARAÚJO, 2001). Em São Paulo, a população exibiu picos de desova na primavera e outono, e baixa eliminação de gametas no inverno; no Paraná, picos no outono e na primavera; e em Santa Catarina, picos no verão e na primavera com período de repouso bem definido no inverno. Tais diferenças na extensão dos períodos de reprodução entre as populações da mesma espécie de bivalve das regiões nordeste, sudeste e sul do Brasil devem-se à integração dos fatores intrínsecos dos organismos e da heterogeneidade espacial das diferentes latitudes, principalmente relacionadas às amplitudes térmicas, sobre a estrutura e dinâmica das comunidades naturais na evolução da história de vida desta espécie.

No Brasil, a maturação sexual de *Lucina pectinata* foi estudada por ASSIS (1978) e ASSIS (1985), com base em observações macro e microscópicas das gônadas, e por Delfino (2005) por meio da caracterização macroscópica dos estádios de desenvolvimento gonadal, com base no recobrimento da gônada sobre a glândula digestiva, todos no litoral da Bahia. As populações de *Lucina pectinata* da Bahia apresentaram dois períodos principais de emissão de gametas, associados às condições climáticas, sendo um no outono - compreendendo os meses de abril e maio - e um na primavera - de setembro a dezembro (Assis, 1985). No Ceará (presente estudo) a mesma espécie exibiu maior pico de desova na primavera (outubro e dezembro de 2008), seguido de um pico no verão (janeiro de 2009). Delfino (2005) somente

ênfatiou o predomínio de indivíduos com gônadas parcialmente cheias, indicando a eliminação constante de gametas, e a presença constante de indivíduos imaturos, evidenciando o recrutamento de jovens para a população, em intensidades variadas ao longo do tempo, não estabelecendo picos de desova para espécie. Certamente no litoral baiano esta espécie deve sofrer maior influência térmica no desenvolvimento de sua biologia reprodutiva do que no litoral cearense, onde as oscilações de temperatura são menos significativas.

Outro fenômeno observado que reforça a influência das variáveis ambientais sobre a história de vida das espécies é a ocorrência de sincronia no sucesso reprodutivo entre diferentes espécies presentes na mesma região. Beukema *et al.* (2001) analisaram o sincronismo de recrutamento em quatro espécies de bivalves (*Cerastoderma edule*, *Macoma balthica*, *Mya arenaria* e *Mytillus edulis*) presentes na mesma área, além da sincronia reprodutiva apresentada pela mesma espécie entre áreas diferentes, porém latitudes próximas. Flutuações similares dos fatores climáticos, como o inverno e a precipitação, ao longo de uma área geográfica sincronizam e determinam a densidade do recrutamento entre as espécies, uma vez que estas exibem basicamente a mesma relação com os fatores climáticos. E como os fatores climáticos exibem as mesmas características sobre vastas áreas geográficas, esta sincronia também se faz presente entre populações distantes da mesma espécie. Assim, ao longo de vastas áreas a biologia da população pode variar com padrões similares. Esta extensa sincronia nos padrões de abundância pode ter conseqüências substanciais para o funcionamento do ecossistema, incluindo flutuações na biomassa e produtividade (BEUKEMA *et al.*, 2001). Outros bivalves que coabitam áreas estuarinas juntamente com *Lucina pectinata* apresentaram sincronia reprodutiva, como é o caso de *Tagelus plebeius* estudada por Farias (2008) exatamente no mesmo local que o presente estudo. *Anomalocardia brasiliiana* também tem apresentado coincidências no ciclo sexual quando encontrada com *Lucina pectinata* (NARCHI, 1976; ASSIS, 1978).

Assim, os padrões ecológicos são influenciados pelas flutuações climáticas, refletindo no dinamismo das comunidades naturais. Os níveis de variações ambientais, aos quais a espécie responde com mecanismos efetivos, são oriundos do sucesso ao longo da história evolutiva da espécie. O desenvolvimento de ciclo reprodutivo contínuo em *Lucina pectinata* é considerado sucesso adaptativo para esses animais, colaborando com a manutenção de sua sobrevivência em um ecossistema extremamente estressante como os estuários.

O papel dos parasitas na ecologia das águas costeiras e estuarinas também merece destaque. A influência dos parasitas na ecologia da população de hospedeiros inclui

sobrevivência, castração, seleção sexual, predação e distribuição espacial. Os parasitas também podem afetar a evolução da diversidade biológica do hospedeiro (*e.g.* estrutura genética e competição interespecífica) e interações tróficas entre presas e predadores (THOMAS *et al.*, 1997).

As características de ambientes tropicais são ditas como potencializadoras do número de espécies e da densidade de parasitas nos hospedeiros. Portanto, ostras de latitudes tropicais tendem a apresentar comunidades de parasitas mais ricas do que de regiões temperadas, como observado para infracomunidades de *C. virginica* no México (AGUIRRE-MACEDO; KENNEDY, 1999). Os trematóides são considerados abundantes nos ecossistemas estuarinos. Seu alto potencial reprodutivo possibilita sucesso de transmissão em vários ambientes fisiologicamente desafiadores (FRIED; GRAKZYK, 1997). Um simples ovo pode produzir dezenas de milhares cercárias capazes de infectar novos organismos. Após infectar um molusco hospedeiro intermediário, por exemplo, o ovo produz um miracídeo que se desenvolve em esporocisto, que por sua vez origina numerosas rédias, as quais produzem numerosas cercárias que saem do molusco e infectam o hospedeiro definitivo (ROHDE, 2005). Entretanto, os trematóides podem falhar ao infectar alguns animais por causa da incompatibilidade fisiológica (resistência natural), também chamada de especificidade do hospedeiro (FRIED; GRAKZYK, 1997; POULIN; MORAND, 2000). Além disso, reações de resistência dos moluscos podem ser ativadas e os miracídeos podem ser encapsulados e destruídos pelos hemócitos do molusco logo depois da penetração. O tempo de exposição do molusco ao potencial parasita colabora com o aumento das chances de infecção. Aguirre-Macedo; Kennedy (1999) relatam que ostras mexicanas *Crassostrea virginica* podem ter apresentado comunidades de metazoários parasitas mais ricas por estarem sempre embaixo d'água e, portanto, expostas por maior tempo aos parasitas. Entretanto, as características fisiológicas específicas associadas a mecanismos de respostas do hospedeiro contra os parasitas helmintos parecem ser o principal fator estruturador da comunidade de parasitas metazoários das ostras. Assim, somente as espécies capazes de superar tais respostas do hospedeiro tornam-se estabelecidas (AGUIRRE-MACEDO; KENNEDY, 1999).

Como o bivalve *Lucina pectinata* possui origem associada ao ambiente marinho, esperava-se que os animais do período chuvoso apresentassem saúde mais prejudicada em função das alterações de salinidade do ambiente, e, portanto, poderiam ser mais suscetíveis ao acometimento por parasitas neste período. Além disso, acreditava-se que as modificações do ambiente em virtude do maior fluxo de água doce no ambiente prolongassem os períodos de exposição dos indivíduos aos parasitas, bem como elevasse a capacidade de dispersão destes

no ambiente. Entretanto, observou-se justamente o contrário. Os indivíduos do período seco apresentaram-se mais parasitados e menos saudáveis que os animais coletados na estação chuvosa. Em *Lucina pectinata*, larvas de trematóides parasitaram a gônada e as brânquias de animais adultos, reforçando as afirmações de Lauckner (1983) e Silva *et al.* (2009), os quais apontaram que os moluscos maiores, portanto mais velhos, apresentam infecções mais severas por trematóides que os moluscos menores. Após a completa maturação sexual de *Lucina pectinata* culminando com o predomínio na eliminação dos gametas durante o período seco, os bivalves provavelmente apresentaram-se mais debilitados. Alguns exemplares foram encontrados na superfície do sedimento sugerindo sua debilitação. Os adultos podem ser mais suscetíveis ao parasitismo em virtude do gasto energético despendido para a reprodução e eliminação dos gametas.

A associação da taxa de renovação da população aos ciclos anuais de pluviosidade, favorecendo a eliminação dos indivíduos mais velhos e mais debilitados e contribuindo para liberação de espaço para o assentamento e o estabelecimento dos juvenis, também reflete em conseqüências no parasitismo na espécie. Dessa maneira, o distúrbio pluviométrico também estaria atuando indiretamente como controlador do nível de parasitismo na população local, através da eliminação dos animais mais parasitados. Talvez a incidência de parasitismo seja baixa na população porque os jovens são mais resistentes à infecção que os adultos, e estes, quando debilitados e mais infectados pelos parasitas, são eliminados do ambiente durante o distúrbio pluviométrico.

O fato do banco de *Lucina pectinata* no estuário do rio Ceará não se localizar permanentemente submerso, ou seja, torna-se constantemente exposto nos horários de maré baixa, também pode produzir períodos menores de exposição aos parasitas.

Os trematóides comumente usam os moluscos como seus hospedeiros, alternadamente com algumas espécies de aves e de peixes, em relações que parecem estar muito bem definidas. Dessa maneira, a evolução do parasitismo por trematóides nos bivalves é sugerida como sendo o modelo de agressão mútua, uma vez que o hospedeiro reage prontamente ao parasitismo logo na primeira infecção, surtindo graves efeitos sobre o *fitness* do molusco hospedeiro. Embora com baixa incidência na população em geral, os indivíduos de *Lucina pectinata* infectados apresentavam-se castrados ou com o tecido branquial danificado pelos esporocistos, denotando os prejuízos sobre a saúde do bivalve hospedeiro. Nos esporocistos observados em ambos os órgãos analisados, as cercarias apareceram tipicamente em vários estágios de desenvolvimento, indicando uma produção assíncrona,

uma vez que as cercarias são liberadas na água por longos períodos de tempo (LARUELLE *et al.*, 2002).

Apesar da grande extensão da invasão pelo tecido gonadal, alguns indivíduos do estuário do rio Ceará apresentavam atividade gametogênica, e somente dois animais tiveram a gônada destruída. Mesmo assim, a incidência de parasitismo foi muito baixa na população, parecendo não prejudicar a reprodução de *Lucina pectinata*. É comum observar populações de trematóides com infectividade reduzida na população de molusco com a qual ele está evoluindo, ainda assim resultando em castração dos bivalves (POWER *et al.*, 2004; BOTT; HEALY; CRIBB, 2005).

Apesar dos efeitos negativos que os parasitas podem exercer sobre seus hospedeiros, como a patogenicidade, a complexidade desta relação pode na verdade ser benéfica para o ecossistema. Os parasitas são responsáveis, pelo menos em parte, pela evolução da diversidade genética de seu hospedeiro, e podem atuar como barreiras para a invasão de outras espécies no ecossistema (THOMAS *et al.*, 1997). Os mesmos autores sugerem que futuros estudos sobre a ecologia estuarina deveriam incluir a importância do parasitismo neste ecossistema.

Outro aspecto que deve ser sempre lembrado no estudo de bivalves estuarinos com importância comercial é a pressão da ação extrativista sobre as espécies. Coletas abusivas realizadas sem o conhecimento da biologia dos moluscos podem não só ocasionar o detrimento da população como mascarar os resultados sobre sua real condição no ambiente. Embora sejam menores as chances de extinção das espécies cuja reprodução é contínua, este fato pode não ser garantia da permanência da espécie no local após graves impactos, como grandes ações extrativistas. Durante a elaboração deste trabalho, notou-se o desaparecimento da população de *Lucina pectinata* do estuário do rio Pacoti, outro estuário cearense considerado menos impactado que o estuário do rio Ceará. Apesar do conhecimento da ocorrência da espécie em tal estuário, nem os esforços de coleta durante 7 meses consecutivos foram suficientes para encontrar animais vivos neste estuário, o que inviabilizou a comparação dos dois ambientes e levantou questionamentos sobre seu desaparecimento. Embora não se possa afirmar o motivo pelo qual esta população não foi mais encontrada, tal fato reforça o motivo da realização de estudos sobre organismos, em especial aqueles ainda não estudados, para a elucidação das complexas relações entre as espécies e o ambiente em que elas habitam.

6. CONCLUSÕES

Este é o primeiro trabalho sobre ciclo sexual e parasitismo na espécie *Lucina pectinata* (Mollusca: Bivalvia, Lucinidae) do estado do Ceará, nordeste do Brasil, o qual permitiu concluir que:

- O ciclo reprodutivo da população de *Lucina pectinata* do estuário do rio Ceará é contínuo;
- Esta população encontra-se predominantemente em processo de amadurecimento sexual no primeiro semestre do ano (associado à estação chuvosa) e sexualmente matura, com liberação de gametas, no segundo semestre (relacionado ao período de seca);
- A população de *Lucina pectinata* apresenta baixos índices de infecção parasitária e não está sendo prejudicada pela presença de parasitas;
- A elevação da precipitação, associada à queda da salinidade, parece atuar como distúrbio intermediário no estuário, com frequência anual, contribuindo para a renovação da população de *Lucina pectinata* e para o controle da incidência de parasitas trematóides na população.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE-MACEDO, M. L.; KENNEDY, C. R. Patterns in metazoan parasite communities of some oyster species. **Journal of Helminthology**, v. 73, p. 283–288. 1999.
- ARAÚJO, C.M. **Biologia reprodutiva do berbigão *Anomalocardia brasiliana* (Mollusca: Bivalvia, Veneridae) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (REMAPI), Estado de Santa Catarina**. 2001. 203f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2001.
- ARAÚJO, M. L. R.; ROCHA-BARREIRA, C. A. Occurrence of *Bucephalus* sp. (Trematoda: Bucephalidae) in *Anomalocardia brasiliana* (GMELIN, 1791) (Mollusca: Veneridae) at Canto da Barra beach, Fortim, Ceará State, Brazil. **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 35-37. 2004.
- ASSIS, R. C. F. **Anatomia funcional de *Lucina pectinata* (Gmelin,1791) (Bivalvia:Lucinidae), um subsídio ao conhecimento do ciclo sexual**. 1978. 93f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências da USP, Universidade de São Paulo, 1978.
- ASSIS, R. C. F. Maturação Sexual de *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791) (Mollusca – Bivalvia). **Universitas Ciencia**, Salvador, n. 34, p. 77-92, out./dez. 1985.
- BAQUEIRO CÁRDENAS, E.R.; ALDANA ARANDA, D.; SEVILLA, M.L.; RODRÍGUEZ ESPINOSA, P.F. Variations in the reproductive cycle of the oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791), Pueblo Viejo lagoon, Veracruz, México. **Transitional Waters Bulletin**, v. 2, p. 37-46. 2007.
- BARREIRA, C. A. R; ARAÚJO, M. L. R. Ciclo reprodutivo de *Anomaocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (MOLLUSCA, Bivalvia, Veneridae) na praia do Canto da Barra, Fortim, Ceará, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 31, n 1, p 9-20. 2005.
- BAZZAZ, F.A. Allocating resources to reproduction and defense. **BioScience**, v. 37, p. 58-67. 1987.
- BERG, C. J. Jr. Seasonal gonadal changes of adult oviparous oysters in Tomales Bay, California. **The Veliger**, v. 12, n. 1, p. 27- 36. 1969.
- BEUKEMA, J. J.; DEKKER, R.; ESSINK, K.; MICHAELIS, H. Synchronized reproductive success of the main bivalve species in the Wadden Sea: causes and consequences. **Marine Ecology Progress Series**, v. 211, p. 143-155. 2001.

BIGNELL, J. P.; DODGE, M. J.; FEIST, S. W.; LYONS, B.; MARTIN, P. D.; TAYLOR, N. G. H.; STONE, D.; TRAVALENT, L.; STENTIFORD, G. D. Mussel histopathology: effects of season, disease and species. **Aquatic Biology**, v. 2, p. 1-15. 2008.

BOEHS, G. **Ecologia Populacional, reprodução e contribuição em biomassa de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Bivalvia: Veronidae) na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil.** 2000. 201f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

BOEHS, G.; ABSHER, T. M.; CRUZ-KALED, A. C. da. Ecologia populacional de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Bivalvia, veneridae) na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 259 – 270. 2008.

BOEHS, G.; MAGALHÃES, A. R. M. Simbiontes associados com *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin) (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) na Ilha de Santa Catarina e região continental adjacente, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 4, p. 865–869. 2004.

BORZONE, C. A.; VARGAS, K. M.; PEZZUTO, P. R.; TAVARES, Y. A. G. Aspectos da reprodução e dinâmica populacional de *Chione pubera* (Bory Saint-Vicent) (Bivalvia, Veneridae) no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 2, p. 333 – 349. 2001.

BORZONE, C. A.; PEZZUTO, P. R.; TAVARES, Y. A. G. Características histológicas del ciclo reproductivo de *Euvola ziczac* (Linnaeus) (Pectinidade, Bivalvia) del litoral sur-sudeste del Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 763-772. 2003.

BOTT, N. J.; HEALY, J. M.; CRIBB, T. H. Patterns of digenean parasitism of bivalves from the Great Barrier Reef and associated waters. **Marine and freshwater research**, v. 56, p. 387-394. 2005.

BRETOS, M.; TESORIERI, I; ALVAREZ, L. The biology of *Fissurella maxima* Sowerby (Mollusca: archaeogastropoda) in northern Chile. 2. Notes on its reproduction. **Biological Bulletin**, v. 165, p. 559-568. 1983.

BRISSAC, T.; GROS, O.; MERÇOT, H. Lack of endosymbiont release by two Lucinidae (Bivalvia) of the genus *Codakia*: consequences for symbiotic relationships. **Federation of European Microbiological Societies (FEMS) Microbiol Ecol.**, v. 67, p. 261–267. 2009.

CÁCERES-MARTINEZ, J.; FIGUERAS, A. Long-term survey on wild and cultured mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) reproductive cycles in the Ria de Vigo (NW Spain). **Aquaculture**, v. 162, p.141–156. 1998.

CARBALLAL, M. J.; IGLESIAS, D.; SANTAMARINA, J.; FERRO-SOTO, B.; VILLALBA, A. Parasites and pathologic conditions of the cockle *Cerastoderma edule* populations of the Coast of Galicia (NW Spain). **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 78, p. 87 – 97. 2001.

CARPES-PATERNOSTER, S. **Ciclo reprodutivo do marisco-do-mangue *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1891) no manguezal do rio Tavares, Ilha de Santa Catarina/SC.** 2003. 30f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2003.

CEUTA, L. O. **Reprodução, ecologia populacional e simbiontes associados com o bivalve *Tagelus plebeius* (Lightfoot, 1786) no estuário do rio Cachoeira, Ilhéus, Bahia.** 2007. 47f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia. 2007.

CHENG, T.C. **Parasitología General.** 2. ed. Madrid: Editorial AC, 1978. 965p.

CHENG, T. C.; BURTON, R. W. Relationships between *Bucephalus sp* and *Crassostrea virginica*: Histopathology and sites of Infection. **Chesapeake Science**, v. 6, n. 1, p. 3-16. 1965.

CHESSON, P.; GEBAUER, L. E.; SCWINNING, S.; HUNTLY, N.; WIEGAND, K.; ERNEST, M. S. K.; SHER, A.; NOVOPLANSKY, A.; WELTZIN, J. F. Resource pulses, species interactions, and diversity maintenance in arid and semi-arid environments. **Oecologia**, v. 141, p. 236-253. 2004.

CHRISTIANSEN, H. E.; BRODSK, R. S.; CABRERA, M. E. La microscopia aplicada com criterio poblacional en el estudio de las gónadas de los vertebrados y invertebrados marinos. **Physis**, sec. A, v.32, n.35., p. 467-480. 1973.

CONNELL, J. H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. High diversity of trees and corals is maintained only in a nonequilibrium state. **Science**, v. 199, p. 1302-1306. 1978.

DARRIBA, S; JUAN, F. S.; GUERRA, A. Reproductive cycle of the razor clam *Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865) in northwest Spain and its relation to environmental conditions. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 311, p. 101-115. 2004.

DAY, J. W. Jr; HALL, C. A. S.; KEMP, W. M.; YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. **Estuarine Ecology**. USA: Wiley-Interscience publication, 1989. 253 p.

DAJOZ, R. **Princípios de ecologia**. 7.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 520 p.

DELFINO, A. C. S. **Estudos Complementares da Dinâmica de População de *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791), no Ecossistema de Manguezal de Garapuá - Cairu – Bahia**. 2005. 79f. Monografia (graduação em Ciências Biológicas), Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

DILLON, R.T., 2000. *The Ecology of Freshwater Molluscs*. Cambridge University Press, Cambridge.

DISTEL, D. L.; FELBECK, H. Endosymbiosis in the lucinid clams *Lucinoma aequizonata*, *Lucinoma annulata* and *Lucina floridana*: a reexamination of the functional morphology of the gills as bacteria-bearing organs. **Marine Biology**, v. 96, p. 79-86. 1987.

FARIAS, M. F. **Ciclo reprodutivo, distribuição populacional e condições microbiológicas de *Tagelus plebeius* (Lightfoot, 1786) (Mollusca: Bivalvia: Solecurtidae) no estuário do rio Ceará, em Fortaleza-CE**. 2008. 152f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

FENCHEL, T. **Ecology**: Potentials and limitations. Excellence in Ecology. Germany: Ecology Institute, 1987. 185 p.

FISHER, C. R. Chemoautotrophic and methanotrophic symbioses in marine invertebrates. **Rev Aquat Sci**, v. 2, p. 399–613. 1990.

FIGUEIRAS, A. J.; JARDON, C. F.; CALDAS, J. R. Diseases and parasites of mussels (*Mytilus edulis* Linnaeus, 1758) from two sites on the east coast of the United States. **Journal of Shellfish Research**, v. 10, p. 89-94, 1991.

FRIED, B.; GRAKZYK, T. K. *Advances in trematode biology*. CRC PRESS LLC Florida, USA. 94p. 1997.

FRENKIEL, L.; GROS, O.; MOUEZA, M. Gill structure in *Lucina pectinata* (Bivalvia: Lucinidae) with reference to hemoglobin in bivalves with symbiotic sulphur-oxidizing bacteria. **Marine Biology**, v. 125, p. 511-524. 1996.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.funceme.br>>. Acesso em: 05 mai. 2009.

GALVÃO, M. S. N.; HENRIQUES, M. B.; PEREIRA, O. M.; MARQUES, H. L. A. Ciclo reprodutivo e infestação parasitária de mexilhões *Perna perna* (Linnaeus, 1758). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 59-71. 2006.

GARCIA, P.; MAGALHÃES, A. R. M. Protocolo de identificação e quantificação de bucefalose (enfermidade laranja) em mexilhões *Perna perna*. **B. Inst. Pesca**, v. 34, n.1, p.11-19, São Paulo. 2008.

GIESE, A. C. Comparative physiology: annual reproductive cycles of marine invertebrates. **Annu. Rev. Physiol.**, v. 21, p. 547-576. 1959.

GIL, G. M.; THOMÉ, J. S. Descrição do ciclo reprodutivo de *Donax hanleyanus* (Bivalvia, Donacidae) no sul do Brasil. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 94, n. 3, p. 271-276. 2004.

GIL, G. M.; TRONCOSO, J. S.; TOMÉ, J. W. **Manual para manejo e otimização da exploração comercial de moluscos bivalves**. Edição do autor. Porto Alegre, 2007. 48p.

GOMES, C. P.; BEASLEY, C. R.; PEROTE, S. M. O.; FAVACHO, A. S.; TAGLIARO, C. H.; FERREIRA, M. A. P.; ROCHA, R. M. Gametogenesis in the mangrove mussel *Mytella guyanensis* from northern Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 4, n. 2, p. 246-249. 2009.

GROTTA, M. **Histofisiologia da reprodução de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia) do litoral do Estado da Paraíba**. João Pessoa. 1979. 138f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 1979.

_____. Ciclo sexual de *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) (Mollusca, Bivalvia, Mytillidae) do estuário do rio Paraíba do Norte. **An. Soc. Nordest. Zool.**, v.1, n.1, p. 70. 1983.

GROTTA, M.; LUNETTA, J. E. Ciclo sexual de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) do litoral do estado da Paraíba. **Revista Nordest. Biol.**, João Pessoa, v. 3, n. 1, p. 5-55. 1980.

HOLMES, J. C. Evolutionary relationships between parasitic helminthes and their hosts. In: FUTUYMA D. J. and SLATKIN, M. (Eds.), **Coevolution**, p. 161-185. Sinauer, Sunderland, Massachusetts. 1983.

JOIRIS, C. R.; HOLSBEEK, L.; OTCHERE, F. A. Mercury in the Bivalves *Crassostrea tulipa* and *Perna perna* from Ghana. **Marine Pollution Bulletin**, v. 40, n. 5, p. 457-460. 2000.

JUNQUEIRA, L.C.; JUNQUEIRA, L.M.M.S. **Técnicas básicas de citologia e histologia**. São Paulo: Livraria e Editora Santos, 1983. 123p.

KINNE, O. **Diseases of marine animals**. Volume II: Introduction bivalvia to scaphopoda. Hamburg: Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg, Germany. 1983. 1028p.

LAFFERTY, . The marine snail *Cerithidea californica* matures at smaller sizes where parasitism is high. **Oikos**, 68, p. 3-11.) 1993.

LAJTNER, J.; LUCIC, A.; MARUŠIĆ, M.; ERBEN, R. The effects of the trematode *Bucephalus polymorphus* on the reproductive cycle of the zebra mussel *Dreissena polymorpha* in the Drava River. **Acta Parasitológica**, v. 53, n.1, p.85–92. 2008.

LARUELLE F.; MOLLOY, D. P.; ROITMAN, V. A. Histological analysis of trematodes in *Dreissena polymorpha*: their location, pathogenicity and distinguishing morphological characteristics. **The Journal of Parasitology**, v. 88, n. 5, p. 856-863. 2002.

LAUCKNER, G. Diseases of mollusca: bivalvia. In: KINNE, O. (Ed.), **Diseases of marine animals**, Introduction, Bivalvia to Scaphopoda, v. 2, p. 632-762. Germany: Biologische Anstalt Helgoland. 1983.

LAUCKNER, G. Impact of trematode parasitism on the fauna of a North Sea tidal flat. **Helgoländer Meeresuntersuchungen**, v. 37, p. 185 – 199. 1984.

LECHAIRE, J. P.; FRÉBOURG, G.; GAILL, F.; GROS, G. *In situ* localization of sulphur in the thioautotrophic symbiotic model *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791) by cryo-EFTEM microanalysis. **Biology of the Cell**, v. 98, p. 163–170. 2006.

LIMA, E. M. S.; SILVA, T. S. Sensoriamento remoto e análise de impactos ambientais: estuário do Rio Ceará. Caucaia – Ceará. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL,6., 2003, Fortaleza. **Artigo completo...** Fortaleza: Editora UFC, 2003. p. 257-259.

LYTLE, D. A. Disturbance Regimes and Life-History Evolution. **The American Naturalist**, v. 157, n. 5, p. 525–536. 2001.

LUNETTA, J.E. Fisiologia da reprodução dos mexilhões (*Mytilus perna* - Mollusca, Lamelibranchia). **Boletim de Zoologia e Biologia Marinha**, v.26, p.33-111. 1969.

LUNETTA, J. E.; GROTTA, M. Influência dos fatores exógenos e endógenos sobre a reprodução de moluscos marinhos. **Bolm. Fisiol. Animal.**, USP, v. 6, p. 191-204. 1982.

MARQUES; C. G. **Aspectos Reprodutivos do Berbigão *Tivela mactroides* (Born,1778) (Bivalvia; Veneridae) na Enseada de Caraguatatuba, São Paulo – Brasil.** 2004. 67f. Monografia (Graduação), Curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos São João da Boa Vista, São Paulo, 2004.

MESQUITA, E. de F. M. de; ABREU, M. G. de; LIMA, F. C. de. Aspectos gametogênicos de *Iphigenia brasiliiana* (Lamarck) (Bivalvia, Donacidae) da Lagoa de Itaipu, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 523-528. 2001 a.

_____. Reproductive cycle of *Perna perna* (Linnaeus) from Itaipu Lagoon, Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 631-636. 2001 b.

MINH, Le D. Reproductive biology of the abalone *Haliotis varia* Linné, 1758 in Cam Canh Bay, south central Vietnam. **Phuket Marine Biological Center Special Publication**, v. 21, n. 1, p. 57-61. 2000.

NARCHI, W. Ciclo anual da gametogênese de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia). **Boletim de Zoologia da Universidade de São Paulo**, v. 1, p. 331-350. 1976.

NASCIMENTO, I. A; LUNETTA, J.E. Ciclo sexual da ostra do mangue e sua importância para o cultivo. **Boletim de Fisiologia Animal da Universidade de São Paulo**, v.2, p.63-98. 1978.

NGO, T. T. T.; CHOI, K. S. Seasonal changes of *Perkinsus* and *Cercaria* infections in the Manila clam *Ruditapes philippinarum* from Jeju, Korea. **Aquaculture**, v. 239, p. 57-68. 2004.

NOGUEIRA, E. M. S.; FREITAS, L. M. Distribuição e aspectos biológicos de *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791) (Bivalvia – Lucinidae) na Lagoa Mundaú-Alagoas-Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 30, n. 1, p. 7-14. 2002.

PENCHASZADEH, P. E.; PAREDES, C; SALAYA, J. J. Reproductive cycle of the south american scallop *Amusium laurenti* (Gmelin, 1791) (Bivalvia, Pectinidae). **Aquaculture International**, Netherlands, v. 8, p 227-235. 2000.

PESO, M. C. **Bivalves comestíveis da Baía de Todos os Santos: estudo quantitativo com especial referência a *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Bivalvia: Veneridae)**. 1980. 174f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.

PLATT, W. J.; CONNELL, J. H. Natural disturbances and directional replacement of species. **Ecological Monographs**, v. 73, n. 4, p. 507–522. 2003.

POULIN, R.; MORAND, S. The diversity of parasites. **The quarterly review of biology**, v. 75, n. 3, p. 277-293. 2000.

POWER, A. J.; NUNEZ, J.; MITCHELL, M.; WALKER, R. L.; STURMER, L. Reproductive pattern of the blood ark, *Anadara ovalis* from the northeast coast of Florida. **Journal of Shellfish Research**, v. 23, n. 1, p. 173-178. 2004.

QUAYLE, B. D. Sex, gonad development and seasonal gonad changes in *Paphia staminea* Conrad. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, Canada, v. 6, n. 2, p. 140-151. 1943.

REBELO, M. F.; AMARAL, M. C. R.; PFEIFFER, W. C. Oyster condition index in *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) from a heavy-metal polluted coastal lagoon. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 2, p. 345-351. 2005.

RIOS, E. C. **Seashells of Brazil**. 2. ed. Rio Grande: Editora da Fundação Universidade do Rio Grande, 1994. 492p.

RODHOUSE, P. G.; SWINFEN, R. C.; MURRAY, A. W. A. Life cycle, demography and reproductive investment in the myopsid squid *Alloteuthis subbulata*. **Marine Ecology**, v. 45, p. 245-253. 1988.

ROHDE, K. **Marine parasitology**. CSIRO publishing, 2005. 502p.

ROXBURGH, S. H.; SHEA, K.; WILSON, J. B. The intermediate disturbance hypothesis: patch dynamics and mechanisms of species coexistence. **Ecology**, v. 85, n. 2, p. 359–371. 2004.

SABRY, R. C.; MAGALHÃES, A. R. M. Parasitas em ostras de cultivo (*Crassostrea rhizophorae* e *Crassostrea gigas*) da Ponta do Sambaqui, Florianópolis, SC. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 57, supl. 2, p. 194-203. 2005.

SASTRY, A. N. Pelecypoda (excluding Ostreidae). In: **Reproduction of Marine Invertebrates**, 5. Molluscs: pelecypods and lesser classes. A. C. GUIESE; J. S. PEARSE, (eds.). London: Academic Press, p. 113-192. 1979.

SEMACE. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.semace.ce.gov.br/>>. Acesso em: 05 jun. 2009.

SILVA, P. M. da; CREMONTE, F.; SABRY, R. C.; ROSA, R. D.; CANTELLI, L.; BARRACCO, M. A. Presence and histopathological effects of the *Parvatrema* sp. (Digenea, Gymnophallidae) in the stout razor clam *Tagelus plebeius* (Bivalvia, Psammobiidae). **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 102, p. 14–20. 2009.

SILVA, P. M. da; MAGALHÃES, A. R. M.; BARRACCO, M. A. Effects of *Bucephalus* sp. (Trematoda: Bucephalidae) on *Perna perna* mussels from a culture station in Ratones Grande Island, Brazil. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 79, p. 154–162. 2002.

SOUSA, W. P. The role of disturbance in natural communities. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, v. 15, p. 353-391. 1984.

STEARNS, S. C. The evolution of life histories. Oxford University Press. 1992.

TAYLOR, J. D.; GLOVER, E. A. Lucinidae (Bivalvia) – the most diverse group of chemosymbiotic molluscs. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 148, p. 421-438. 2006.

THIELTGES, D. W. Parasite induced summer mortality in the cockle *Cerastoderma edule* by the trematode *Gymnophallus choledochus*. **Hydrobiologia**, v. 559, p. 455-461. 2006.

THOMAS, F.; CEZILLY, F.; MEEÛS, T. de; CRIVELLI, A.; RENAUD, F. Parasitism and Ecology of Wetlands: A Review. **Estuaries**, v. 20, n. 3, p. 646-654. 1997.

VALDEZ -DOMINGOS, F. X.; AZEVEDO, M.; SILVA, M.D.; RANDI, M.A.F.; FREIRE, C.A.; SILVA DE ASSIS, H.C.; OLIVEIRA RIBEIRO, C.A. Multibiomarker assessment of three Brazilian estuaries using oysters as bioindicators. **Environmental Research**, v. 105, p. 350–363. 2007.

VERNBERG, W.B. Responses to estuarine stress In: KETCHUM, B.H. **Estuaries and enclosed seas**. Amsterdam: Ed. Elsevier, 1992. 500p.

VILELA-NASCIMENTO, I. Estudos preliminares sobre a primeira maturação sexual e “sex-ratio” do sururu (*Mytella falcata*, Orbigny, 1846). **B. Est. Pesca**, v. 8, n. 2, p. 39-50. 1968 a.

_____. Estudo preliminar da maturidade do sururu (*Mytella falcata*, Orbigny, 1846). **B. Est. Pesca**, v. 8, n. 3, p. 18-33. 1968 b.

VILLALBA, A.; MOURELLE, S. G.; CARBALLAL, M. J.; LÓPEZ, C. Symbionts and diseases of farmed mussels *Mytilus galloprovincialis* throughout the culture process in the Rías of Galicia (NW Spain). **Diseases of aquatic organisms**, v. 31, p. 127 – 139. 1997.

WILBUR, K. M.; OWEN, G. Growth. Pp. 211-242 in **Physiology of Mollusca**. K. M. WILBUR; C. M. YOUNGE (eds), v. I. New York: Academic Press. 1964.

ZEE. Caracterização das condições físico-químicas dos estuários do estado do Ceará. Programa de Zoneamento Ecológico Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará. Governo do Estado do Ceará. 2005.

ANEXOS

ANEXO A – Fórmula de Sturges

$V_i = A/K$, onde

V_i = Intervalo de classes; A = Amplitude da variável (L_t) ($\text{Max} - \text{Min}$)

$K = (*) + 3,32 \times \log n$; K = número de classes;

(*) = Valor relativo ao número de observações presentes na amostra quando:

$$n < 100 = 1$$

$$100 < n < 200 = 2$$

$$200 < n < 300 = 3$$

$$300 < n < 400 = 4$$

$$400 < n < 500 = 5$$

$$500 < n < 600 = 6$$

$$600 < n < 700 = 7$$

$$700 < n < 800 = 8$$

$$800 < n < 900 = 9$$

$$n > 900 = 10$$

$$3,32 = \text{constante}$$

$\log n$ = logaritmo na base 10 do número de observações

ANEXO B - Solução de Bouin salino

Para preparar 1L de Solução de Bouin salino:

750mL de ácido pícrico diluído *

250mL de formol
50mL de ácido acético

* diluir o pó de ácido pícrico em água do mar ou do estuário até que ocorra precipitação (solução saturada).

ANEXO C - Protocolo de inclusão de brânquias e massa visceral de *Lucina pectinata*.

Desidratação em:	álcool 80%	1h
	álcool 90%	1h
	álcool 95%	1h
	álcool 100%	1h
	álcool 100%	1h
	álcool 100%	30 min
Diafanização em xilol P.A		15 a 20 min
	xilol P.A	15 a 20 min
Impregnação em estufa 58-60°C:		
	Parafina (banho 1)	1h
	Parafina (banho 2)	1h

Emblocagem em moldes cúbicos de papel com parafina pura, solidificada em temperatura ambiente.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)