

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

IGOR SILVA NOGUEIRA

ESTUDO DE PREFERÊNCIA ALIMENTAR EM *Pugilina morio* (LINNAEUS,  
1758) (MOLLUSCA: GASTROPODA: MELONGENIDAE)

Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação em Ciências marinhas tropicais, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof(a). Dra. Helena Matthews Cascon

FORTALEZA-CE  
2010

IGOR SILVA NOGUEIRA

ESTUDO DE PREFERÊNCIA ALIMENTAR EM *Pugilina morio* (  
LINNAEUS, 1758) (MOLLUSCA: GASTROPODA: MELONGENIDAE)

Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação em Ciências marinhas tropicais, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof(a). Dra. Helena Matthews Cascon

Dissertação Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof(a). Dra. Helena Matthews Cascon (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará- UFC

---

Prof(a). Dra. Cristina de Almeida Rocha-Barreira  
Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR / UFC

---

Prof(a). Dra. Inês Xavier Martins  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA

Fortaleza-Ce  
2010  
IGOR SILVA NOGUEIRA

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de começar primeiramente agradecendo a Deus, por me ajudar sempre a vencer algumas barreiras que às vezes pareciam intransponíveis.

Aos meus pais, Irmã e familiares que sempre me ajudaram e apoiaram financeiramente ou moralmente quando precisei.

A minha noiva e futura esposa Aline de Fátima C. N. e família que sempre me apoiaram nas horas mais difíceis de minha vida, na própria construção desta dissertação e por todo carinho e compreensão.

A minha orientadora professora Dra. Helena Matthews-Cascon, que primeiramente aceitou e acreditou em mim para execução do projeto e por toda a compreensão comigo no desenvolvimento da dissertação onde tive grande orgulho e oportunidade de ser orientado por uma grande profissional.

Ao Carlos Augusto Oliveira de Meirelles, futuro professor universitário, quem ajudou nas horas mais difíceis do desenvolvimento e conclusão desta dissertação. Pessoa de alta capacidade de orientar e grande malacólogo. Obrigado pela co-orientação e por sua amizade e paciência.

Ao professor Dr. Paulo Cascon, por servir de exemplo profissional e por oferecer todo subsídio estrutural para o desenvolvimento do projeto.

Aos meus amigos de laboratório de zoologia experimental Sidarta, que tanto me ajudou na hora de coletas de material para estudo, análise de dados e incentivou nas horas difíceis com seu conhecimento, Lucas e Felipe (ameba) com seus conhecimentos e grande capacidade de descontração.

A todos os colegas do Laboratório de Invertebrados Marinhos do Ceará (LIMCE), por todo o apoio, conhecimento e momentos de descontração.

Aos professores de pós-graduação do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) passando um pouco dos seus conhecimentos através das disciplinas cursadas.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo subsídio financeiro, sendo muito importante no desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

E todas as pessoas que direta ou indiretamente ajudaram na subida do degrau de minha vida que foi essa dissertação.

# SUMÁRIO

<b>Resumo</b> .....	<b>i</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>ii</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>iii</b>
<b>Lista de Tabelas</b> .....	<b>v</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Hipótese</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Objetivos</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1. Objetivo Geral</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2. Objetivos Específicos</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Área de Coleta</b> .....	<b>5</b>
<b>4. Material e Métodos</b> .....	<b>8</b>
<b>4.1. Coleta do Material</b> .....	<b>8</b>
<b>4.2. Experimento de Reconhecimento de presa</b> .....	<b>8</b>
<b>4.3. Experimento de alimentação no período reprodutivo</b> .....	<b>10</b>
<b>4.4. Experimento de preferência de presas</b> .....	<b>10</b>
<b>4.5. Estimativa do tempo de manuseio por presa (“Handling Time”)</b> .....	<b>10</b>
<b>4.6. Estudo morfológico do Gastrópode <i>Pugilina morio</i></b> .....	<b>11</b>
<b>4.7. Análise estatística</b> .....	<b>11</b>
<b>5. Resultados</b> .....	<b>12</b>
<b>5.1. Experimento de Reconhecimento de presa</b> .....	<b>12</b>
<b>5.2. Experimento de alimentação no período reprodutivo</b> .....	<b>12</b>
<b>5.3. Preferência por Presas</b> .....	<b>17</b>
<b>5.4. “Handling Time”</b> .....	<b>20</b>
<b>5.5. Estudo Morfológico</b> .....	<b>21</b>
<b>5.6. Comportamento Predatório</b> .....	<b>24</b>
<b>6. Discussão</b> .....	<b>26</b>
<b>7. Conclusão</b> .....	<b>29</b>
<b>8. Referências Bibliográficas</b> .....	<b>30</b>

## RESUMO

A classe Gastropoda exhibe virtualmente todos os tipos de hábitos alimentares, dentre eles: herbívoros, detritívoros, suspensívoros, carnívoros predadores, necrófagos e parasitas. O gastrópode *Pugilina morio* pertence à família Melongenidae. Esta família tem representantes que ocorrem em quase todos os mares tropicais e temperados. *Pugilina morio* é a única espécie de Melongenidae representada no Brasil, apresentando populações densas em algumas regiões do país, habitando zonas estuarinas, sendo um eficiente predador de bivalves. Pouco se sabe sobre as preferências alimentares de *P. morio* e as suas estratégias de predação em função do tipo de presa, então nesse trabalho procurou-se fazer um estudo de suas estratégias alimentares, determinando os itens alimentares que compõem sua dieta, suas preferências alimentares e analisando suas estratégias de predação. As espécies de presas utilizadas em laboratório foram compostas dos moluscos bivalves *Anomalocardia brasiliana*, *Crassostrea rhizophorae* e *Iphigenia brasiliana*, sendo todas elas reconhecidas e consumidas como presas, mostrando que *P. morio* poderia ser um predador generalista. O período de reprodução de *P. morio* vai de Julho a Novembro, no estuário do rio Ceará, nesse período as fêmeas da espécie não se alimentam ou se alimentam pouco, sendo possível evidenciar esse fato em condições de laboratório. Pode-se observar, no comportamento predatório de *P. morio*, que a estratégia utilizada pelo mesmo era a asfixia de suas presas através de seu pé, ou ainda a utilização de sua concha para abrir ou quebrar as valvas de suas presas, sugando toda a massa visceral das mesmas.

## ABSTRACT

The class gastropoda exhibits virtually all kinds of forage habits, among them: herbivorous, detritivore, suspensivore, carnivorous-predators, scavengers and parasites. The gastropodo *Pugilina morio* belongs to the family Melongenidae. This family has representatives that occur in almost every tropical and temperate seas. *P. morio* is the only species of Melongenidae represented in Brazil, presenting thick populations in some regions of the country, inhabiting estuarine zones, being an efficient bivalves predator. Very little is known about the forage preferences of *P. morio* and its predation strategies in function of the kind of the prey, so in this work we tried to make a study of its forage strategies, determining the forage items that compose its diet, determining its forage preferences and analyzing its predation strategies. The prey species used in laboratory were composed of the bivalve molluscs *Anomalocardia brasiliiana*, *Crassostrea rhizophorae*, *Iphigenia brasiliiana*, being all of them recognized and consumed as preys, showing that *P. morio* could be a generalist predator. The reproduction period of *P. morio* goes from July to November and in this period the female species don't feed or feed very little, being possible evidence this fact in laboratory conditions. It could be observed in the predator behavior of *P. morio* that the strategy used by itself was the suffocation of its preys using its foot or even using its shell to open or to break the valves of its preys sucking all the visceral mass of them.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	<i>Pugilina morio</i> , A. Vista dorsal, B. Vista ventral.	3
Figura 2	Mapa do Brasil, com destaque para o estado do Ceará e o estuário do Rio Ceará.	6
Figura 3	A. Vista geral das áreas de coletas na APA do Estado do rio Ceará. B. Região onde <i>Pugilina morio</i> foi coletada (seta) na APA do Estuário do rio Ceará. C. Detalhe da área de coleta (seta) na APA do Estuário do rio Ceará.	7
Figura 4	Aquários onde foram mantidos os animais.	9
Figura 5	Presas consumidas por <i>P. morio</i> – (A) <i>Anomalocardia brasiliana</i> , (B) <i>Crassostrea rhizophorae</i> e (C) <i>Iphigenia brasiliana</i> .	12
Figura 6	Variação do número de presas consumidas por <i>P. morio</i> (machos) em 9 semanas.	13
Figura 7	Variação do número de presas consumidas por <i>P. morio</i> (fêmeas) em 9 semanas.	14
Figura 8	Variação do número de presas, <i>C. rhizophorae</i> consumidas por <i>P. morio</i> (machos) em 9 semanas.	14
Figura 9	Variação do número de presas, <i>Iphigenia brasiliana</i> consumidas por <i>P. morio</i> (machos) em 9 semanas.	15
Figura 10	Variação do número de presas, <i>Anomalocardia brasiliana</i> consumidas por <i>P. morio</i> (machos) em 9 semanas.	15
Figura 11	Variação do número de presas, <i>C. rhizophorae</i> consumidas por <i>P. morio</i> (fêmeas) em 9 semanas.	16
Figura 12	Variação do número de presas, <i>Iphigenia brasiliana</i> consumidas por <i>P. morio</i> (fêmeas) em 9 semanas.	16
Figura 13	Variação do número de presas, <i>Anomalocardia brasiliana</i> consumidas por <i>P. morio</i> (fêmeas) em 9 semanas.	17
Figura 14	Número semanal de presas consumidas por <i>Pugilina morio</i> durante 10 semanas de experimento.	18
Figura 15	Variação média do número de indivíduos de <i>Crassostrea rhizophorae</i> consumidos por <i>Pugilina morio</i> em 10 semanas de experimento.	19

<b>Figura 16</b>	<b>Varição na média do número de indivíduos de <i>Iphigenia brasiliana</i> consumidas por <i>Pugilina morio</i> em 10 semanas de experimento.</b>	<b>19</b>
<b>Figura 17</b>	<b>Varição na média do número de indivíduos de <i>Anomalocardia brasiliana</i> consumidas por <i>Pugilina morio</i> em 10 semanas de experimento.</b>	<b>20</b>
<b>Figura 18</b>	<b>Handling time da predação de <i>Pugilina morio</i> em condições de laboratório.</b>	<b>21</b>
<b>Figura 19</b>	<b>Vista geral da parte mole de <i>P. morio</i> ( 90 mm ) sem a concha.</b>	<b>22</b>
<b>Figura 20</b>	<b>Desenho esquemático da anatomia de <i>P. Morio</i>.</b>	<b>23</b>
<b>Figura 21</b>	<b>Desenho esquemático da glândula digestiva.</b>	<b>23</b>
<b>Figura 22</b>	<b>Vista geral da rádula tipo rachiglossa, destacando os dentes raquidiano (R) e laterais (L). Aumento 22X.</b>	<b>23</b>
<b>Figura 23</b>	<b>Probóscide de 40 mm de comprimento, em tamanho aumentado de <i>P. morio</i>.</b>	<b>24</b>
<b>Figura 24</b>	<b><i>Pugilina morio</i> segurando com o seu pé (seta) <i>Anomalocardia brasiliana</i>.</b>	<b>25</b>
<b>Figura 25</b>	<b>O gastrópode <i>Pugilina morio</i> com sua probóscide estendida em um tubo de ensaio.</b>	<b>25</b>



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	<b>Handling time da predação de <i>Pugilina morio</i> sobre <i>Anomalocardia brasiliana</i> e <i>Crassostrea rizophorae</i>.</b>	<b>20</b>
------------------	--	-----------

## 1. INTRODUÇÃO

O tipo de dieta e a variedade dos mecanismos empregados na busca do alimento apresentados pelos membros da classe Gastropoda são inigualáveis se comparados com outros grupos animais. Eles exibem virtualmente todos os tipos de hábitos alimentares, entre eles: herbívoros, detritívoros, suspensívoros, carnívoros predadores, necrófagos e parasitas. (ANKEL, 1938 GRAHAM, 1955, HUGHES, 1986, OWEN, 1966). O complexo formado pela rádula / cavidade bucal é a principal estrutura que permite essa extensa variação alimentar (OWEN, 1966).

As escolhas do predador são específicas, sugerindo uma seleção ótima através da evolução do tempo (BOGGS *et al.*, 1984). A escolha da presa é derivada das funções de custo benefício relacionadas com as preferências observadas da presa com o gastrópode predador. A seletividade nesses predadores pode mudar com abundância das presas preferidas (DE ANGELIS, *et al*, 1984 ).

Os animais podem se alimentar eficientemente para aumentar a quantidade de tempo disponível para outras atividades ou aumentar a quantidade total de energia adquirida (SCHOENER, 1971). A premissa de energia maximizadora presume essencialmente que as espécies de presas são escolhidas de forma que o predador alcance o máximo de retorno de energia por unidade de energia gasta no ataque e que a manifestação da escolha é o resultado de um padrão de comportamento (HUGHES, 1980). A atração da presa depende do seu peso, mobilidade e tamanho (BROOM, 1982).

Um dos maiores modelos utilizados para explicar a seleção de presa, a teoria do forrageamento ótimo (TFO), assume uma visão da predação. Ela procura analisar o modo pelo qual os animais selecionam sua dieta, escolhem a melhor técnica de acesso à presa, localizam um sítio favorável para forragear e alteram seu comportamento eficientemente conforme mudanças nas circunstâncias ambientais (HUGHES, 1980). Todos esses padrões comportamentais levam em consideração a razão custo / benefício da atividade predatória, ou seja, os predadores tentam maximizar o ganho de energia pelo "handling time" (HUGHES, 1980; STEPHENS; KREBS, 1986).

Muitos estudos foram realizados avaliando aspectos de comportamento de gastrópodes predadores utilizando a TFO, evidenciando a ocorrência de aprendizagem no ataque às presas (HUGHES; DUNKIN, 1984a)

Os primeiros estudos referentes aos tipos de alimentação dos organismos revelaram que a análise quantitativa da estrutura das teias alimentares é crucial para o

conhecimento da dinâmica dos sistemas naturais (PAINE, 1980; PIMM, 1991; PAINE, 1992; PUTMAN, 1994; WOOTTON, 1997, YAMAMOTO, 2004).

Os predadores generalistas ou onívoros possuem uma grande importância na estrutura das comunidades, estabilizando as populações das presas (LAMBIN *et al.*, 2000) e afetando a diversidade das comunidades das mesmas (MENGE ; SUTHERLAND, 1976; ALFORD, 1989; KURZAVA ; MORIN, 1998) através da seleção de presa. Apesar dessa importância, poucos estudos analisaram quantitativamente a seleção de presa ou a composição de presas de predadores generalistas (SPILLER; SCHOENER, 1990; WOOTTON, 1997; EISENBERG *et al.*, 2000).

As relações entre predador e presa são de grande importância no controle da densidade de ambas as populações. A predação controla a densidade de presas, impedindo que estas esgotem os seus recursos alimentares. Da mesma forma a capacidade de mudar de dieta quando a densidade de uma determinada presa decresce a certos níveis, pode representar um mecanismo de preservação de recurso alimentar mais favorável por parte da população de predadores (CURIO, 1976). A preferência pelo alimento não pode ser explicada isoladamente, e sim pelo custo/benefício (BROOM, 1980).

A escolha da presa pode estar ligada ao histórico do predador em sua busca, onde o modo de ataque distingue a seleção das presas (BROOM, 1982). Alguns gastrópodes podem consumir até 25% do seu peso por dia de bivalve (THORSON, 1971).

É importante se considerar o tamanho da presa, quais as espécies consumidas e o tamanho do predador, levando em consideração também a densidade de animais predados e a quantidade de conchas mortas encontradas (BAYNE; SCULLARD, 1978). O tamanho do predador e o tamanho da presa são positivamente correlacionados (EDWARD; HUEBNER, 1977).

A capacidade migratória de gastrópode marinho depende da quantidade de alimentos no local (em busca de comida) e grau de salinidade (EDWARDS; HUEBNER, 1977). Salinidade reduzida faz com que esses animais reduzam sua atividade de alimentação (MANZI, 1970)

O alimento pode ser manuseado de acordo com os requerimentos metabólicos do predador, podendo ser uma presa atraente (energia de retorno/ custo benefício), sendo o requerimento metabólico, importante aspecto dos complexos mecanismos sublinhados na evolução das preferências das presas (BROOM, 1983)

O gastrópode *Pugilina morio* (Linnaeus, 1758) (Figura 1) pertence à família Melongenidae. Esta família tem representantes que ocorrem em quase todos os mares

tropicais e temperados (Clench ; Turner, 1956). *Pugilina morio* é a única espécie de Melongenidae representada no Brasil, apresentando populações densas em algumas regiões do país, habitando zonas estuarinas. A distribuição geográfica de *P. morio* é registrada na África, Venezuela, Suriname, Brasil (do Estado do Pará até Santa Catarina) (Rios, 2009). Geralmente são animais predadores, podendo ocasionalmente alimentar-se de animais mortos.

A espécie *Pugila morio* é geralmente encontrada em áreas estuarinas no estado do Ceará (MATTHEWS, 1967). Durante o período chuvoso, ocorre um decréscimo na salinidade dos estuários, sendo raro encontrar exemplares de *P. morio*, reaparecendo logo após o início do período seco (MATTHEWS-CASCON *et al.*,1990). Segundo Matthews-Cascon *et al.*(2003) o período de reprodução desse molusco, no estuário do rio Ceará, vai de julho a novembro, com pico em setembro.

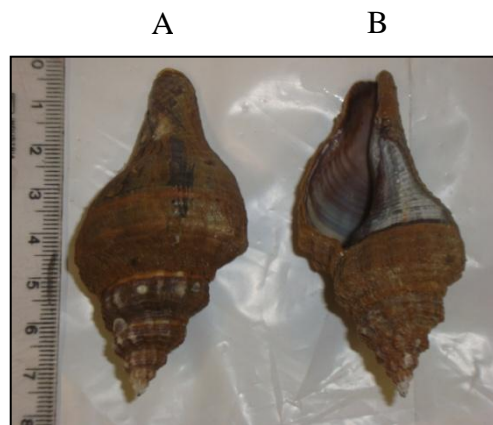


Figura 1- *Pugilina morio* (Linnaeus, 1758), A. Vista dorsal, B. Vista ventral.

*Pugilina morio* é um eficiente predador de bivalves e alguns gastrópodes (MATTHEWS-CASCON *et al.*,1990). Na predação de bivalves, geralmente adota um método no qual envolve a presa com o pé segurando firmemente as valvas desta até que fiquem entreabertas. Então coloca o lábio externo entre as valvas do bivalve, impedindo que este as feche, e introduz a sua longa probóscide entre as valvas para sugar a massa visceral da presa (MATTHEWS-CASCON *et al.*,1990). Pouco se sabe sobre as preferências alimentares de *P. morio*, e as suas estratégias de predação em função do tipo de presa.

## **2 HIPÓTESES :**

*Pugilina morio* desenvolve uma preferência quando se alimenta exclusivamente de uma espécie de presa e a disponibilidade de presa afeta o reconhecimento neste predador.

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo Geral**

- Estudar as estratégias alimentares do gastrópode *Pugilina morio*

### **3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar os itens alimentares que compõe a dieta de *Pugilina morio*;
- Determinar suas preferências alimentares;
- Analisar suas estratégias de predação.

#### 4. Área de coleta

As coletas foram realizadas no estuário do rio Ceará (Figura 2) litoral oeste do município de Fortaleza, sendo grande parte desse rio localizada entre os municípios de Fortaleza e Caucaia. O rio Ceará possui sua nascente na Serra de Maranguape, percorrendo praticamente, 60 km na direção NO – NE, desembocando no oceano Atlântico. Com cerca de 900 Km<sup>2</sup>, possui uma bacia fluvial que abrange algumas áreas dos municípios de Maranguape, Caucaia e Fortaleza. O rio Maranguapinho é seu principal efluente, sendo localizada a sua margem direita, numa distância de 7 km da sua foz (MIRANDA *et al.*, 1994).

Sendo uma unidade de conservação de uso sustentável a APA (Área de proteção ambiental) do Estuário do rio Ceará foi criada por meio do DECRETO Nº 25.413, de 29 de março de 1999, abrange uma área de 2.744,89 hectares e localiza-se na divisa dos Municípios de Fortaleza e Caucaia. Esse estuário compreende uma área de, aproximadamente, 500 hectares de manguezal, se estendendo aproximadamente, 14 km de sua desembocadura (SEMACE, 2006). O estuário do Rio Ceará possui um manguezal que opera na fertilização da plataforma continental imediato. Boa parte dessa matéria orgânica que é lançada no rio Ceará passa a ser reciclada no manguezal, onde o meio hídrico e a grande quantidade de microrganismos atuam intensamente (FERREIRA, 1999).

Foram coletados manualmente (Figura 3. A, B, C), durante marés de sizígia diurna entre julho de 2008 e agosto de 2009, espécimes de *Pugilina morio* e de bivalves como suas presas em potencial. Os animais foram transportados em caixas isotérmicas até o laboratório de Zoologia Experimental na UFC (Universidade Federal do Ceará). Nesse processo foram registrados o número de indivíduos presentes, sua distribuição ou qualquer atividade exercida pelo mesmo. Os locais de coleta foram geo-referenciados através de GPS.

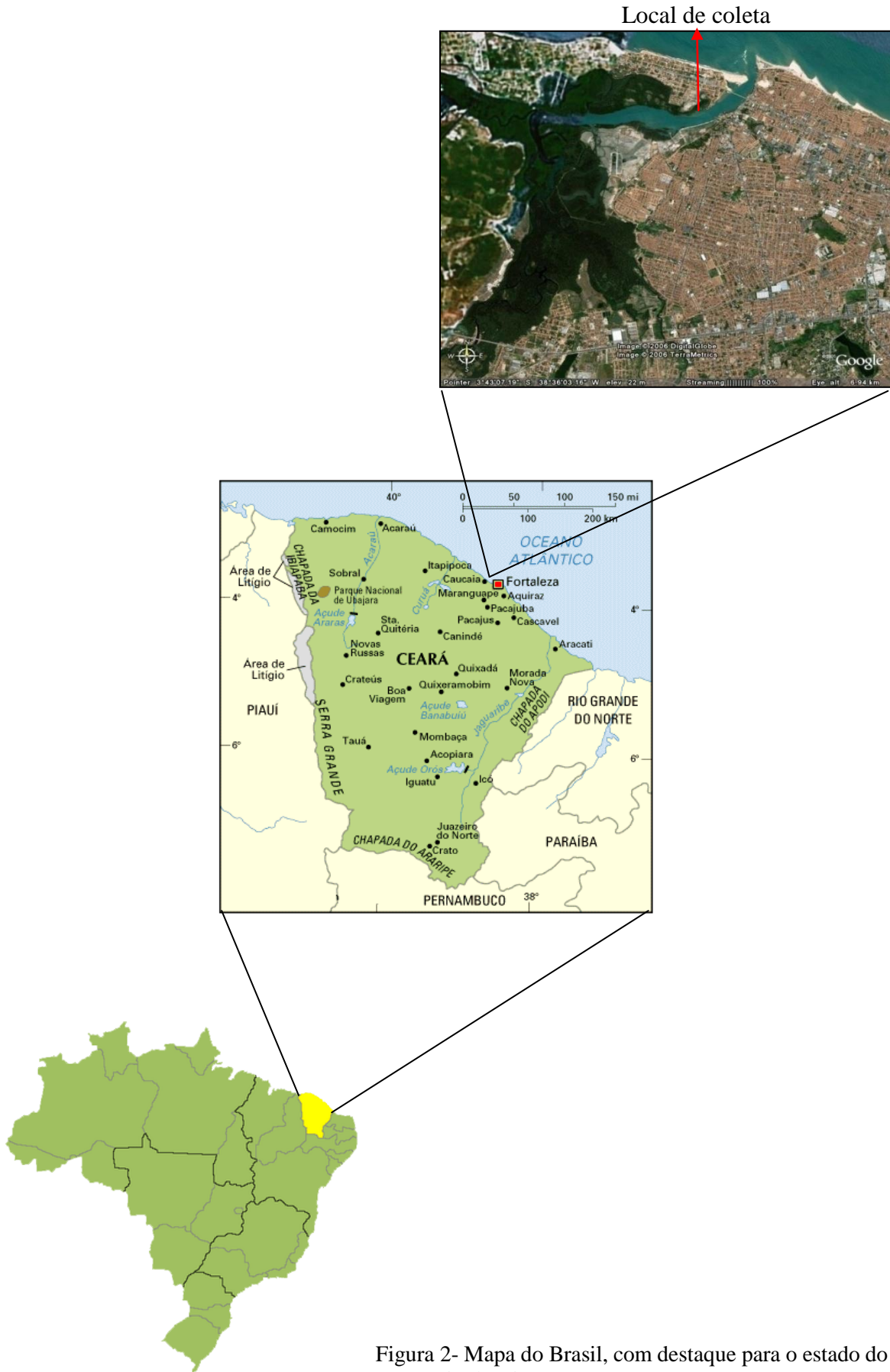


Figura 2- Mapa do Brasil, com destaque para o estado do Ceará e o estuário do Rio Ceará



Figura 3. **A.** Vista geral das áreas de coletas na APA do Estuário do rio Ceará. **B.** Região onde *Pugilina morio* foi coletada (seta) na APA do Estuário do rio Ceará. **C.** Detalhe da área de coleta(seta) na APA do Estuário do rio Ceará



## 5. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1. Coleta do material

As espécies de presas foram coletadas de forma em que o tamanho intra-específico não tivesse grande variação. As possíveis presas foram compostas de bivalves distribuídos em diversas áreas do mangue onde era encontrado o predador. Os espécimes de *Pugilina morio* foram coletados em maré baixa, sempre próximas das raízes de *Rhizophora mangle* com *Crassostrea rhizophorae*. No estuário do rio Ceará, o local de coleta abrangeu a seguinte área georeferenciada, (S 03°42'06" W 038°35'44"). A média do tamanho de *P. morio* foi de 87 mm de comprimento.

### 5.2. Experimento de aclimação e reconhecimento de presa

Os exemplares coletados de *Pugilina morio* e de suas possíveis presas foram levados para o laboratório de Invertebrados Marinhos na Universidade Federal do Ceará (UFC) onde foram aclimatados em aquários de cinco litros (Figura 5) com água salobra (30) e temperatura ambiente da água (27-29°C). O trabalho foi realizado com um “n” amostral de 10 indivíduos de *P. morio*.

Foram testados bivalves que ficassem mais próximos da superfície, com um deslocamento pouco acentuado no substrato, visto que o predador não se enterra profundamente a procura de presas.

As possíveis presas coletadas foram mantidas em aquários de quarenta litros com a água nas mesmas condições dos melongenídeos, separadas por espécies: *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791), *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), *Iphigenia brasiliiana* (Lamarck, 1818) (Figura 4)

Em seguida os bivalves foram alojados em aquários com espécimes de *Pugilina morio* para que se fosse verificado se os mesmos são predados por *P. morio*. Foi colocado um exemplar de *P. morio* com as três espécies de presas, em cada aquário de 5 litros e foram realizadas dez réplicas. As observações foram realizadas diariamente. Este experimento durou 30 dias. Durante o tempo de experimento, as fezes e possíveis restos de alimento foram retirados diariamente e a água do aquário trocada semanalmente.

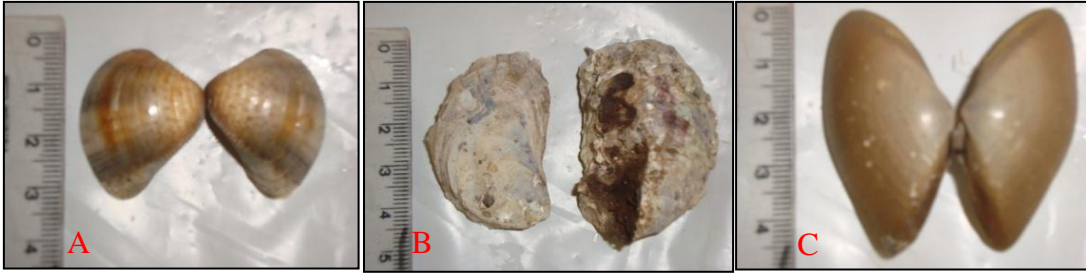


Figura 4- Presas consumidas por *Pugilina morio* – (A) *Anomalocardia brasiliana*, (B) *Crassostrea rhizophorae* e (C) *Iphigenia brasiliana*.



Figura 5 - Aquários onde foram mantidos os animais.

### 5.3. Experimento de alimentação no período reprodutivo

Foram separadas em dez aquários distintos, cinco fêmeas de *Pugilina morio* com tamanho médio de 101,5 mm e cinco machos de *P. morio* com tamanho médio de 97,2 mm, onde foram contabilizadas o número de bivalves consumidos pelos mesmos. Os bivalves utilizados na alimentação da *Pugilina morio* foram *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791), *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) e *Iphigenia brasiliana* (Lamarck, 1818). Foi observada a diferença de alimentação no período de novembro a dezembro entre machos e fêmeas, sendo os bivalves consumidos, medidos e substituídos à medida que eram consumidos. Este experimento durou 9 semanas. Durante o tempo de experimento, as fezes e possíveis restos de alimento foram retirados diariamente e a água do aquário trocada semanalmente.

### 5.4. Experimento de preferência de presas

Foi colocada em cada aquário uma *Pugilina morio* com uma presa de cada espécie de bivalve (*Anomalocardia brasiliana*, *Crassostrea rhizophorae* e *Iphigenia brasiliana*) sendo observado o número de animais consumidos durante 10 semanas, no período de 16 de Abril a 26 de Junho de 2009. Cada indivíduo predado foi medido e imediatamente substituído por outro. A média do número de animais de cada espécie consumido por semana foi calculada, bem como o tamanho das presas. Durante o tempo de experimento, as fezes e possíveis restos de alimento foram retirados diariamente e a água do aquário trocada semanalmente.

### 5.5. Estimativa do tempo de manuseio por presa (“Handling time”)

O “Handling time” da *Pugilina morio* foi medido colocando um predador e uma presa dentro de um aquário, sendo 10 aquários no total, cada um com um indivíduo, com água salobra (30), aeração constante, temperatura da água (27-29°C) sendo observado num período de 30 dias a cada 4 horas. O tempo de predação foi considerado como o intervalo entre o

primeiro ataque à presa e a separação do predador e a concha vazia da mesma. As presas consumidas eram medidas e substituídas. Como presas foram utilizadas apenas as espécies *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) e *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828).

### **5.6. Estudo morfológico do Gastrópode *Pugilina morio***

Foram realizadas análises morfológicas de suas conchas e partes moles. Para a medição de sua concha foi usado um paquímetro de 0.1mm de precisão. O comprimento foi considerado como a medida da distância entre o ápice da espira até a ponta do canal sifonal.

Os animais coletados foram acondicionados em uma solução saturada de água do mar + água doce (1:1) e cloreto de magnésio, ficando assim anestesiados e relaxados para facilitar seu manuseio.

A concha foi removida, com ajuda de um torno manual sendo então analisadas principalmente as regiões ligadas ao sistema digestório do animal.

As rádulas foram retiradas diretamente por dissecação, sendo em seguida fervidas em uma solução saturada de hidróxido de potássio (KOH) para retirada de restos orgânicos e medidas com uma lâmina milimétrica, sendo observadas sob microscópio ótico.

### **5.7. Análise estatística**

No final de cada experimento, aplicou-se testes estatísticos utilizando o programa STATISTICA e GRAPHPAD INSTAT 3. Inicialmente verificou-se a normalidade dos dados brutos utilizando o teste KS e, posteriormente sendo aplicados testes de correlação de Pearson ou Spearman (dependendo do teste de normalidade). Para averiguar a diferença entre as médias de bivalves consumidos para machos e fêmeas utilizou-se o teste Mann-Whitney.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Experimento de reconhecimento de presa

As três presas (*Anomalocardia brasiliana*, *Crassostrea rhizophorae* e *Iphigenia brasiliana*) utilizadas no experimento foram consumidas por *Pugilina morio*. Dentre os bivalves predados, toda a parte mole foi consumida, a não ser uma parte do pé da espécie *Iphigenia brasiliana*.

### 6.2. Experimento de alimentação no período reprodutivo

No experimento de alimentação no período reprodutivo, foi possível observar a quantidade de presas consumidas entre machos e fêmeas da espécie *Pugilina morio* e a preferência pelas possíveis presas.

Houve uma tendência ao longo do tempo do experimento de diminuição no número de presas consumidas pelos machos, mas a diferença não foi estatisticamente significativa. ( $p= 0,4159$ ) (Figura 6). Quando comparados a preferência alimentar no grupo dos machos, não houve diferença significativa entre as três espécies de presas consumidas. Os indivíduos *P. morio* consumiram 12 indivíduos de *Crassostrea rhizophorae* no período de 9 semanas. O número de animais predados não teve variação significativa ao longo do período de duração do experimento (distribuição normal) ( $p= 0,8592$ ). Foi consumida uma maior quantidade de *C. rhizophorae* comparado com as outras espécies, havendo uma tendência quase que linear no consumo da mesma (Figura 8). A segunda presa mais consumida foi a espécie *Anomalocardia brasiliana*, com um total de 10 indivíduos consumidos. O número de animais predados não teve variação significativa (distribuição normal) ( $p= 0,7480$ ), havendo também uma tendência quase que linear no consumo da presa (Figura 10). A presa menos consumida foi a espécie *Iphigenia brasiliana*, com um total de 9 indivíduos consumidos. A quantidade semanal de animais predados teve variação não significativa (distribuição normal) ( $p = 0,6018$ ), havendo uma tendência de aumento no seu consumo (Figura 9).

Quanto às fêmeas, houve uma tendência ao longo do experimento de aumento no consumo de presas, mas a diferença não foi estatisticamente significativa ( $p = 0,1918$ ) (Figura 7). Quando comparadas a preferência alimentar no grupo das fêmeas, não houve diferença significativa entre as três espécies de presas consumidas. Os indivíduos *P. morio* consumiram

6 indivíduos de *C. rhizophorae* no período de 9 semanas. O número de animais predados não teve variação significativa ao longo do período de duração do experimento (distribuição normal) ( $p = 0,4260$ ). O consumo de *C. rhizophorae* foi igual ao da espécie *I. brasiliiana*, onde a primeira apresentou um aumento no seu consumo (Figura 11). Os indivíduos de *P. morio* consumiram 6 indivíduos de *I. brasiliiana*. O número de animais predados não teve variação significativa ao longo do período de duração do experimento (distribuição normal) ( $p = 0,0864$ ). Houve uma tendência de aumento no consumo de *I. brasiliiana* (Figura 12). A presa menos consumida foi a espécie *A. brasiliiana*, com um total de 4 indivíduos consumidos. A quantidade semanal de animais predados teve variação não significativa (distribuição normal) ( $p = 0,5543$ ), havendo um aumento no seu consumo durante o experimento (Figura 13).

O número médio de presas consumido pelos machos ( $3,4 \pm 2,35$  SD; max 9,0; min 1,0) foi significativamente maior ( $p = 0,0298$ ) que o número médio consumido pelas fêmeas ( $1,7 \pm 0,66$  SD; max 3,0; min 1,0).

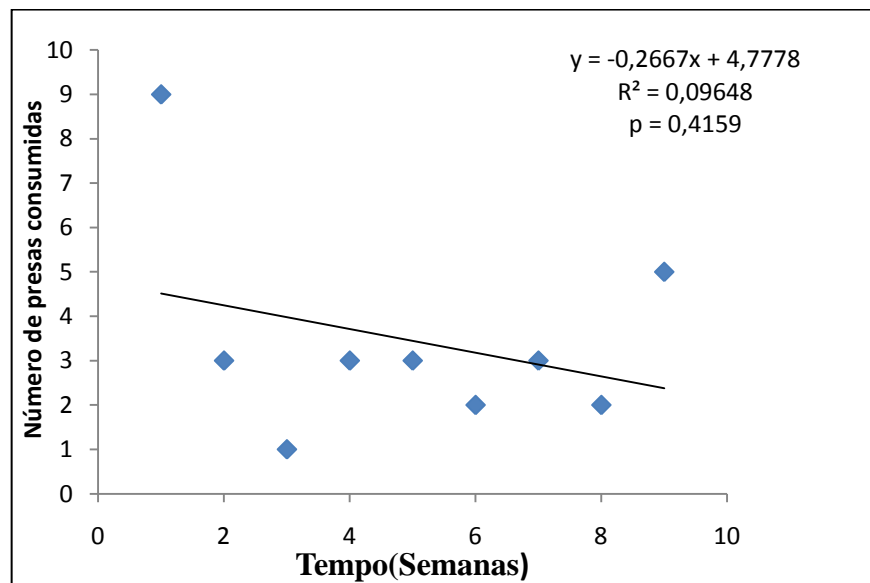


Figura 6- Variação do número total de presas consumidas por *Pugilina morio* (machos) em 9 semanas.

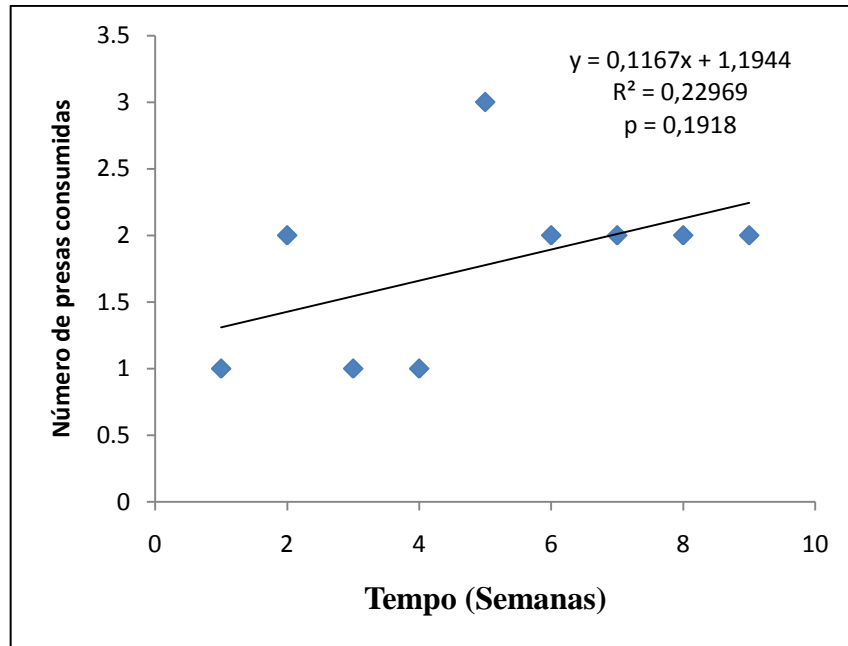


Figura 7 - Variação do número total de presas consumidas por *P. morio* (fêmeas) em 9 semanas.

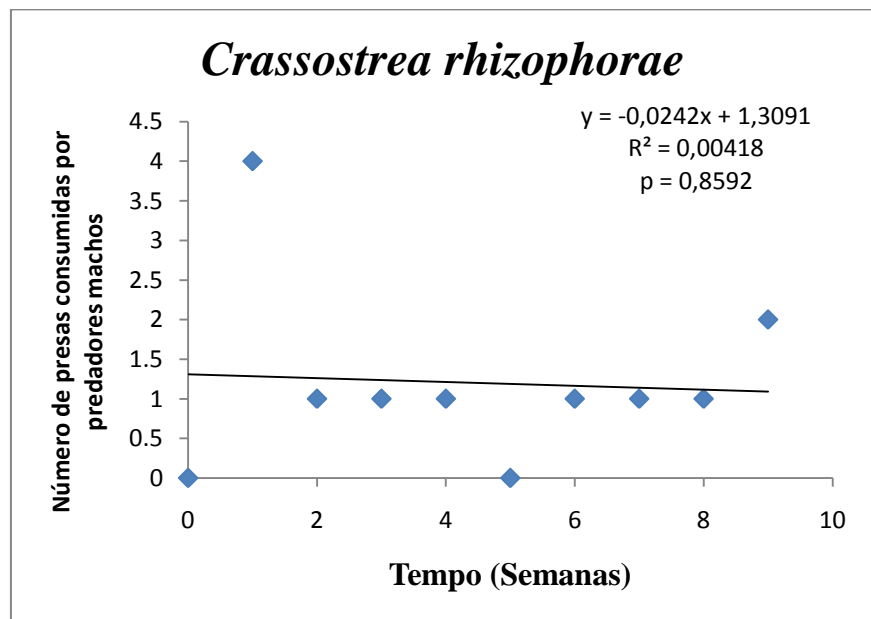


Figura 8 – Variação do número de presas da espécie *Crassostrea rhizophorae* consumidas por *P. morio* (machos) em 9 semanas.

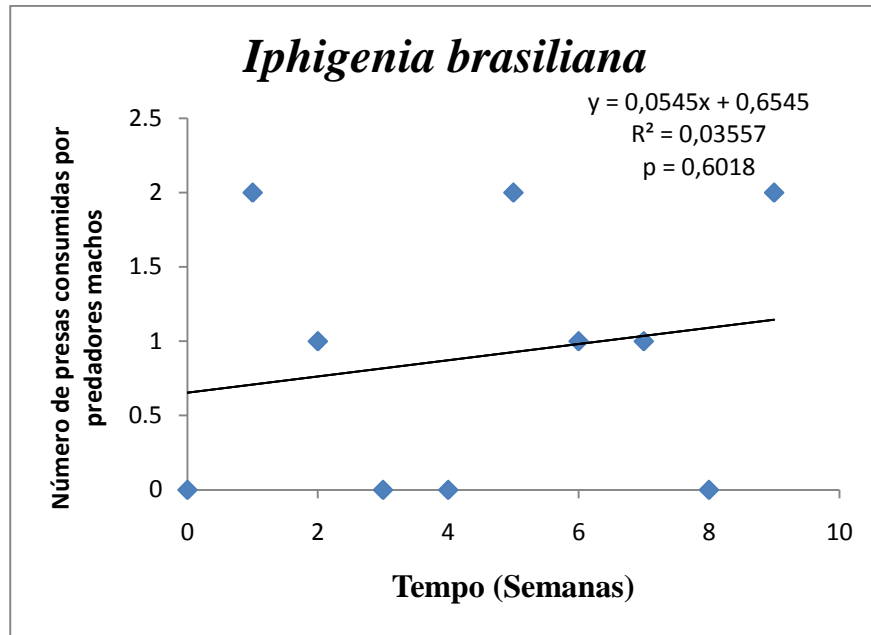


Figura 9 - Variação do número de presas da espécie *Iphigenia brasiliana* consumidas por *P. morio* (machos) em 9 semanas.

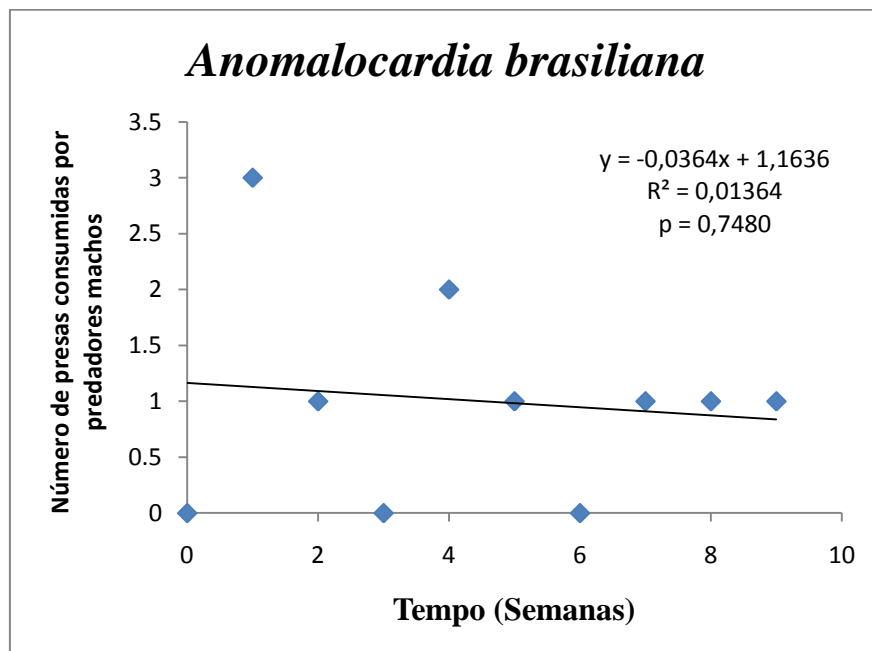


Figura 10 - Variação do número de presas da espécie *Anomalocardia brasiliana* consumidas por *P. morio* (machos) em 9 semanas.



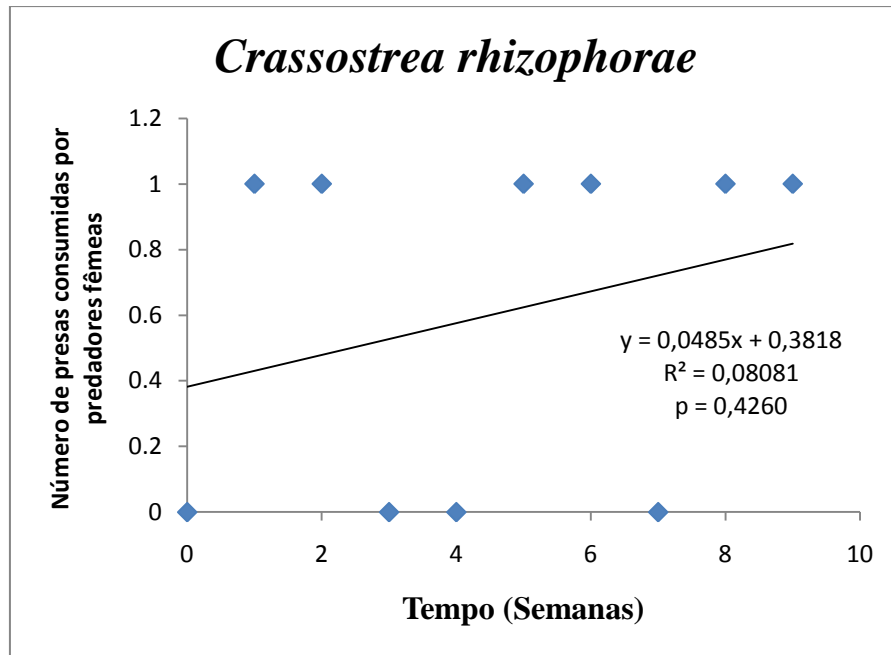


Figura 11 - Variação do número de presas, *Crassostrea rhizophorae* consumidas por *P. morio* (fêmeas) em 9 semanas.

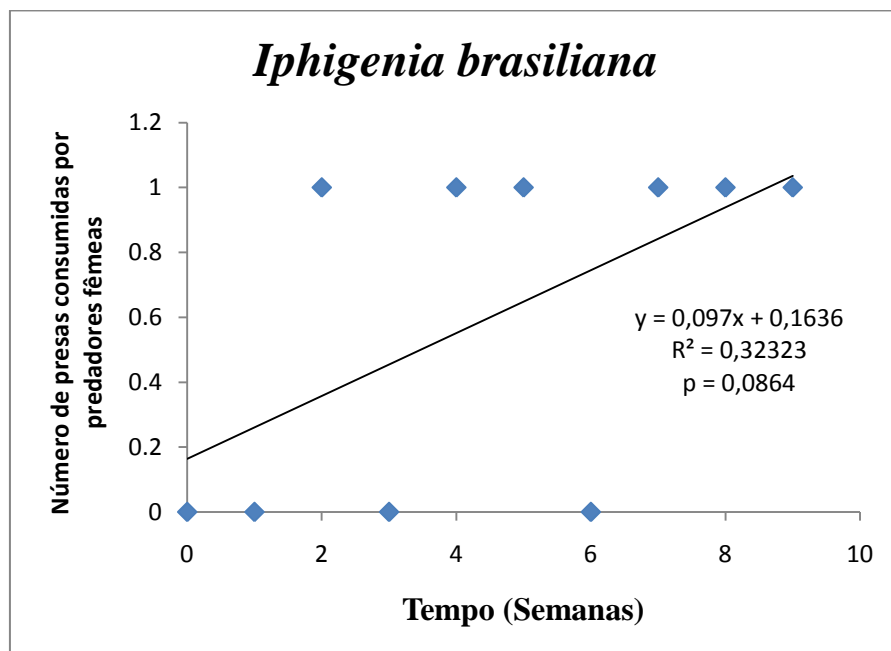


Figura 12 - Variação do número de presas, *Iphigenia brasiliana* consumidas por *P. morio* (fêmeas) em 9 semanas.

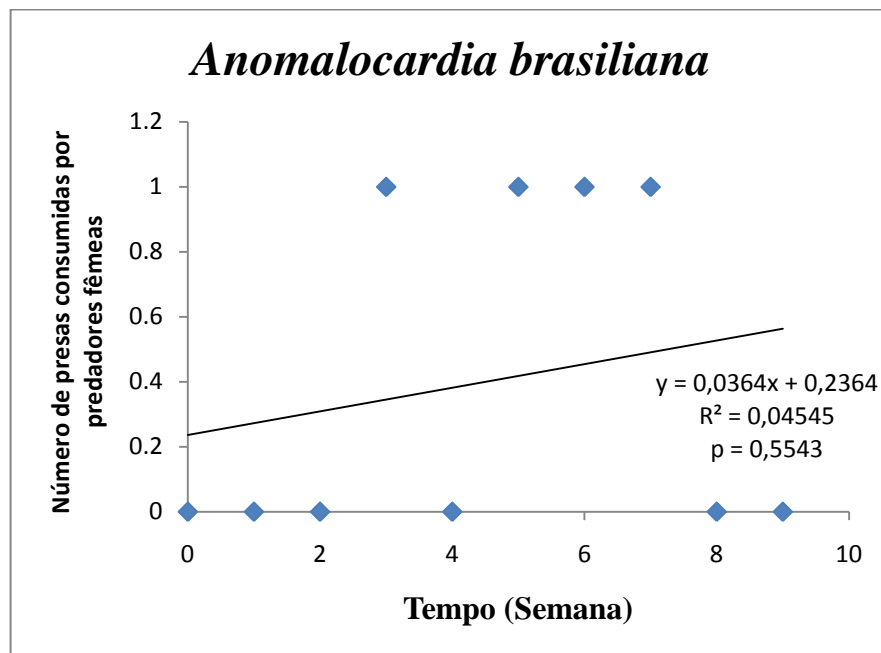


Figura 13 - Variação do número de presas, *Anomalocardia brasiliana* consumidas por *P. morio* (fêmeas) em 9 semanas.

### 6.3 Preferência por presas

O experimento de preferência por presas foi realizado durante um período de 10 semanas. Foram utilizados como presas as espécies *Crassostrea rhizophorae*, *Anomalocardia brasiliana*, *Iphigenia brasiliana*.

Os indivíduos de *P. morio* consumiram 68 indivíduos ( $6,8 \pm 0,55$  SD) de *C. rhizophorae* no período de 10 semanas, que corresponde a uma taxa de 3 presas a cada 3 dias (Figuras 14 e 15). O número de animais predados não teve variação significativa ao longo do período de duração do experimento (distribuição normal) ( $p = 0,4905$ ;  $r = 0,2330$ ). Os indivíduos de *P. morio* consumiram uma maior quantidade de *Crassostrea rhizophorae*, comparado com as outras espécies de presas utilizadas.

Observou-se que o consumo declinou a partir da sétima semana se erguendo a partir da nona semana.

A segunda presa mais consumida foi *Iphigenia brasiliana*, com um total de 33 indivíduos consumidos ( $3,3 \pm 0,28$  SD), com uma taxa de consumo de 1,5 presas a cada 3 dias. O número de animais predados não teve variação significativa (distribuição normal) ( $p =$

0,9792;  $r = 0,008918$ ). O consumo de *I. brasiliana* aumentou nas cinco primeiras semanas para então diminuir não tendo sido consumida na décima semana (Figuras 14 e 16).

*Anomalocardia brasiliana* foi à presa menos consumida durante o experimento, com um total de 30 indivíduos consumidos ( $3,0 \pm 0,40$  SD), com uma taxa de consumo foi de 1,2 presas a cada 3 dias, onde a quantidade semanal de animais predados teve variação não significativa (distribuição normal) ( $p = 0,1754$ ;  $r = 0,4402$ ), tendo um consumo semanal igual a da *C. rhizophorae* na segunda semana (1,28 presas consumidas/semana) e com um consumo semanal superior a da *I. brasiliana* na sexta semana (0,57 presas consumidas/semana) (Figuras 14 e 17).

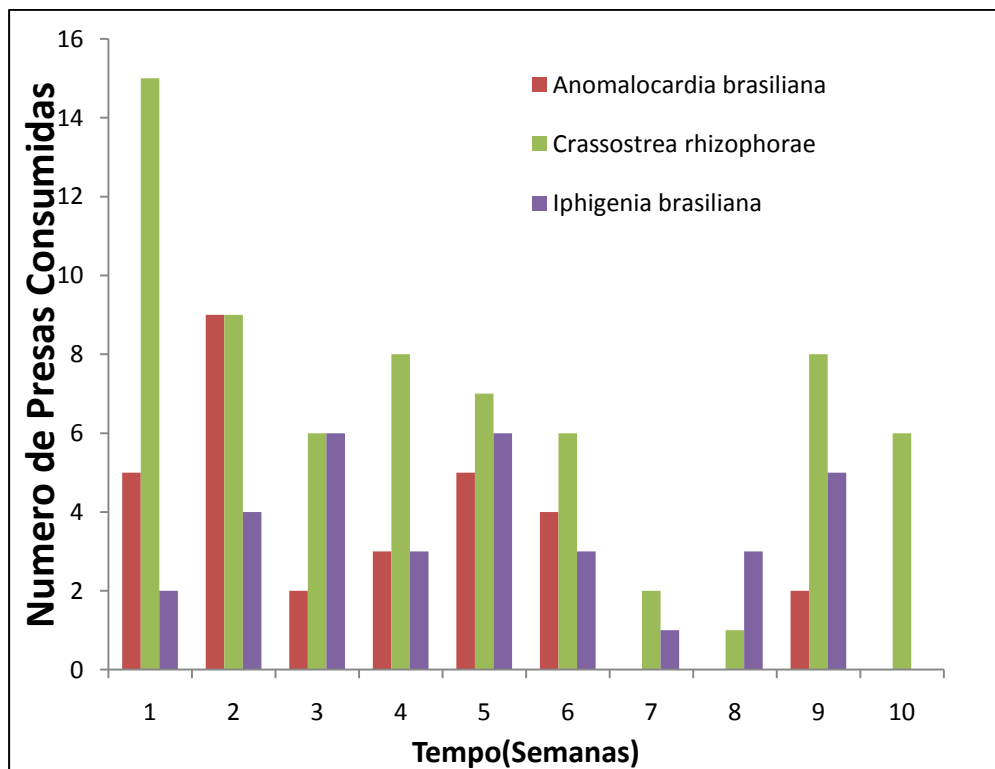


Figura 14 - Número semanal de presas consumidas por *Pugilina morio* durante 10 semanas de experimento.

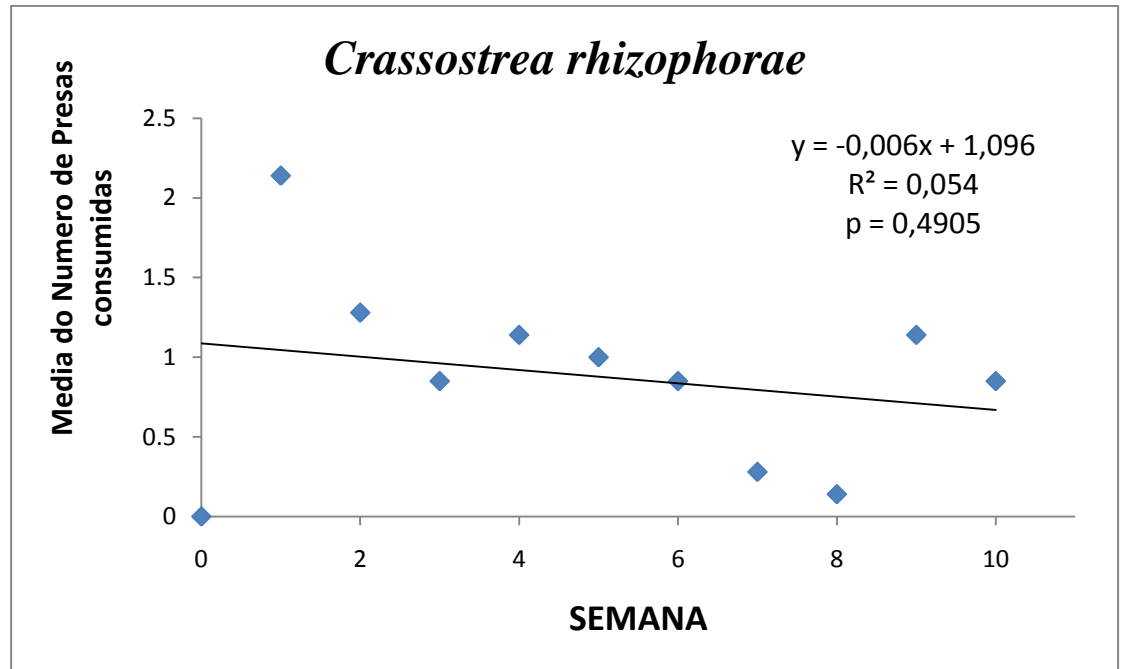


Figura 15 - Variação média do número de indivíduos de *Crassostrea rhizophorae* consumidos por *Pugilina morio* em 10 semanas de experimento.

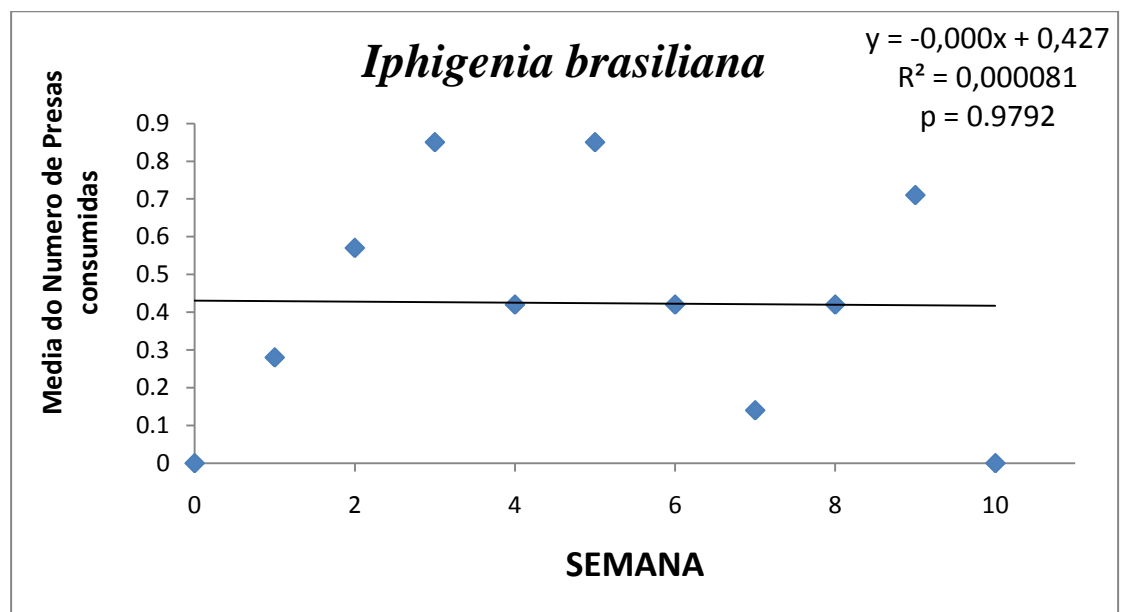


Figura 16 - Variação na média do número de indivíduos de *Iphigenia brasiliana* consumidas por *Pugilina morio* em 10 semanas de experimento.

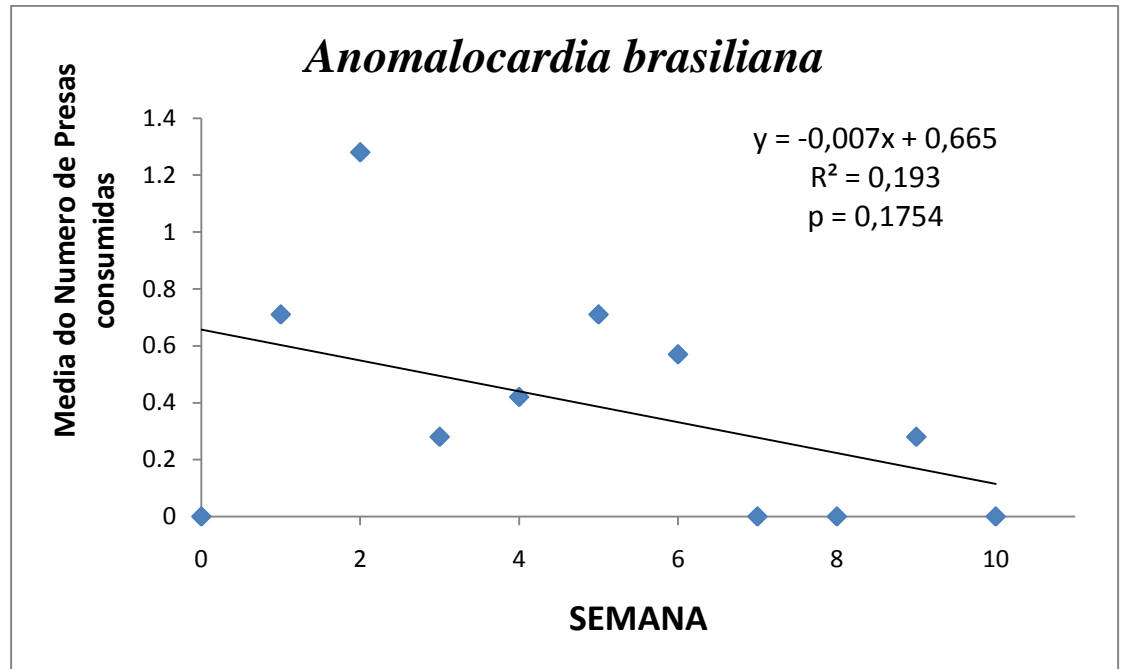


Figura 17 - Variação na média do número de indivíduos de *Anomalocardia brasiliana* consumidas por *Pugilina morio* em 10 semanas de experimento.

#### 6.4“Handling time”

Nesse experimento só foram utilizados duas espécies de presas: *Crassostrea rhizophorae* e *Anomalocardia brasiliana*.

O tempo médio de predação de *A. brasiliana* ( $6,62 \pm 2,2$  horas) foi menor que o tempo médio de predação de *C. rhizophorae* ( $8,3 \pm 2,3$  hrs) (Tabela 1, Figura 18). Isto possivelmente se deve ao fato de *A. brasiliana* apresentar uma concha equívale e sendo uma espécie de porte menor que a espécie *C. rhizophorae*, que apresenta valvas pouco regulares.

Tabela 1- Handling time da predação de *Pugilina morio* sobre *Anomalocardia brasiliana* e *Crassostrea rhizophorae*.

Handling Time	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	<i>Crassostrea rhizophorae</i>
Média do tempo de manuseio	$6,62 \pm 2,2$ hrs	$8,3 \pm 2,3$ hrs

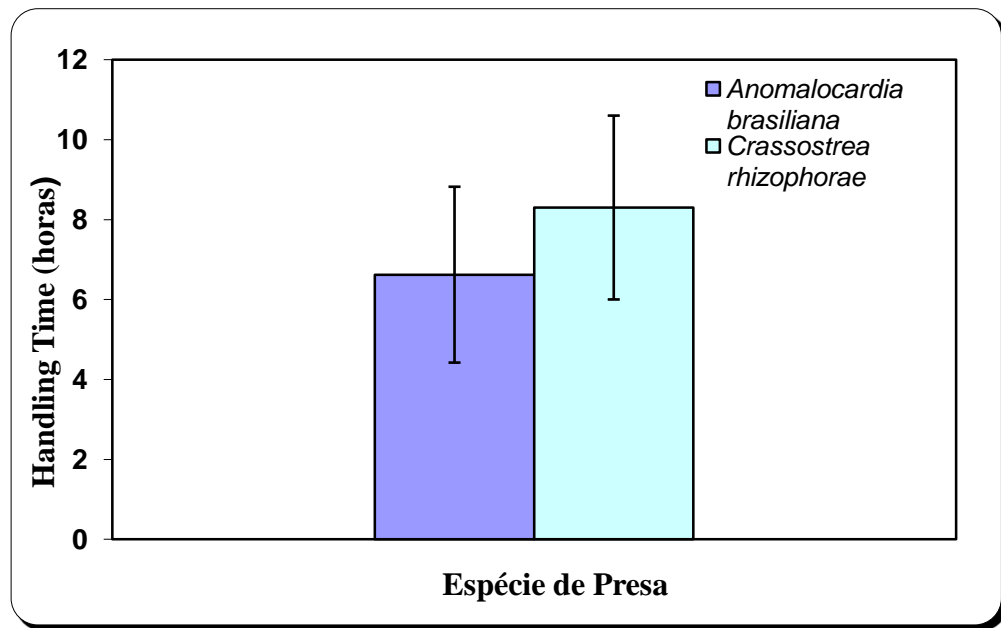


Figura 18 – Tempo de manuseio da predação de *Pugilina morio* em condições de laboratório.

### 6.5 Estudo morfológico

Foram examinados 5 exemplares de *Pugilina morio*. A concha destes animais mediu em média 85,4 mm. A concha tem uma coloração marrom escura, com duas faixas brancas, sendo uma estreita, anterior ao ombro da volta corporal e outra mais larga, anterior a primeira, ambas perceptíveis na superfície interna da abertura.

*Pugilina morio* tem um perióstraco de cor marrom muito espesso, aveludado, disposto em finas lamelas axiais, correspondendo às linhas de crescimento.

A concha é sólida com uma protoconcha pequena com duas voltas e sutura bem marcada. Espira cônica com oito voltas e sutura profunda. Volta corporal bastante expandida com cordões espirais, apresentando no ombro nódulos de tamanhos variáveis. Abertura de formato oval; lábio columelar forrado por um calo liso e polido; margem do lábio externo levemente crenulada pelos cordões espirais da volta corporal. Canal sifonal longo, largo e aberto, com um forte fascíolo. Canal anal pequeno e profundo.

No estudo morfológico do animal (Figura 19), observaram-se principalmente as estruturas relacionadas com o sistema digestivo do animal.

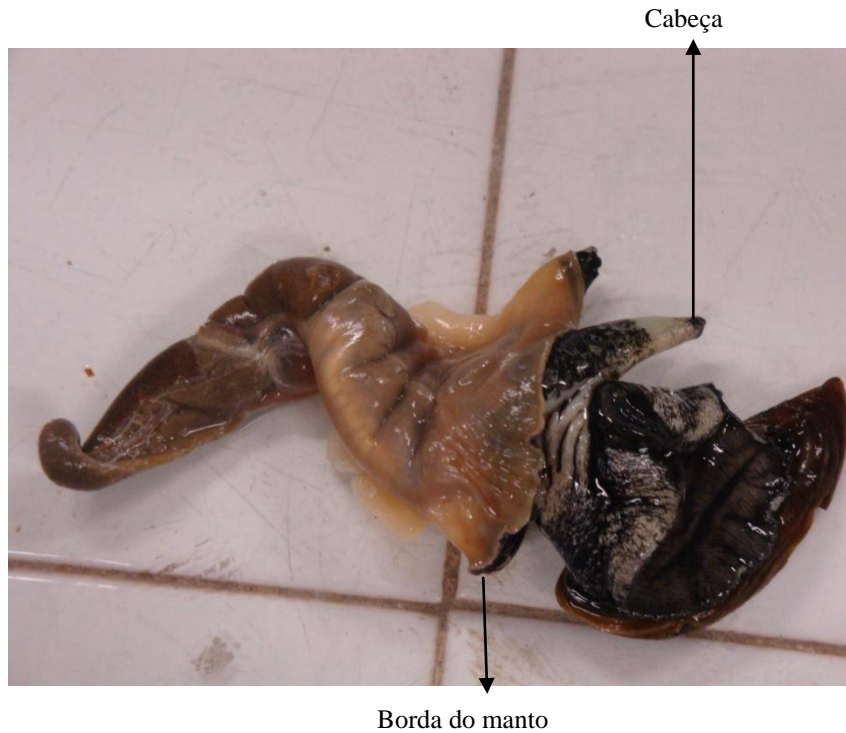


Figura 19 – Vista geral da parte mole de *Pugilina morio* ( 90 mm de comprimento)

*Pugilina morio* (Figura 20) apresenta uma cabeça pequena comparada com o tamanho do corpo com uma boca circular por onde sai uma probóscide do tipo pleurembólico (Figura 23). Possui osfrádio bipectinado, pequeno, situado do lado esquerdo da brânquia. Apresenta uma rádula do tipo rachiglossa (Figura 22), o dente raquidiano possui três cúspides triangulares, sendo uma menor mediana e duas laterais maiores dirigidas para os dentes laterais. Os dois dentes laterais possuem duas cúspides sendo estas dirigidas para o dente raquidiano. Apresenta um esôfago muito longo, um estômago pequeno saculiforme que recebe ductos da glândula digestiva. A glândula digestiva (Figura 21) é muito grande com muitos ductos de absorção. O intestino é longo passa por trás da metanefridia e se prolonga até a câmara palial.

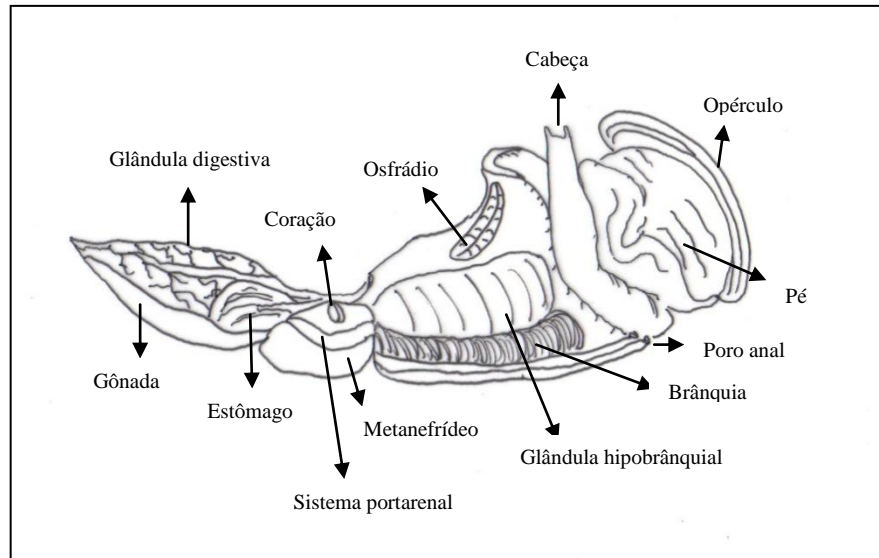


Figura 20 - Desenho esquemático da anatomia de *P. morio*

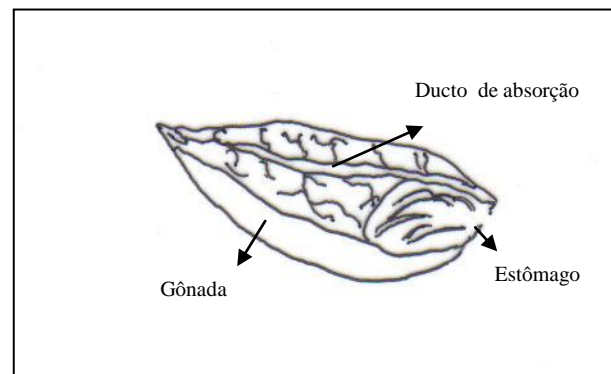


Figura 21 - Desenho esquemático da glândula digestiva

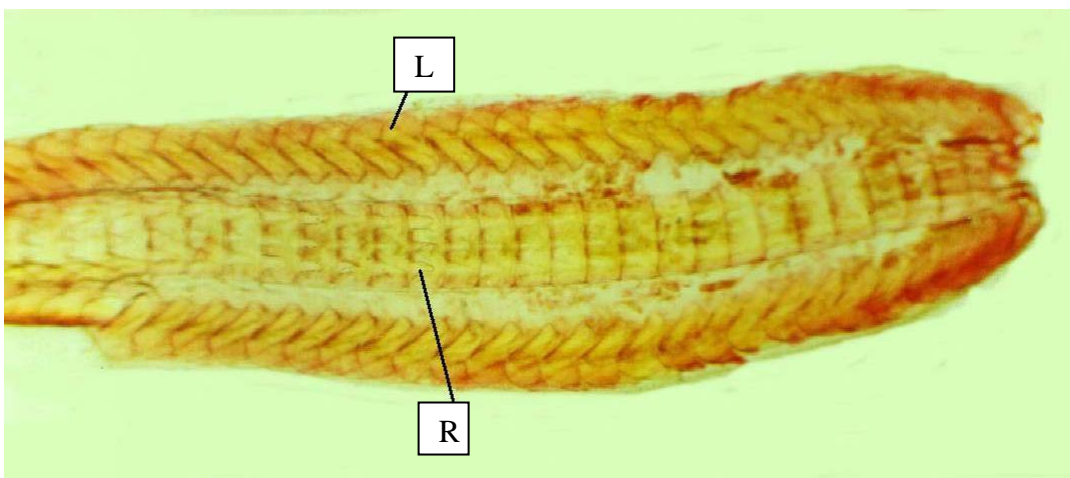


Figura 22 - Vista geral da rádula tipo rachiglossa, destacando os dentes raquidiano(**R**) e laterais(**L**). Aumento 22X





Figura 23 – Probóscide do tipo pleurembólico de 40 mm de comprimento, em tamanho aumentado de *P. morio* de 70 mm de comprimento

### 6.6 Comportamento predatório

Em relação às três espécies de presas, a *Pugilina morio* teve o mesmo comportamento predatório. Logo após a busca e identificação, o predador segurava sua presa firmemente com todo o pé procurando ficar em contato com a abertura das valvas das mesmas (Figura 24).

*Pugilina morio* usou a estratégia da asfixia contra os bivalves. No entanto com algumas presas de tamanho maior como *C. rhizophorae* e *I. brasiliana* além da asfixia pressionava o lábio externo de sua concha contra as valvas de suas presas tentando abri-las ou quebrá-las. Na menor abertura de suas valvas o predador ejetava sua probóscide onde sugava toda a parte mole das presas.



Figura 24- *Pugilina morio* segurando com o seu pé (seta) *Anomalocardia brasiliana*

A probóscide da *P. morio* é comprida (Figura 25) e pode ser largamente estendida, quando a necessidade ocorre, assim como na hora da alimentação de bivalves. No laboratório, um espécime de *P. morio* de 70 mm de comprimento foi capaz de alcançar uma ostra desconchada localizada no fundo de um tubo de ensaio de 95 mm. A probóscide ficava tão estendida que ficava um pouco transparente.



Figura 25- O gastrópode *Pugilina morio* com sua probóscide estendida em um tubo de ensaio

## 7. DISCUSSÃO

A coleta de espécimes de *Pugilina morio* no estuário do rio Ceará só ocorreu na época seca, pois segundo Matthews-Cascon, *et al.*, (1990) em épocas chuvosas a salinidade fica muito baixa, sendo muito difícil encontrá-los. Nos anos de coleta (2008 e 2009) as precipitações chuvosas foram relativamente altas sendo muito difícil encontrar exemplares de *P. morio* nos meses de Março a Julho. Os vários fatores ambientais e suas variações determinam à sobrevivência ou a morte das várias espécies (VANUCCI, 2001). De acordo com os autores mencionados, a ausência de *P. morio* pode estar relacionada com a diminuição das presas na quadra chuvosa.

Foram utilizados como presas, espécies de bivalves tais como: *Anomalocardia brasiliana*, *Crassostrea rhizophorae* e *Iphigenia brasiliana*, bastante comuns nos estuários da região onde foi realizado o projeto, sendo estas distribuídas em distintas áreas do estuário. O mesmo fato foi encontrado nesse estudo, onde os bivalves coletados logo após serem alocados em aquários com os espécimes de *Pugilina morio* foram reconhecidos como presas e consumidos pelo gastrópode predador. Dentre as presas apenas *Iphigenia brasiliana* não foi totalmente consumida, ficando parte do pé. A porção do pé não consumida era mais musculosa, usada para cavar.

Segundo Matthews-Cascon, *et al.*, (2003) o período de reprodução desse gastrópode vai de julho a novembro, visto que nesse período, as fêmeas de *P. morio* não se alimentam ou se alimentam muito pouco. O comportamento predatório no período reprodutivo dentro do grupo de machos e fêmeas não obteve diferença significativa, quando comparados separadamente, mostrando a homogeneidade comportamental dentro dos grupos nesse período. Houve uma leve tendência de diminuição na alimentação de machos. Já nas fêmeas ocorreu uma tendência de aumento de consumo um pouco maior, talvez seja pelo motivo que o experimento tenha sido realizado no final da época reprodutiva, período no qual as mesmas começam a voltar ao seu ciclo normal de alimentação. Quando comparados a preferência alimentar no período reprodutivo no grupo dos machos, não houve diferença significativa entre as três espécies de presas consumidas. Quando comparados a preferência alimentar no período reprodutivo no grupo das fêmeas, igualmente não obteve diferença significativa, mas houve um aumento positivo no consumo das três espécies, com ênfase para a espécie *I. brasiliana* que apresentou um aumento elevado comparado com as outras duas espécies, visto que as fêmeas de *P. morio* passam boa parte desse período de reprodução sem

se alimentar ou se alimentam pouco e sendo esta espécie de presa mais atrativa para as mesmas. Mas quando comparados os grupos de machos e fêmeas, houve diferença significativa, mostrando que as fêmeas se alimentam menos que os machos nesse período.

Begon *et al.*, (2006) relatou que há preferência por um alimento quando um animal o consome em proporção maior do que a sua proporção no ambiente. No experimento de preferência por certos tipos de presas, foram coletadas espécies de bivalves que se encontram em diferentes áreas do mangue para que se pudesse analisar qual seria a preferência pelo gastrópode *P. morio*. Nas três espécies de bivalves usados no experimento o gastrópode não apresentou diferença estatística significativa na preferência pelas presas, mas no decorrer do experimento foi notório o consumo um pouco maior da espécie *Crassostrea rhizophorae*. Já a espécie *Iphigenia brasiliana*, superou o consumo de *C. rhizophorae* só na oitava semana, logo em seguida nas semanas seguinte houve um declínio no seu consumo e a espécie *Anomalocardia brasiliana* teve seus picos de predação nas primeiras semanas, superando algumas vezes a *Iphigenia brasiliana*, decaindo seu consumo no decorrer do experimento. De acordo com Nascimento *et al.*, (2008), a dieta de um organismo é determinada por fatores como abundância de recursos e características morfológicas e fisiológicas para a busca, manuseio e captura do alimento, assim a frequência com que consomem uma presa pode refletir aspectos tanto da abundância e disponibilidade dela, como de preferência alimentar ou facilidade de acesso à presa, podendo explicar assim uma maior quantidade de ostras consumidas, já que grande parte da coleta dos predadores foi realizado bem próximo de bancadas de ostras.

Na preferência por presas o consumo de *C. rhizophorae* apresentou um declínio pouco acentuado ao longo do experimento mostrando que apesar de ser a presa mais consumida o predador poderia em certos níveis variar sua dieta. Já para *Iphigenia brasiliana*, *P. morio* apresentou uma tendência homogenia sem variação aparente de consumo.

A espécie *Anomalocardia brasiliana*, a menor das espécies coletadas como presas apresentou um declínio acentuado no seu consumo, provavelmente o custo/benefício para esses predadores não seja satisfatório com essa presa em laboratório, conforme alguns autores o tamanho da presa permite um ganho máximo líquido de energia (HUGHES; DREWETT, 1985; HUGHES *et al.*, 1992; BROWN, 1997).

Apesar de ser a presa menos consumida, mas com picos de consumo elevado nas primeiras semanas, pode-se notar que a espécie *A. brasiliana* apresentou um tempo de manuseio (“handling time”) um pouco menor que a da espécie *C. rhizophorae*, Abe, (1989) relatou que presas maiores que outras nem sempre são selecionadas pelos predadores, onde o

mesmo autor expôs modelos alternativos como um que assume que o “handling time” de uma certa presa maior é superior ao tempo de forrageamento e um que admite que os predadores abandonam a preferência por algumas características de suas presas em uma taxa constante. No experimento pode-se observar que *P. morio* consumiu todas as espécies de presas, podendo ser um predador generalista.

As espécies utilizadas, *A. brasiliana* e *I. brasiliana* não sésseis onde se locomovem através do pé pelo substrato e a espécie *C. rhizophorae*, sendo esta uma espécie sésil, apresentou como único comportamento anti-predatório, observado no aquário, o fechamento de suas valvas, comportamento este que não impediam de serem consumidas pelos predadores.

A predação impõe diretamente elevados custos de adequação sobre certas comunidades de presas (DALESMAN, 2008). Predadores podem adotar estratégias que aumentem sua eficiência frente à disponibilidade de recursos e à habilidade da presa em evitar a predação (RICKLEFS, 1993). Algumas espécies de gastrópodes possuem a hábito de perfurar a concha de suas presas (GRAY *et al.*, 2005), diferente da espécie em estudo que utiliza sua probóscide apenas para sugar a massa visceral dos bivalves. Segundo Domaneschi e Lopes (1987), os bivalves são as presas preferidas de Melongenideos, onde certas espécies de bivalves são capturados pelos mesmos firmemente com o pé e pressionados com o lábio externo da concha do Melongenideo contra a margem ventral da concha da presa, repetidas vezes, tentando abri-la ou quebrar-lhe partes por onde possa introduzir sua probóscide. Este comportamento foi semelhante ao observado durante o experimento, onde os gastrópodes predadores logo após o reconhecimento das presas as seguravam firmemente com o pé e forçavam a abertura de suas valvas. Ao menor deslize de suas presas com a abertura das valvas o predador ejetava sua probóscide, sugando toda suas partes moles.

A probóscide de certos Melongenideos pode chegar ao dobro do tamanho do animal, ficando quase transparente dependendo do alcance (CLENCH; TURNER, 1956). Este fato também foi observado neste estudo, onde o gastrópode predador com 70 mm de comprimento pôde pegar uma ostra no final de um tubo de ensaio de 95 mm, fazendo com que sua probóscide ficasse bastante estendida, chegando a ficar um pouco transparente.

## 8. CONCLUSÃO

Os indivíduos de *Pugilina morio* não apresentaram preferência entre os três tipos de presas oferecidas, indicando que trata-se de uma possível espécie generalista.

*Pugilina morio* apresentou diferenças no tempo de manuseio das presas.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABE, N. Prey value to the carnivorous gastropods *Morula musiva* (Kiener) and the two forms *Thais clavigera* (Kuster): effect of foraging duration and abandonment of prey. **Malacologia**, v. 30, n. 1-2, p. 373-395, 1989.
- ALFORD, R. A. Variation in predator phenology affects predator performance and prey community composition. **Ecology**, v. 70, n. 206-219, 1989.
- ANKEL, W. E. Erwerb und aufnahme der nahrung bei den gastropoden. **Verhandl. Deut. Zool. Ges.**, v. 40, p. 223-295, 1938.
- BAYNE, B.L.; SCULLARD, C. Rates of feeding by *Thais* (Nucella) *lapillus* L.J. exp. mar. **Biology Ecology**, v. 32, p. 113-130, 1978.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. *Ecology from individuals to ecosystems*. Malden (USA), **Blackwell Publishing**, p. 738, 2005.
- BOGGS, C. H.; RICE J.A.; KITCHELL J.A.; KITCHELL J.F. Predation at a snail's pace: what's time to a gastropod? **Oecologia**, 62:13-17, 1984.
- BROOM, M. J. Community and production ecology of *Anadar granosa*(L.) with particular reference to its gastropod predators. **Tese PhD**, Universit of Malaya, Kuala Lumpur, p. 349, 1980.
- BROOM, M. J. Size selection, consumption rates and growth of the gastropods *Natica maculosa* (Lamarck) and *Thais carinifera* (Lamarck) preying on the bivalve *Anadara granosa*(L.). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 56, p. 213-33, 1982.
- BROOM, M. J. A preliminary investigation into prey species preference by the tropical gastropods *Natica maculosa*(Lamarck) and *Thais carinifera*(Lamarck). **Journal of molluscan Studies**, v. 49, p. 43-52, 1983.
- BROWN, K. M. Size-specific aspects of the foraging ecology of the southern oyster drill *Stramonita haemastoma* (Kool, 1987). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 214, p. 249-262, 1997.
- CLENCH, W. J.; TURNER, R. D. The family Melongenidae in the western Atlantic. **Johnsonia**, v. 3, p. 161-188, 1956.

COSTA, O.O. "Perfil Sanitário do Rio Maranguapinho no Estado do Ceará". **Tese de Mestrado**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 1998.

CURIO, E. The Ethology of predation. New York, Springer Verlag, Managing Editor D.S.Farner, p. 250, 1976.

DALESMAN S.; RUNDLE S.D.; COTTON P. A. Crawl-out behaviour in response to predation cues in an aquatic gastropod: insights from artificial selection. **Evolutionary Ecology**, 2008.

DE ANGELIS D.; KITCHELL J. A.; POST W.M.; TRAVIS C. C. A model of naticid gastropod predator prey coevolution. *Lecture Notes in Biomath*, 1984.

DOMANESCHI, O.; LOPES, S. G. B. C. Família Melongelidae Gill, 1867. Informativo SBMA, São Paulo, Brasil, v. 66, p. 9-12, 1987.

EDWARDS D. C.; HUEBNER J.D. Feeding and growth rates of *Polinices duplicatus* preying on *Mya arenaria* at Barnstable Harbor, Massachusetts. **Ecology**, v. 58, p. 1218-1236, 1977.

EISENBERG, J. N. S.; WASHBURN, J. O.; SCHREIBER, S. J. Generalist feeding behaviors of *Aedes sierrensis* larvae and their effects on protozoan populations. **Ecology**, v. 81, p. 921-935, 2000.

FERREIRA, A. M. R. Análise da disposição a pagar pela preservação do manguezal do rio Ceará. 111p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio-ambiente) – **Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio-ambiente, Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza, 1999.

GRAHAM, A. Mollusca diets. **Proc. Malacol. Soc. London**, v. 31, p. 144-159, 1955.

GRAY, M.; BOULDING, E.G.; BROOKFIELD, M.E. Shape differences among boreholes drilled by three species of naticid gastropods. **Journal of Molluscan Studies**, v. 71, p. 253–256, 2005.

HUGHES, R. N. Optimal foraging theory in the marine context. **Oceanography and Marine Biology Annual Review**, v. 18, p. 423-81, 1980



HUGHES, R. N.; BURROWS, M. T.; ROGERS, S. E. B. Ontogenetic changes in foraging behaviour of the dogwhelk *Nucella lapillus* (L.). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 155, p. 199-212, 1992.

HUGHES, R. N.; DREWETT, D. A comparison of the foraging behaviour of dogwhelks, *Nucella lapillus* (L.), feeding on barnacles or mussels on the shore. **Journal of Molluscan Studies**, v. 51, p. 73-77, 1985.

HUGHES, R. N.; DUNKIN, S. B. Behavioural components of prey selection by dogwhelks, *Nucella lapillus* (L.), feeding on barnacles or mussels, *Mytilus edulis* L., in the laboratory. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 77, p. 45- 68, 1984a.

HUGHES, R. N. A functional biology of marine gastropods. **Croom Helm Ltd.**, London. p. 245, 1986.

KURZAVA, L. M., MORIN, P. J. Tests of functional equivalence: complementary roles of salamanders and fish in community organization. **Ecology**, v. 79, p. 477- 489, 1998.

LAMBIN, X., PETTY, S. J., MACKINNON, J. L. Cyclic dynamics in field vole populations and generalist predation. **Journal Animal Ecology.**, v. 69, p. 106-118, 2000.

MATTHEWS-CASCON, H.; MATTHEWS, H.R.; BELUCIO, L. F. Notas sobre anatomia, sistemática e biologia de *Pugilina morio*( Linnaeus, 1758) (Mollusca: Gastropoda). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 28, p. 3-8, 1990.

MATTHEWS-CASCON, H., Martins, I. X. ; Barbosa, E. X. Observations on the reproduction of *Pugilina morio*( Linnaeus, 1758) (Mollusca: Gastropoda: Melongenidae). **The Veliger**, v. 46(3), p. 267-274, 2003.

MATTHEWS, H. R. Notas sobre a espécie *Pugilina morio* (Linnaeus, 1758) no nordeste brasileiro. **Notas científicas**, p 191-192, 1967.

MANZI, J. J. Combined effects of salinity and temperature on the feeding reproductive and survival rates of *Eupleura caudate*(Say) and *Urosalpinx cinerea*(Say) (Prosobranchia: Muricidae). **Biology Bulletin Marine boil. Lab.**, Woods Hole, v. 138, p. 46, 1970.

MENGE, B. A.; SUTHERLAND, J. P. Species diversity gradients: synthesis of the roles of predation, competition, and temporal heterogeneity. **American Nataturalist**, v. 110, p. 351-369, 1976.

MIRANDA, P. T. C.; FRANÇA, M. A. M.; COUTINHO, M. L. O. Composição florística e estrutura dos bosques de mangue dos Rios Ceará, Cocó e Pacoti, Fortaleza: **SEMACE**, p. 48, 1994.

NASCIMENTO M. C.; MARISCAL A. A.; MANDAI C. Y.; OLIVEIRA C. B. Padrões de uso de recurso por um gastrópode predador. *Ecologia da mata atlântica*, 2008.

OWEN, G. In: \_\_\_Wilbur, K. M., Yonge, C. M., **Physiology of Mollusca**, Academic Press, Nova York e Londres, v. 2, p. 645, 1966.

PAINE, R. T. Food webs: linkage, interaction strength and community infrastructure. **Journal Animal Ecology**, v. 49, p. 667-685, 1980.

PAINE, R. T. Food web analysis through field measurement of per capita interaction strength. **Nature**, v. 355, p. 73-75, 1992.

PALMER, A. R. Predator size, prey size, and the scaling of vulnerability: hatchling gastropods vs. barnacles. **Ecology**, v. 71, n. 2, p. 759-775, 1990a.

PIMM, S. L. The balance of nature? Ecological issues in the conservation of species and communities. **Chicago University Press**, Chicago, p. 434, 1991.

PUTMAN, R. J. **Community Ecology**. Chapman ; Hall, London, p. 178, 1994.

RICKLEFS R. E. A economia da natureza. **Guanabara-Koogan**, 3 edição, São Paulo. 1996.

RIOS, E.C. Compendium of Brazilian sea shells. **Fundação Universidade do Rio Grande**, p. 247, 2009.

SCHOENER, T. W. Theory of feeding strategies. **Annual Review of Ecology and Systematic**.  
v. 2, p. 369-404, 1971.

SPILLER, D. A., SCHOENER, T. W. A terrestrial field experiment showing the impact of eliminating top predators on foliage damage. **Nature**, v. 347, n. 469-472, 1990.

STEPHENS, D. W.; KREBS, J. R. Foraging theory. **Princeton University Press**, Princeton, p. 247, 1986.

SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Ceará, 2006. Disponível em: <<http://www.semace.ce.gov.br/biblioteca/unidades/APARioCeara.asp#>>. Acesso em 28 jan. 2006.

TAN K. S.; PHUAH C. L. Diet and feeding habits of *Pugilina cochliidiun*(Neogastropoda: Melongenidae) in Singapore. **Journal of Molluscan Studies**. 65, 499-501, 1999.

THORSON, G., Life in the sea. **McGraw-Hill**, New York, p. 256, 1971.

VANNUCCI, M. What is so special about mangroves? **Brazilian Journal of Biology**, v. 61, n. 4, p.599-603, 2001.

WOOTTON, J. T. Estimates and tests of per capita interaction strength: diet, abundance, and impact of intertidally foraging birds. **Ecol. Monogr.**, v. 67, p. 45-64, 1997.

YAMAMOTO, T. Prey composition and prey selectivity of an intertidal generalist predator, *Muricodrupa fusca* (Kuster) (Muricidae). **Marine Ecology**, v. 25, n. 1, p. 35- 49, 2004.