



**UNIVERSIDADE ESTUADUAL DA PARAÍRA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

LETÍCIA BRASILEIRO SILVA

**INTERAÇÕES PRESA-PREDADOR ENTRE *Cassia tuberosa* (MOLLUSCA:
GASTROPODA) E BOLACHAS-DA-PRAIA (ECHINODERMATA) EM UMA PRAIA
ARENOSA NO LITORAL DA PARAÍBA**

**CAMPINA GRANDE – PB
2019**

LETÍCIA BRASILEIRO SILVA

INTERAÇÕES PRESA-PREDADOR ENTRE *Cassia tuberosa* (MOLLUSCA: GASTROPODA) E BOLACHAS-DA-PRAIA (ECHINODERMATA) EM UMA PRAIA ARENOSA NO LITORAL DA PARAÍBA

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Thelma Lúcia Pereira Dias

**CAMPINA GRANDE – PB
2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586i Silva, Leticia Brasileiro.
Interações presa-predador entre *Cassia tuberosa*
(Mollusca: Gastropoda) e Bolachas-da-praia (Echinodermata)
em uma praia arenosa no litoral da Paraíba [manuscrito] /
Leticia Brasileiro Silva. - 2019.
30 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências
Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de
Ciências Biológicas e da Saúde, 2019.
"Orientação : Profa. Dra. Thelma Lúcia Pereira Dias ,
Coordenação de Curso de Biologia - CCBS."
1. Estrutura populacional. 2. Conservação ambiental. 3.
Relações ecológicas. 4. Ecossistema marinho. I. Título
21. ed. CDD 577.7

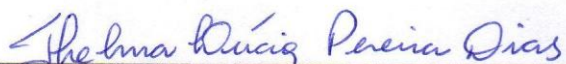
LETÍCIA BRASILEIRO SILVA

INTERAÇÕES PRESA-PREDADOR ENTRE *Cassia tuberosa* (MOLLUSCA: GASTROPODA) E BOLACHAS-DA-PRAIA (ECHINODERMATA) EM UMA PRAIA ARENOSA NO LITORAL DA PARAÍBA

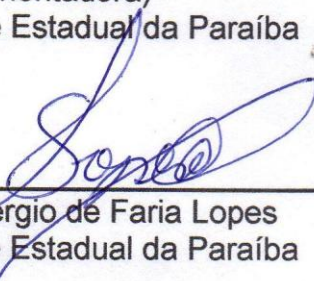
Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 14 / 11 / 2019

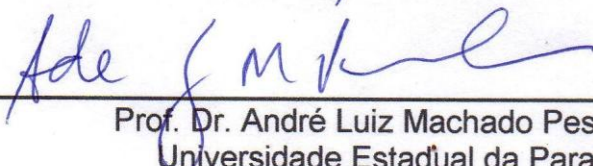
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a. Dr.^a. Thelma Lúcia Pereira Dias
(Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba



Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes
Universidade Estadual da Paraíba



Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha
Universidade Estadual da Paraíba

*Ao meu irmão Janduy,
Por todas as vezes que você me mostrou
que é hora de viver! DEDICO.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - (a) Localização da área de estudo no litoral da Paraíba, (b) Destaque da praia de Ponta de Lucena, litoral de Lucena, PB, (c) Vista aérea parcial dos bancos arenosos durante a maré baixa. Mapa obtido no Google Earth®. Foto: Patrícia Helena©.....11
- Figura 2** - (a) Indivíduo adulto de *C. tuberosa* dentro do transecto, (b) Ilustração da medida do comprimento do gastrópode, (c) Momento de mensuração de seu comprimento ao dia, e (d) Momento da mensuração de um indivíduo em coleta noturna. Fotos: Thelma Dias©.....12
- Figura 3** - Esquematisação das medidas de altura e largura em esqueleto de bolacha-da-praia com indicação para a perfuração feita por *Cassiss tuberosa* (a) e delimitação das regiões central e marginal no esqueleto (b). Esquema: Ellori Mota..13
- Figura 4** - Espécies de bolacha-da-praia encontradas na praia de Ponta de Lucena – PB, (a) *M. quinquesperforata*, (b) *E. emarginata* e (c) Medição das bolachas-da-praia em período diurno Fotos: Thelma Dias©.....14
- Figura 5** - Distribuição das frequências de *Cassiss tuberosa* em classes de tamanho durante o período diurno (a) e noturno (b).....17
- Figura 6** - (a) e (b) Indivíduo adulto de *Cassiss tuberosa* parcialmente enterrado exibindo área de ventilação no substrato durante baixa-mar, e (c) Indivíduo adulto parcialmente enterrado exibindo evidência da extremidade do sifão (seta amarela). Fotos: Thelma Dias©.....18
- Figura 7** - Distribuição das abundâncias de *Mellita quinquesperforata* (a) e de *Encope emarginata* (b) em classes de tamanho.....18
- Figura 8** - Porcentagem dos comportamentos de baixa atividade e ativos de *Cassiss tuberosa* durante o período diurno e noturno.....20
- Figura 9** - *Cassiss tuberosa* exibindo diferentes comportamentos diurnos e noturnos. (a) Indivíduo parcialmente enterrados (noite), (b) Adulto em repouso (dia), (c-d) Jovens predando *Mellita quinquesperforata* (dia e noite, respectivamente), (e) Adulto com pé estendido sobre a presa (noite), e (f) Bolacha-da-praia predada exibindo furo da predação (seta). Fotos: Thelma Dias©.....21
- Figura 10** - Quantidade, por espécies, de presas consumidas no momento da avistagem de *Cassiss tuberosa*.....2

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização dos comportamentos registrados para *Cassis tuberosa* na praia arenosa estudada no litoral norte da Paraíba.....13

Tabela 2 - Distribuição da posição dos furos feitos por *C. tuberosa* em suas presas equinoides por superfície (oral/aboral) e por região (central/marginal).....23

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 9 |
| 2 METODOLOGIA | 10 |
| 2.1 Área de estudo | 10 |
| 2.2 Delineamento amostral | 12 |
| 2.3 Análise de dados | 15 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 15 |
| 3.1 Estrutura populacional de <i>Cassia tuberosa</i> e de suas presas equinoides | 15 |
| 3.2 Interação presa-predador entre <i>Cassia tuberosa</i> e suas presas equinoides | 19 |
| 3.3 Padrão de predação deixado por <i>Cassia tuberosa</i> em suas presas equinoides | 23 |
| 3.4 Implicações ecológicas da remoção de <i>Cassia tuberosa</i> | 24 |
| 4 CONCLUSÕES | 25 |
| REFERÊNCIAS | 26 |

INTERAÇÕES PRESA-PREDADOR ENTRE *Cassia tuberosa* (MOLLUSCA: GASTROPODA) E BOLACHAS-DA-PRAIA (ECHINODERMATA) EM UMA PRAIA ARENOSA NO LITORAL DA PARAÍBA

Letícia Brasileiro Silva

RESUMO

Cassia tuberosa é um predador de equinodermos que, por ter uma concha explorada para diversos fins, está listado na categoria “quase ameaçado” segundo a Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Assim, caracterizar a estrutura populacional de *C. tuberosa* e suas interações presa-predador é fundamental para a criação de políticas de manejo da espécie. Foram realizadas 26 amostragens, 13 diurnas e 13 noturnas, delimitadas por transectos (200 m²/transecto), no qual eram procurados os gastrópodes, anotados seus comportamentos e o comprimento da concha. Também se obteve as dimensões e abundância de suas presas equinoides selecionados a partir de quadrados de 1m² delimitados aleatoriamente dentro do transecto. A caracterização dos padrões de perfuração deixados por *C. tuberosa* ocorreu através da coleta de esqueletos de equinoides na área de estudo. A densidade do predador foi considerada alta (119,23 ind/ha diurno e 296,15 ind/ha noturno), havendo diferença significativa quando se comparou as abundâncias entre dia e noite ($W=71$; $p=0,012$). Os indivíduos apresentaram comprimento de concha médio de 13,27 cm ($\pm 3,62$) e desenvolveram uma maior porcentagem de comportamentos ativos durante a noite (55,9%). Das duas espécies de presa analisadas, *Mellita quinquiesperforata* foi mais abundante e mais consumida durante os eventos de predação. Observou-se uma proporção de 1.485 *M. quinquiesperforata* para cada *C. tuberosa* avistado durante o dia e 512 indivíduos durante a noite; e 63 *Encope emarginata* para cada gastrópode durante o dia e 70 indivíduos durante a noite. Não houve correlação significativa entre o tamanho do predador e o tamanho de suas presas equinoides ($r=0,158$; $p=0,282$, para *M. quinquiesperforata*; $r=0,088$, $p=0,86$ para *E. emarginata*), entre o tamanho do predador e o tamanho do furo em *E. emarginata* ($r=0$; $p=1$), assim como quando correlacionou-se o tamanho do furo e o tamanho das presas ($r=0,068$, $p=0,641$ para *M. quinquiesperforata*; $r=0,852$, $p=0,133$ para *E. emarginata*). Houve somente correlação entre o tamanho do predador e o comprimento de *M. quinquiesperforata* ($r=0,55$; $p=4,372E-05$). Para os esqueletos coletados, houve diferença significativa entre esqueletos com e sem evidências de perfuração ($p=0,004$), com 80% dos esqueletos predados de *M. quinquiesperforata* com furo oral e também 80% com furo central. Para *E. emarginata*, 80% dos furos estavam na superfície oral e 60% na região central. Assim, provavelmente, a área estudada atua como região de recrutamento da espécie, além de ser uma espécie importante no equilíbrio marinho, visto que a sua captura pode ocasionar um rompimento em tais relações ecológicas.

Palavras-chave: Estrutura populacional. Comportamento. Conservação.

PREDATOR-PREY INTERACTIONS BETWEEN *Cassia tuberosa* (MOLLUSCA: GASTROPODA) AND SAND DOLLARS (ECHINODERMATA) ON A SANDY BEACH ON THE COAST OF PARAÍBA

Leticia Brasileiro Silva

ABSTRACT

Cassia tuberosa is a predator of echinoderms which, because it has a shell exploited for various purposes, is listed in the category “near threatened” according to the Brazilian List of Threatened Fauna. Thus, characterizing the population structure of *C. tuberosa* and its prey- predator interactions on a sandy beach in the north coast of Paraíba is fundamental for the creation of management policies of the species. A total of 26 samplings, 13 diurnal and 13 nocturnal, delimited by transects (200 m²) were performed, in which the gastropods were searched, their behaviors developed and the length of the shell, besides the dimensions and abundance of their equinoid prey selected from squares of 1m² inside the transect. The characterization of the drilling patterns left by Cassidae through the collection of equinoid skeletons in the study area was also made. The density of the predator was high for sampling periods (119.23 ind / ha diurnal and 296.15 ind / ha nocturnal), showing a significant difference when comparing abundances between day and night ($W = 71$, $p = 0.01203$). The individuals had a mean shell length of 13.27 cm (± 3.62) and developed a higher percentage of active behaviors at night (55.9%). Of the two species of prey analyzed, *Mellita quinquiesperforata* was more abundant and more consumed during the predation events. A proportion of 1485 *M. quinquiesperforata* was observed for each *C. tuberosa* sighted during the day and 512 individuals at night and 63 *Encope emarginata* for each gastropod during the day and 70 individuals at night. There was no significant correlation between predator size and equinoid prey size ($r = 0.158$, $p = 0.282$ for *M. quinquiesperforata*, $r = 0.088$, $p = 0.86$ for *E. emarginata*), between predator size and the size of the hole in *E. emarginata* ($r = 0$; $p = 1$), as well as when bore size and prey size were correlated ($r = 0.068$, $p = 0.641$ for *M. quinquiesperforata*, $r = 0.852$, $p = 0.133$ for *E. emarginata*). There was only correlation between predator size and *M. quinquiesperforata* length ($r = 0.55$; $p = 4.3727E-05$). For skeletons collected, there was a significant difference between skeletons with and without evidence of perforation ($p = 0.0044736$), with 80% of the skeletons of *M. quinquiesperforata* with oral bore and 80% with central bore, and for *E. emarginata*, 80% of the holes were in the oral surface and 60% in the central region. Thus, probably, the studied area acts as a region of recruitment of the species, besides being an important species in the marine balance, since its capture can cause a break in such ecological relations.

Keywords: Population structure. Behavior. Conservation.

1 INTRODUÇÃO

O gastrópode *Cassis tuberosa* (Linnaeus, 1758) é um molusco de beleza exuberante e peculiar que, devido as proporções de sua concha, é considerado um macroinvertebrado, podendo atingir cerca de 30 cm de comprimento total (ARDILA et al., 2002). Pertencente à família Cassidae, os representantes do gênero *Cassis* (e.g. *C. madagascariensis*, Lamarck 1822 e *C. flammea*, Linnaeus 1758) são predadores marinhos carnívoros geralmente solitários que ocorrem em mares temperados e tropicais (GRUN, 2017).

Cassis tuberosa tem sua distribuição conhecida desde a Carolina do Norte ao Brasil, onde se tem registros a partir de praias do estado do Pará até o Espírito Santo, englobando ainda o Golfo do México, Caribe, Ilhas de Cabo Verde e África Ocidental (TEWFIK & SCHEUER, 2013). Com ocorrência na região infralitoral, de áreas costeiras rasas até profundidades consideráveis (0 – 40m) (RIOS, 2009), tal gastrópode tem sido registrado ao longo de diversos estudos em vários tipos de ambientes aquáticos como praias arenosas, recifes, bancos de rodólitos, cascalho de coral e bancos de fanerógamas marinhas (MCCLINTOCK & MARION, 1993; MOORE, 1956; TEWFIK & SCHEUER, 2013).

Cassis tuberosa é um predador carnívoro, especialista na predação de equinodermos, mais precisamente de presas equinoides (Classe Echinoidea) como ouriços-do-mar e bolachas-da-praia. Usando o que se acredita ser mecanismos quimiorreceptores, *C. tuberosa* encontra sua presa e desenvolve um mecanismo de predação elaborado e bem descrito na literatura (HUGHES & HUGHES, 1971; LEVITAN & GENOVESE, 1989; MCCLINTOCK & MARION, 1993).

De acordo com Hughes e Hughes (1971, 1981), quando a caça começa, geralmente em período noturno já que ele possui um sifão fotossensível, tendo atividade alimentar máxima entre 23:00 h e 06:00 h, o animal estende seu sifão e os seus tentáculos para frente, movendo-se. Uma vez que a presa é detectada, *C. tuberosa* levanta a parte da frente do seu pé amplo e musculoso e rapidamente expande sobre o animal, segurando-o firmemente e projetando sua probóscide para perfurar o esqueleto da presa (HUGHES & HUGHES, 1981). Utilizando uma neurotoxina para imobilizar parcialmente a presa (CORNMAN, 1963), o predador utiliza a rádula para fazer um furo pequeno de formato circular (NEBELSICK & KOWALEWSKI, 1999) no esqueleto do equinoide, utilizando-a também para fazer a raspagem dos tecidos internos de sua presa (HUGHES & HUGHES, 1971). Este furo apresenta diâmetro médio de 5 mm e representa a evidência de predação.

Devido a sua beleza e, na maior parte das vezes, o fácil acesso inclusive por banhistas, as conchas de moluscos, incluindo *Cassis tuberosa* – que chama atenção desde as primeiras fases de crescimento (DIAS et al., 2017), fazem parte da maioria dos itens de comércio de curiosidades marinhas em números de espécies (WOOD & WELLS, 1988; DIAS et al., 2010; 2011).

No Brasil, a captura de moluscos para o comércio de curiosidades marinhas é uma atividade comum em cidades litorâneas, sendo essa atividade uma fonte de renda crescente no mercado local, colocando em risco a existência de muitas espécies, pois, interferem de maneira significativa nas relações ecológicas (DIAS et al. 2011). No entanto, pouco se conhece sobre a representatividade de *C. tuberosa* no comércio ornamental de conchas, já que esta é uma das prováveis razões para o declínio da população desta espécie em diversos locais de seu registro (DIAS et al., 2017).

Diante disso, *C. tuberosa* atualmente está presente na lista de espécies brasileiras ameaçadas de extinção, na categoria “quase ameaçada” (MMA, 2014), seguindo os critérios adotados pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). As implicações ecológicas para tal vulnerabilidade da espécie estão diretamente ligadas ao desequilíbrio na relação presa-predador, já que *C. tuberosa* desenvolve uma alta pressão de predação, visto que se caracteriza como um mesopredador.

Além de ser uma espécie chave, a sua remoção do ambiente pode acarretar alterações na estrutura, funcionamento e diversidade de organismos como um todo. Segundo Tewfik (2015), o papel ecológico do gastrópode inclui o controle de grandes populações de herbívoros como os ouriços-do-mar que podem causar danos como a bioerosão à recifes de corais e a superpopulação de bolachas-da-praia. Ademais, *C. tuberosa* também é item alimentar frequente na dieta de tubarões e raias, havendo um comprometimento do seu papel ecológico em um sentido extremamente amplo devido a sua remoção (DIAS et al., 2017).

Mesmo a espécie sendo listada na categoria de quase ameaçada, poucas políticas de controle da exploração vigoram atualmente (MOTA, 2014) e conforme a Portaria do Ministério do Meio Ambiente (2014) essas espécies são consideradas como Espécies Prioritárias para Pesquisa sobre o Estado de Conservação (Artigo 6º, § 3º, Portaria MMA Nº 43 de 31 de janeiro de 2014). Contudo, pouco se tem feito e poucos dados estão disponíveis acerca da exploração de *C. tuberosa*, o que se sabe é que os mesmos sugerem uma situação preocupante (DIAS et al., 2011).

Boa parte dos trabalhos existentes atualmente relatam o comportamento de *C. tuberosa* em estudos experimentais, por isso, informações obtidas na natureza ainda são escassas e a ocorrência desta espécie e de suas presas em águas rasas oferecem uma oportunidade ímpar de observar as interações presa-predador entre *C. tuberosa* e suas presas equinoides *in situ*. Além disso, dados populacionais acerca da estrutura de tamanho do gastrópode e de suas presas são fundamentais para se entender a dinâmica de predação desta espécie tão importante ecológica e economicamente.

Sendo assim, faz-se necessário de maneira urgente o levantamento de dados sobre as ameaças que a espécie sofre, sua abundância e densidade populacional, distribuição geográfica e habitats, dados referentes as suas presas equinoides, para que dessa forma, políticas de conservação sejam elaboradas de forma a atender da melhor maneira possível a problemática crescente, conseqüentemente, evitando a possível extinção de *C. tuberosa*. Este estudo tem como objetivo caracterizar a estrutura populacional de *Cassia tuberosa* e de suas presas equinoides e caracterizar as interações presa-predador em um ambiente de praia arenosa no litoral norte da Paraíba.

Diante de todos esses aspectos, o presente estudo busca responder as seguintes perguntas: **(1)** Qual a densidade e estrutura de tamanho da população de *Cassia tuberosa* e suas presas equinoides em uma praia arenosa do litoral norte da Paraíba? **(2)** Qual o comportamento desenvolvido por *C. tuberosa* em seu habitat no momento da avistagem? **(3)** Qual o padrão de predação de *C. tuberosa* sobre as bolachas, no que se refere aos locais de predação no esqueleto da bolacha?

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada na praia de Ponta de Lucena, situada no município de

Lucena, litoral norte do estado da Paraíba (6°54'08" S; 34°51'14" W). A praia de Ponta de Lucena é predominantemente formada por bancos arenosos com grande extensão, que são utilizados por turistas e moradores locais para atividades recreativas (Fig. 1). Pescadores também utilizam o espaço para a pesca de rede e para a captura de *Cassia tuberosa*. Embora *C. tuberosa* não seja um alvo típico de pesca, ao encontrarem os gastrópodes, os pescadores acabam por levá-los para casa, na expectativa de vender a concha. A pesca de camarão com redes de arrasto também é comum na região.

Adjacente à praia arenosa, observa-se a presença de uma formação recifal arenítica, distante cerca de 500 m da praia, na qual a pesca também é atividade frequente, além do turismo utilizando-se embarcações de pequeno porte.

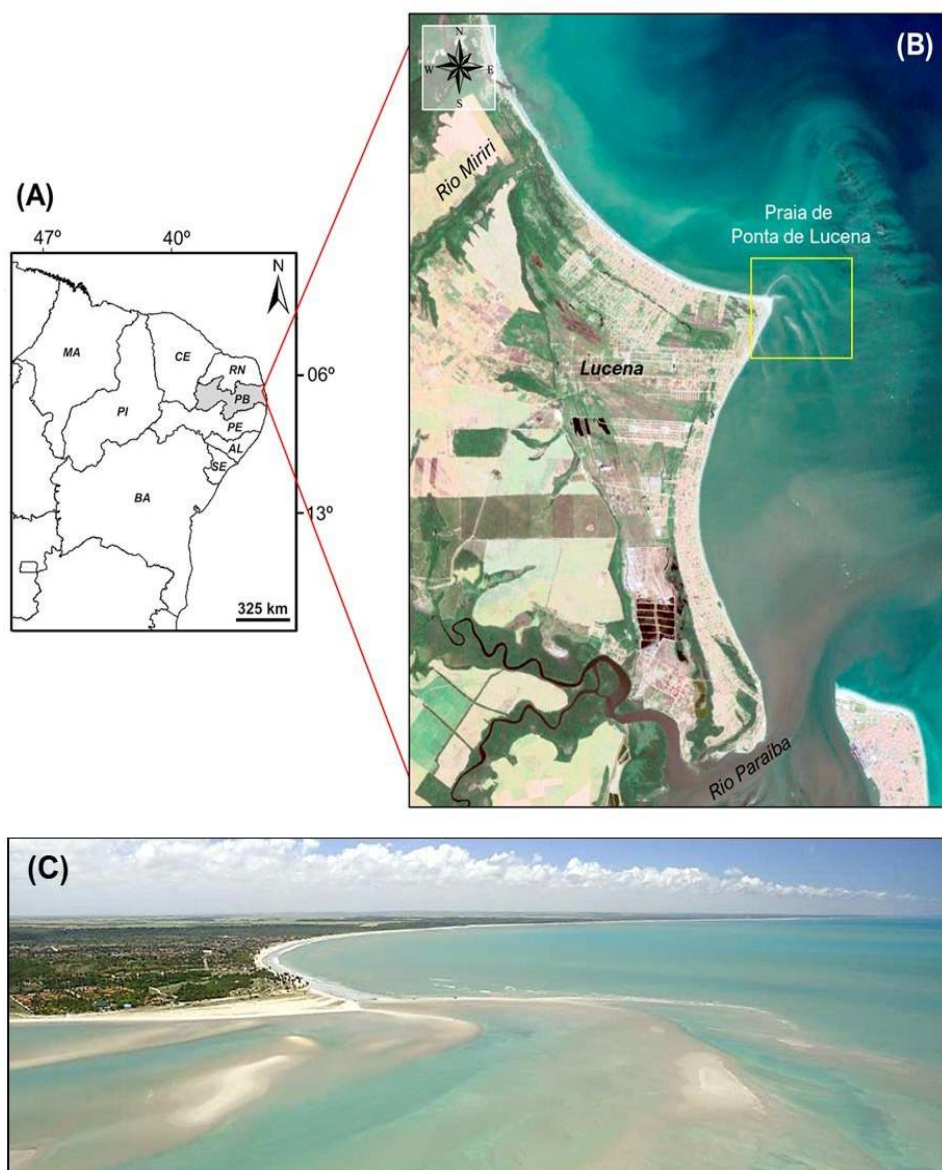


Fig. 1: (a) Localização da área de estudo no litoral da Paraíba, (b) Destaque da praia de Ponta de Lucena, litoral de Lucena, PB, (c) Vista aérea parcial dos bancos arenosos durante a maré baixa. Mapa obtido no Google Earth®. Foto: Patrícia Helena©.

2.2 Delineamento amostral

Para delimitar as amostragens foram utilizados 26 transectos de 50 x 4 m, sendo 13 deles no período diurno (entre 8:30h e 13:30h) e 13 no período noturno (entre 18:30h e 21:30h), perfazendo assim uma área total de 5.200 m². Os transectos foram estendidos paralelos a linha da costa para evitar que quando a maré iniciasse seu período de subida, não comprometesse uma das extremidades da amostra. As coletas aconteceram entre os meses de janeiro a maio de 2019, em período de estiagem, por ser o período mais propício para a realização de pesquisas na área marinha e em regime de maré baixa (entre -0,1 e 0,3 m).

Estendido o transecto, dentro da área delimitada, indivíduos de *Cassís tuberosa* foram cuidadosamente procurados e, à medida que cada indivíduo foi encontrado, seu padrão de comportamento era anotado, sendo classificado conforme a Tabela 1. Se o animal fosse visto em deslocamento, indicando busca por presas, foi empregado o método de observação comportamental de ‘animal focal’ (ALTMANN, 1974), no qual o animal avistado é observado pelo tempo determinado de 5 minutos e todas as suas atividades são anotadas e quantificadas. Além disso, foi mensurado o comprimento total de sua concha (em cm), que vai da extremidade da espira até a extremidade do canal sifonal, com o auxílio de um paquímetro milimetrado manual (Fig. 2).



Fig. 2: (a) Indivíduo adulto de *C. tuberosa* dentro do transecto, (b) Ilustração da medida do comprimento do gastrópode, (c) Momento de mensuração de seu comprimento ao dia, e (d) Momento da mensuração de um indivíduo em coleta noturna. Fotos: Thelma Dias©.

Tabela 1: Caracterização dos comportamentos registrados para *Cassia tuberosa* na praia arenosa estudada no litoral norte da Paraíba.

| | COMPORTAMENTO | DESCRIÇÃO |
|--|------------------------|--|
| Comportamentos de baixa atividade | Enterrado | Completamente coberto pelo substrato, com pequena porção dorsal da concha evidenciada. |
| | Parcialmente enterrado | Maior parte da concha evidenciada, pouco coberto por substrato. |
| | Repouso | Em repouso sobre o substrato, desenterrado, sem movimentação ou deslocamento. |
| Comportamentos ativos | Deslocamento | Deslocando-se sobre o substrato. |
| | Predando | Indivíduo caçando ou se alimentando da presa. |

Fonte: Adaptada de Mota (2014).

Quando o exemplar avistado estava com a presa, a mesma foi identificada, mensurada (diâmetro vertical e diâmetro horizontal) e o padrão de perfuração deixado por *C. tuberosa* foi anotado, levando-se em consideração a posição do furo, se estava sobre a superfície oral ou aboral e qual a região da perfuração, se tratava-se da região central ou marginal (conforme a Fig. 3). O diâmetro da perfuração realizada pelo predador no esqueleto da presa também foi aferido (em cm) para análises posteriores.

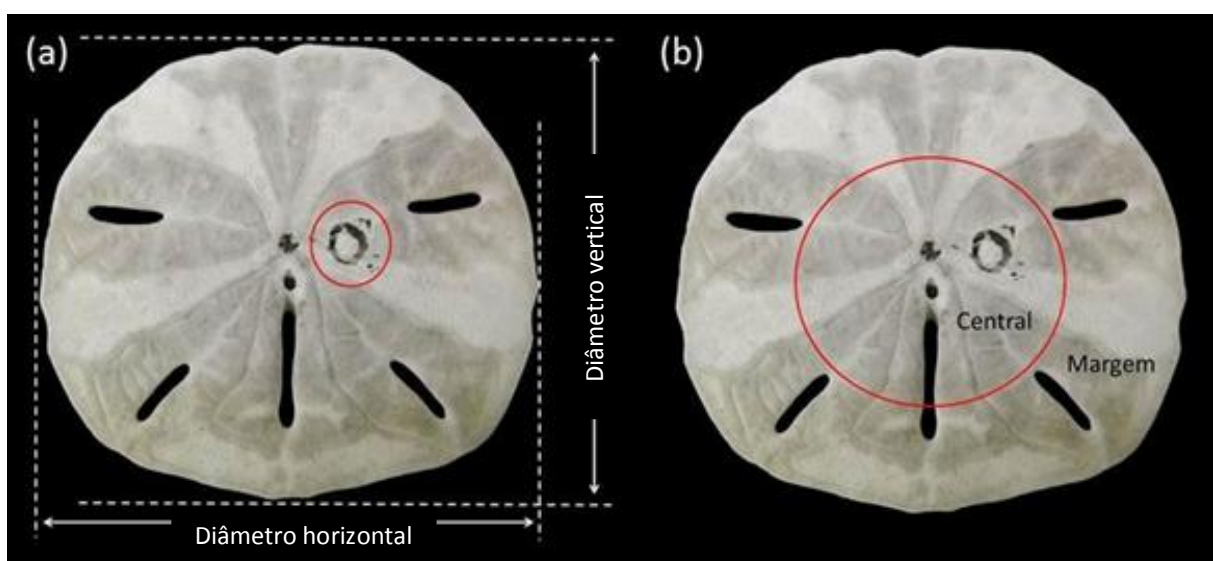


Fig. 3: Esquemática das medidas de altura e largura em esqueleto de bolacha-da-praia com indicação para a perfuração feita por *Cassia tuberosa* (a) e delimitação das regiões central e marginal no esqueleto (b). Esquema: Ellori Mota.

Dentro da área de cada transecto, foram quantificadas duas espécies de presas previamente vistas no local, *Mellita quinquiesperforata* e *Encope emarginata* (Fig. 4a-b) e suas densidades obtidas por meio de 5 quadrados de 1 m², distribuídos aleatoriamente na linha de cada transecto (Fig. 4c). Após a contagem por espécie, as bolachas-da-praia foram mensuradas em diâmetro vertical e diâmetro horizontal (em cm), conforme o trabalho de Nebelsick e Kowalewski (1999).

Como as densidades das espécies de bolachas-da-praia, referidas anteriormente, retratam apenas 5 m² de uma amostra de 200 m² (50 x 4 m), os dados obtidos foram extrapolados para que assim fosse feita uma proporção mais aproximada da real da abundância de presas equinoides disponíveis para cada *C. tuberosa* por período (diurno e noturno), já que a busca ativa pelo gastrópode foi dentre toda a região de amostragem e não em apenas 5 m². Assim, para a estipulação da proporção alimentar entre a quantidade de presas para cada predador, a densidade de bolachas-da-praia dentro dos 5 m² foi multiplicada pela área total do transecto (200 m²), obtendo-se uma densidade extrapolada de presas por amostra. Ademais, essa densidade foi somada para toda região de amostragem (2600 m²) e o total de presas encontradas foi dividido pela quantidade de *C. tuberosa* avistados durante o período correspondente.

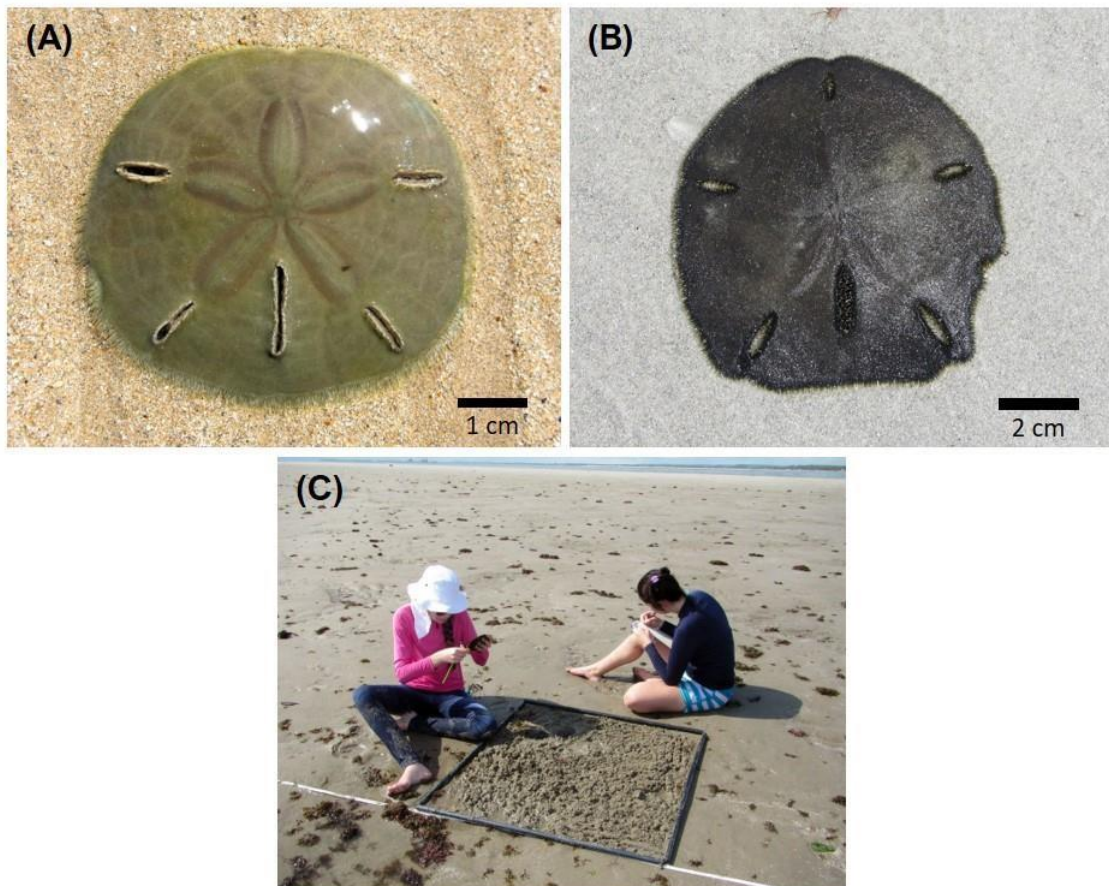


Fig. 4: Espécies de bolacha-da-praia encontradas na praia de Ponta de Lucena – PB, (a) *M. quinquiesperforata*, (b) *E. emarginata* e (c) Medição das bolachas-da-praia em período diurno. Fotos: Thelma Dias©.

Por fim, foram coletados dentro dos transectos esqueletos de bolachas-da-praia (se presente), separando-os por espécie e mensurando seu diâmetro vertical e horizontal. Após isso, tais esqueletos foram categorizados quanto a presença ou ausência de perfuração, característica de predação por Cassidae e, para os esqueletos com evidência de predação, foi visto a localização do furo quanto a superfície e região no esqueleto, assim como seu diâmetro em centímetros.

Para as presas, independentemente da espécie, na análise de dados foram utilizadas as medidas de dimensão que possuíam a menor variância, visto que existem diferenças morfológicas marcantes entre as dimensões de diâmetro (vertical e horizontal) para as duas espécies estudadas. Dessa forma, para tal estudo, as análises foram feitas a partir do uso do diâmetro vertical dos esqueletos de bolachas-da-praia.

2.3 Análise de dados

As densidades de *C. tuberosa* e suas presas equinoides foram estimadas em ind/m². Contudo, para a melhor visualização dos dados, a densidade do gastrópode foi extrapolada para ind/ha. Além disso, para os comprimentos da presa e do predador, foi feita a estatística descritiva, calculando-se a média e o desvio padrão dos valores encontrados.

Para comparar as abundâncias de *C. tuberosa* entre os períodos diurno e noturno, após testar a normalidade dos dados com o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e constatar que não se tratava de dados normais, foi empregado o teste não-paramétrico de Wilcoxon. Para verificar se existia correlação significativa entre o tamanho de *C. tuberosa* e o tamanho da sua presa equinoide, entre o tamanho do predador e o diâmetro do furo feito por ele e entre o tamanho do furo e o tamanho da presa para os gastrópodes avistados em comportamento predatório, foi utilizada a Correlação de Spearman, visto que tais dados também não eram normais. E, para testar se houve diferença significativa entre a quantidade de esqueletos predados e não predados, foi utilizado o teste Exato de Fisher. Para todos os testes estatísticos utilizados, o nível de significância foi atribuído como sendo de 5% ($p \leq 0,05$).

Para facilitar a visualização dos dados, inicialmente eles foram organizados em planilhas no Excel e as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico Past e para a construção dos histogramas que representam as classes de tamanho tanto das presas, quanto do predador, foi utilizado o software Statistica 8.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estrutura populacional de *Cassis tuberosa* e de suas presas equinoides

Ao longo dos 26 transectos amostrados, o gastrópode *Cassis tuberosa* apresentou uma abundância total de 108 indivíduos. Desse total, 31 deles ocorreram durante o dia, com densidade de 0,011923 ind/m² (119,23 ind/ha) e frequência de

61,5% nessas amostras; e 77 indivíduos durante o período noturno, apresentando assim uma maior densidade (0,029615 ind/m² ou 296,15 ind/ha), com frequência de 76,9% nos transectos da noite. Quando se comparou as abundâncias de *C. tuberosa* nos períodos diurno e noturno, houve diferença significativa entre os dois períodos ($W=71$; $p=0,012$).

A maior abundância do molusco durante à noite pode ser explicada pelo fato do animal ter um comportamento predatório maior durante o período noturno devido a fotossensibilidade do seu sifão (HUGHES & HUGHES, 1971), visto que o sifão é um componente importante para o forrageio. Assim, é comum que durante o dia *C. tuberosa* permaneça enterrado ou parcialmente enterrado em substrato não-consolidado arenoso (DIAS et al., 2017). Contudo, existem relatos de avistagem de *C. tuberosa* também durante o dia (LEVITAN & GENOVESE, 1989; MCCLINTOCK & MARION, 1993; PEQUENO & MATTHEWS-CASCON, 2001), inclusive em forrageio ativo, o que fez a espécie ser classificada como metaturnal por Grun e Nebelsick (2017). No entanto, é importante salientar que, a atividade diurna de *C. tuberosa* pode estar relacionada ao fato de o animal amanhecer ainda ingerindo uma presa que foi capturada no final da noite. Evidências de busca ativa por presas e ataque em período diurno são inconsistentes.

A densidade de *C. tuberosa* encontrada foi considerada alta, já que estudos recentes apontam uma queda no número de indivíduos dessa espécie (DIAS et al., 2017). Tewfik e Scheurer (2013) e Tewfik (2015), em seus estudos, observaram que a densidade de *C. tuberosa* associado a bancos de fanerógamas marinhas (*Thalassia testudinum*) variou de 2,6 a 15,8 ind/ha. Nieto-Bernal et al. (2013) na Colômbia, registraram uma densidade que varia de 0,3 a 0,8 ind/ha, e uma baixa densidade também foi relatada por Engstrom (1982) de 15 ind/ha em Pitahaya e de 0,7 ind/ha Guayacan, em Porto Rico. Como em todos esses estudos nas áreas amostradas foram relatadas atividades pesqueiras, a baixa densidade de *C. tuberosa* pode estar relacionada a esse fator e, de forma oposta, a grande densidade no presente estudo, pode sugerir que o animal pode ser pouco explorado na praia, mesmo em zona de fácil acesso. O próprio hábito de se enterrar durante o dia pode proteger a espécie de capturas diurnas.

No período diurno foram registradas as maiores médias de tamanho de *C. tuberosa* (15,24±2,81 cm), o menor indivíduo medindo 5,8 cm de comprimento total da concha e o maior com 19,8 cm de comprimento total. A média de tamanho no período noturno foi de 12,49 cm (±3,62), o menor possuindo 4,9 cm de comprimento total e o maior com 19,8 cm.

Mesmo com relatos na literatura que a espécie chega até 30 cm de comprimento (ARDILA et al., 2002), o maior tamanho de *C. tuberosa* avistado foi inferior a esse valor (19,8 cm; média de tamanho total: 13,27±3,62 cm), o que revela que a população é composta predominantemente por indivíduos jovens e subadultos. Com isso, pode-se sugerir que a região estudada pode estar associada a uma área intertidal de recrutamento. Por outro lado, os indivíduos adultos podem povoar regiões mais profundas. Dessa forma, manter a integridade das zonas intertidais é um passo importante para a conservação desta espécie, já que proteger essas áreas com características para o recrutamento é fundamental para garantir a sobrevivência do gastrópode (AMARAL & JABLONSKI, 2005).

Indivíduos com médias de tamanhos maiores aos registrados neste estudo foram observados por Hughes e Hughes (1971), em que os indivíduos estudados possuíam o comprimento da concha entre 14-20 cm; Grun (2017), nos estudos nas Bahamas, com indivíduos entre 10-23 cm de comprimento; e McClintock e Marion

(1993) em San Salvador (também nas Bahamas), que relataram indivíduos com cerca de 15 cm de tamanho médio. Nas Ilhas Virgens, nos Estados Unidos, foram relatados indivíduos com 15 a 21 cm (LEVITAN & GENOVESE, 1989) e na região do Caribe colombiano, Nieto-Bernal et al. (2013) registraram indivíduos com o comprimento de concha de pelo menos 21 cm. Um fator de relevância sobre esse aspecto é que todas as coletas de dados de tais trabalhos foram feitas com indivíduos situados a pelo menos 3 m de profundidade, sugerindo assim que profundidades maiores abrigam tamanhos maiores do gastrópode.

A figura 5 ilustra histogramas com os tamanhos registrados nos dois períodos estudados. De todos os *C. tuberosa* medidos durante o dia, 95% deles estiveram entre 10,0 e 19,8 cm, com maiores tamanhos entre as classes 15,6 cm e 17,0 cm. As classes de 7,2 a 8,6 cm e de 8,6 a 10,0 cm foram zeradas. No período noturno, a maior parte dos gastrópodes estiveram entre 6,0 e 18,0 cm, sendo a classe de tamanho mais representativa entre 13,84 e 15,33 cm.

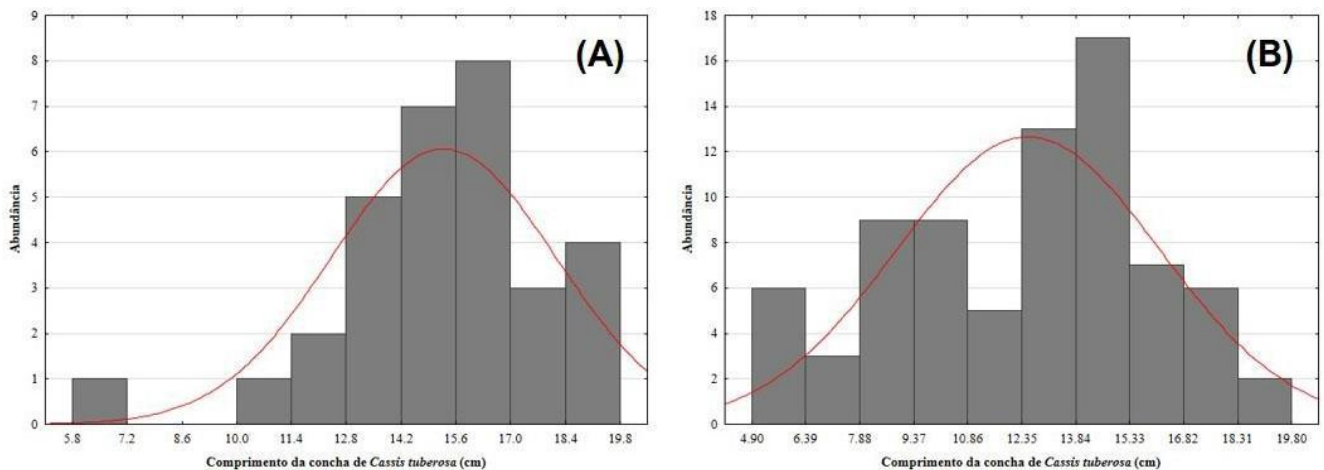


Fig. 5: Distribuição das frequências de *Cassis tuberosa* em classes de tamanho durante o período diurno (a) e noturno (b).

Como o animal permanece predominantemente enterrado ou parcialmente enterrado durante o dia (DIAS et al. 2017), o fato de a maior média de tamanho ter sido registrada no período diurno pode estar relacionado com a maior facilidade de identificar as marcas deixadas pelo indivíduo na areia. Assim, é mais fácil observar tais marcas deixadas por um indivíduo de grande porte do que um de pequeno porte, que pode enterrar-se completamente, sem deixar evidências de sua presença no substrato arenoso (Fig. 6a). Além disso, durante o dia quando totalmente emersos, alguns indivíduos podem abrir um espaço de ventilação no local onde estão enterrados, conforme ilustrado na figura 6b.

Quanto as presas equinoides, foram encontradas e mensuradas um total de 2.136 espécimes de *Mellita quinquesperforata*. Durante o período diurno, foram registradas a grande maioria dos indivíduos (1.151 indivíduos) e 985 no período noturno. A abundância da bolacha-da-praia *Encope emarginata* foi bem menor do que a de *M. quinquesperforata* nos dois períodos estudados. Ao todo, foi possível observar 184 indivíduos, sendo analisados 49 indivíduos durante o dia e 135 indivíduos durante a noite.

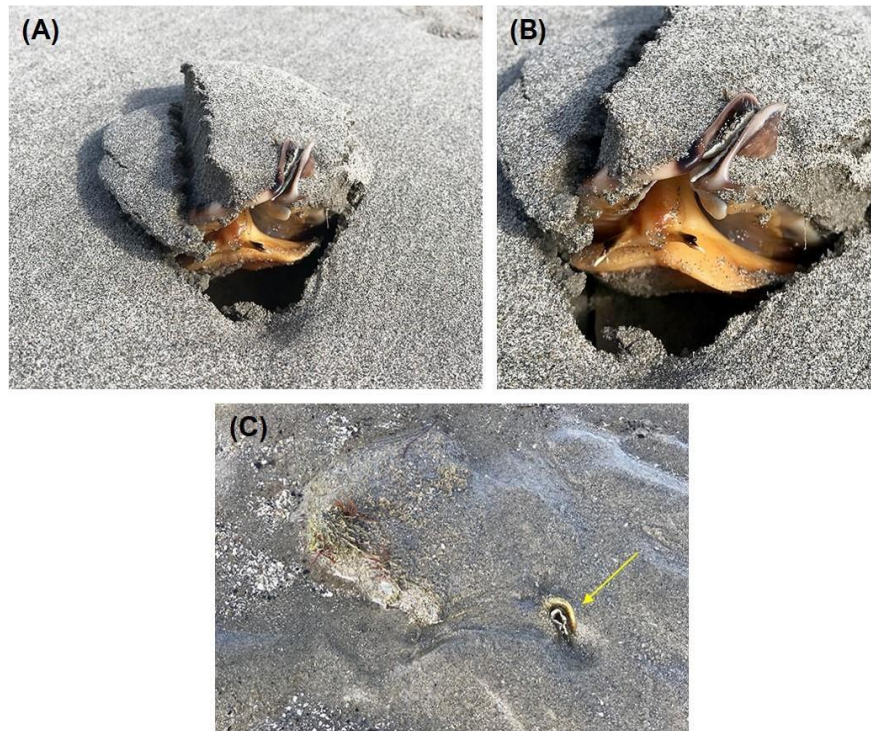


Figura 6: (a) e (b) Indivíduo adulto de *Cassis tuberosa* parcialmente enterrado exibindo área de ventilação no substrato durante baixa-mar, e (c) Indivíduo adulto parcialmente enterrado exibindo evidência da extremidade do sifão (seta amarela). Fotos: Thelma Dias©.

A média de tamanho (diâmetro vertical da bolacha) de *M. quinquiesperforata* foi de 5,71 cm ($\pm 0,83$), com o menor espécime medindo 2,5 cm e o maior 8,0 cm. Para *E. emarginata*, como trata-se de uma espécie de maior tamanho, a média encontrada foi maior em relação a primeira espécie ($9,47 \pm 1,31$ cm), sendo o menor indivíduo com 4,0 cm e o maior medindo 11,6 cm. As maiores frequências nos tamanhos de *M. quinquiesperforata* estão entre 4,0 e 7,0 cm, sendo a classe de tamanho de 6,35 a 6,90 cm a mais representativa. Para *E. emarginata*, 95% da frequência está entre 7,0 e 11,6 cm (classe mais representativa sendo de 9,32 a 10,08 cm de comprimento) (Fig. 7).

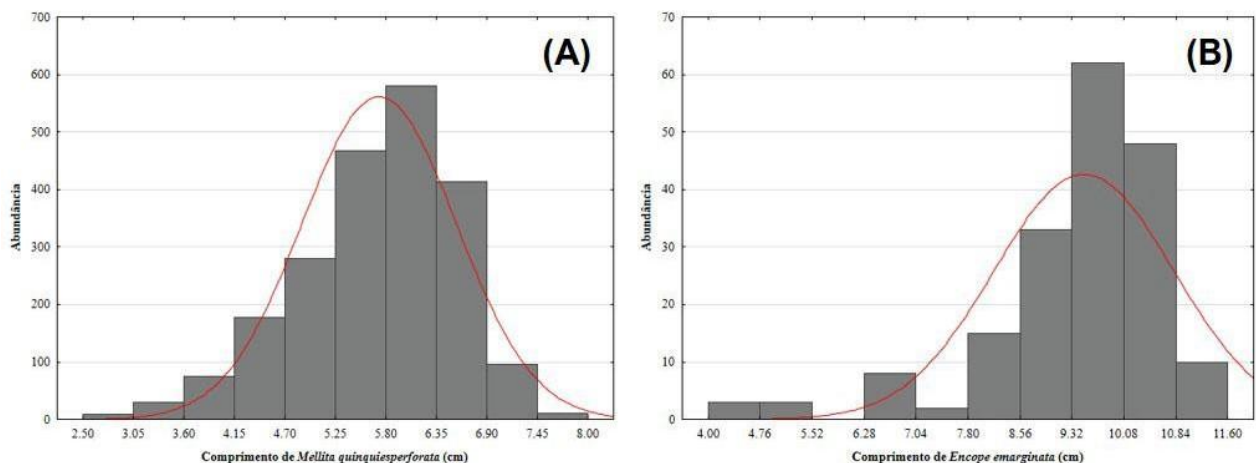


Fig. 7. Distribuição das abundâncias de *Mellita quinquiesperforata* (a) e de *Encope emarginata* (b) em classes de tamanho.

Mellita quinquesperforata também é abundante na maior parte do litoral com substratos arenosos ao longo das costas do Atlântico Sudeste e Norte do Golfo de América do Norte, sendo um membro importante da comunidade (BELL & FREY, 1969). Assim como aconteceu em um estudo realizado em uma praia arenosa no nordeste brasileiro (MOTA, 2014), em Macau (RN), *M. quinquesperforata* foi mais abundante em relação as espécies *E. emargina* e *Leodia sexiesperforata*, conseqüentemente possuindo uma maior densidade populacional e sendo a presa mais disponível para o predador *C. tuberosa*.

Outro fator importante que pode ter contribuído para a maior abundância da espécie é o fato de que ela, de acordo com Bell & Frey (1969), se enterra preferencialmente em areia de partículas mais finas, com pouca profundidade, cerca de 5 cm ou menos, profundidade condizente com as que as presas equinoides foram procuradas para tal estudo. *E. emarginata*, apesar de também se enterrar substratos areno-argilosos, aparentemente se enterra em regiões mais profundas do que *M. quinquesperforata*.

Em relação à média de tamanho encontrada para as duas espécies, era de se esperar que a média de tamanho do comprimento de diâmetro vertical de *M. quinquesperforata* fosse menor do que a média de tamanho de *E. emarginata* para a mesma dimensão, visto que, a morfologia das duas espécies de bolachas-da-praia é diferente. Além da diferença na quantidade de lúnulas, *M. quinquesperforata* é mais larga do que alta, assim, sua média de largura é maior do que a média da altura. Já para *E. emarginata*, acontece o oposto, tal espécie é mais alta do que larga.

3.2 Interação presa-predador entre *Cassia tuberosa* e suas presas equinoides

Dos 5 padrões de comportamento estabelecidos para *Cassia tuberosa* no momento da avistagem, o comportamento ativo de predação foi registrado durante os dois períodos, sendo o mais frequente tanto no período diurno (41,93%), quanto no período noturno (53,24%) (Fig. 8). Contudo, durante o dia, não foram registrados indivíduos em deslocamento, indicando procura por presas e, em muitas das avistagens diurnas (38,71%) o animal estava enterrado no substrato arenoso, o que não era comum durante o período oposto, com uma frequência de 2,6% das avistagens (Fig. 8).

Assim, predominaram, durante o dia, comportamentos de baixa atividade (enterrado, parcialmente enterrado e em repouso – 58% das avistagens diurnas) (Fig. 9a-b) e, durante a noite, comportamentos ativos (deslocando e predando – 55,9% das avistagens noturnas) (Fig. 9c-f).

A predominância de comportamentos de baixa atividade durante o dia e ativos à noite corroboraram com as ideias trazidas na literatura que serviram como base para o estudo (e. g. DIAS et al., 2017; HUGHES & HUGHES, 1971; MOTA, 2014). Como bem descrito por Hughes e Hughes (1971), *C. tuberosa* inicia a busca por presas ao anoitecer, com atividade máxima entre 23 horas e 6 horas da manhã do dia seguinte. Em alguns casos, tais autores mencionaram o evento predatório durante o dia (excepcionalmente).

Como aconteceu no presente estudo e em estudos como os de Levitan e Genovese (1989); McClintock e Marion (1993); Pequeno e Matthews-Cascon (2001) onde foram notificados consumo de presas durante as amostragens diurnas, uma explicação para tal fato seria que, como *C. tuberosa* leva certo tempo, dependendo do tamanho da presa (HUGHES & HUGHES, 1971), para subjugar-la e consumi-la

por completo, as avistagens de predação diurna podem ser resultado ainda do período de caçada da noite anterior, visto que todos os eventos de predação durante o dia aconteceram em marés cedo da manhã (entre 8h20min e 8h50min).

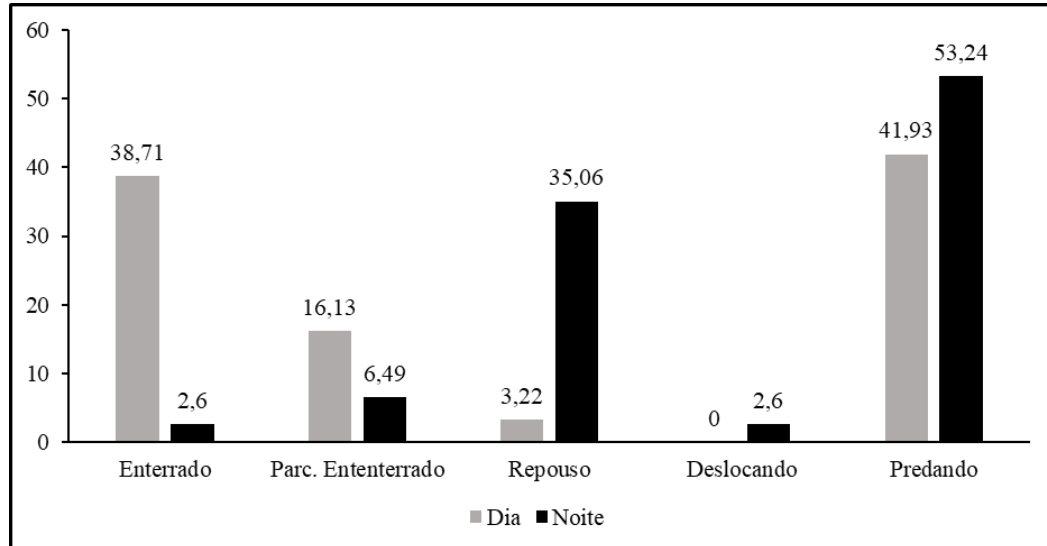


Fig. 8: Porcentagem dos comportamentos de baixa atividade e ativos de *Cassis tuberosa* durante o período diurno e noturno.

A grande incidência de indivíduos em repouso durante a noite (35,06%), que não era de se esperar, já que os comportamentos predominantes para a espécie no período noturno são comportamentos ativos, o que pode estar relacionado, novamente, com o horário da maré para os meses em que esse comportamento foi registrado. Todos os registros do animal em repouso foram feitos em marés entre 20h e 21h40min.

Quando os dados referentes a densidade da bolacha-da-praia *M. quinquesperforata* nos 5 m² foram extrapolados para a área total amostrada (aproximadamente 46040 indivíduos) e divididos pelo valor da abundância de *C. tuberosa* em cada período, constatou-se uma proporção aproximada de 1485 bolachas para cada gastrópode no período diurno e cerca de 512 indivíduos de *M. quinquesperforata* para cada *C. tuberosa* no período da noite. Os dados referentes a *E. emarginata* também foram extrapolados (aproximadamente 39400 indivíduos), encontrando-se uma proporção de aproximadamente 63 bolachas para cada *C. tuberosa* no período diurno e 70 indivíduos *E. emarginata* para cada gastrópode durante o período da noite.

Em relação a proporção alimentar, como existiam no meio muito mais *M. quinquesperforata* do que *E. emarginata*, a proporção da primeira bolacha-da-praia para *C. tuberosa*, conseqüentemente, seria maior em números do que quando observa-se a proporção da segunda espécie para cada predador, sendo um dos aspectos que favoreceram essa situação aspectos relacionados ao modo de vida das presas equinoides (BELL & FREY, 1969), como já abordado.

Quando se compara a diferença na proporção alimentar dentro de cada uma das espécies de presa entre os períodos diurno e noturno, essa diferença é resultado da maior quantidade de avistagens de *C. tuberosa* à noite do que durante o dia, característica típica da espécie. Dessa forma, a quantidade de presas disponíveis para o predador durante o dia é maior do que à noite, pois, durante o

período diurno há uma abundância menor do gastrópode.

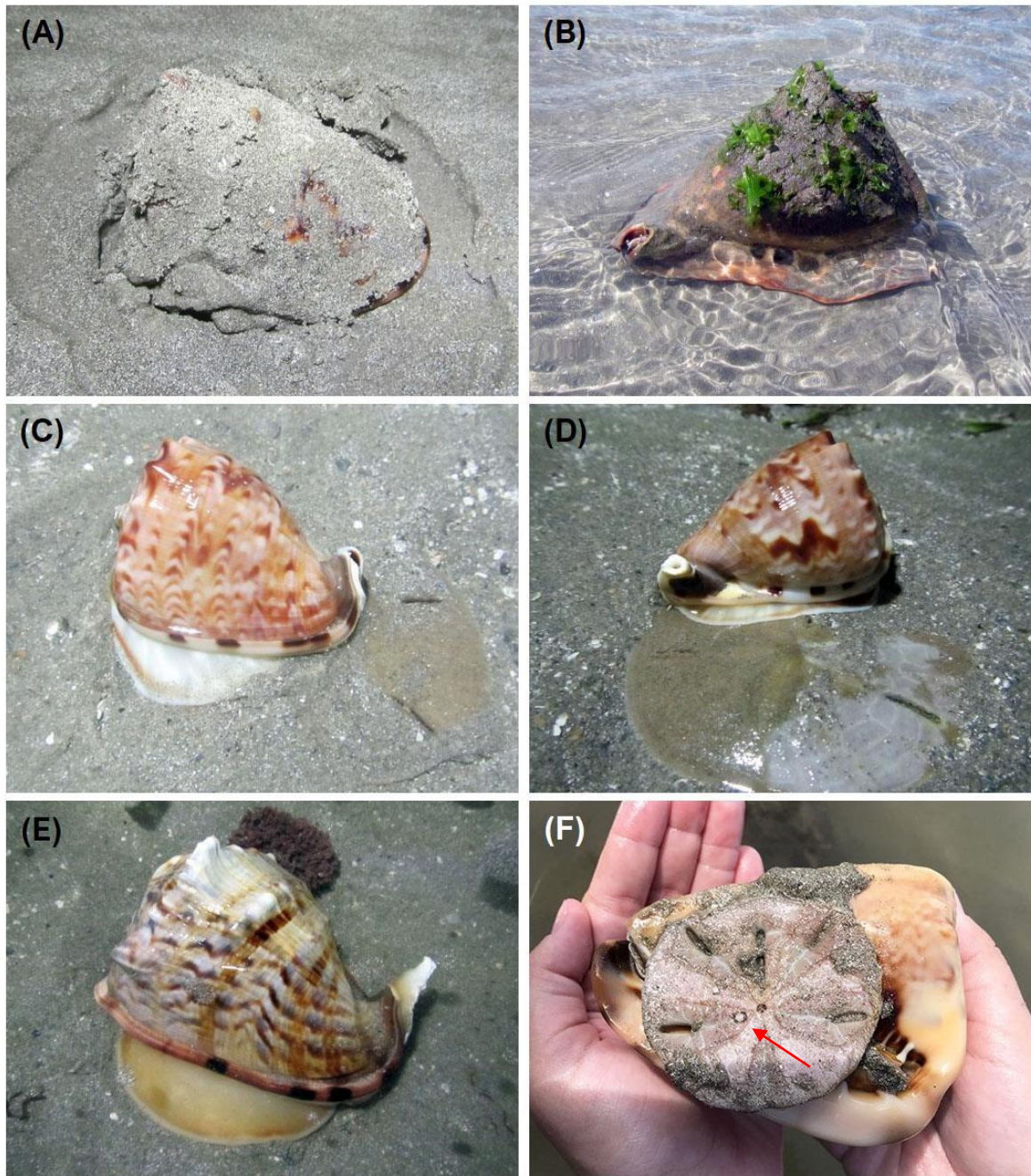


Fig. 9: *Cassis tuberosa* exibindo diferentes comportamentos diurnos e noturnos. (a) Indivíduo parcialmente enterrados (noite), (b) Adulto em repouso (dia), (c-d) Jovens predando *Mellita quinquesperforata* (dia e noite, respectivamente), (e) Adulto com pé estendido sobre a presa (noite), e (f) Bolacha-da-praia predada exibindo furo da predação (seta). Fotos: Thelma Dias©.

Ao todo, foram registrados 54 eventos de predação envolvendo o gastrópode *Cassis tuberosa* e suas presas equinoides (48 para *M. quinquesperforata* e 6 para *E. emarginata*), condizentes com as porcentagens trazidas na figura 8. A média de tamanho de *C. tuberosa* que foi encontrado predando *M. quinquesperforata* foi de 13,0 cm ($\pm 3,88$) e a média de comprimento da bolacha-da-praia foi de 6,0 cm ($\pm 0,76$). Para *E. emarginata*, sua média de tamanho foi de 10,4 cm ($\pm 0,52$) e a média

de tamanho do predador foi de 13,4 cm ($\pm 2,76$). Não houve uma correlação significativa entre o comprimento total de *C. tuberosa* e o comprimento de *M. quinquesperforata* ($r=0,158$; $p=0,282$), assim como também não houve correlação significativa entre o comprimento de *C. tuberosa* e o comprimento de *E. emarginata* ($r=0,088$; $p=0,866$) (Fig. 10).

Hughes e Hughes (1971) relataram que *C. tuberosa* pode exibir preferência alimentar por uma das espécies de presas que estivessem disponíveis no meio, quando as mesmas fossem igualmente abundantes e acessíveis. Visto que existia uma maior disponibilidade de *M. quinquesperforata* no meio estudado, foi notória a maior frequência de predação do gastrópode por tal bolacha-da-praia. Contudo, é arriscado falar que essa frequência foi resultado de uma preferência alimentar desenvolvida pela espécie predadora ou se aconteceu simplesmente pelo fato de que *M. quinquesperforata* tratava-se da presa mais disponível, sabendo-se que o custo-benefício de se alimentar da presa mais abundante e minimizar o tempo de busca pela comida seria vantajoso. Ademais, ainda existem poucos estudos que documentem a natureza predatória quando se refere a bolachas-da-praia e, além disso, pouco se sabe sobre a interação presa-predador entre *E. emarginata* e *C. tuberosa* (MOTA, 2014).

A não existência de uma correlação entre o tamanho de *C. tuberosa* e os tamanhos das presas equinoides predadas dá indícios de que o predador não seleciona sua presa pelo tamanho que ela apresenta, sendo uma escolha aleatória dependente da disponibilidade no meio, principalmente quando se considera a grande abundância de presas disponíveis.

Assim, não é possível afirmar que predadores maiores preferem presas maiores ou que predadores menores se alimentam preferencialmente de presas menores, e como não houve indícios de uma correlação negativa, também não é confiável afirmar que predadores maiores preferem presas menores e vice-versa. Contudo, como o tempo de manipulação da presa é importante para o forrageio e presas menores como *M. quinquesperforata* (em vez de *E. emarginata*) foram mais consumidas, seria necessário um estudo mais apurado sobre tal preferência alimentar.

Quando se correlacionou o comprimento total de *C. tuberosa* e o diâmetro do furo deixado por ele como evidência de predação, em *M. quinquesperforata* ($0,31\pm 0,095$ cm), houve uma correlação significativa entre os dois parâmetros ($r=0,55$; $p=4,372E-05$). Entretanto, quando se correlacionou o comprimento do molusco e o diâmetro do furo ($0,36\pm 0,051$ cm) em *E. emarginata*, não foi possível observar nenhuma correlação ($r=0$; $p=1$). Do mesmo modo, a correlação não mostrou significância quando aplicada para o diâmetro do furo feito em *M. quinquesperforata* e o comprimento da mesma ($r=0,068$; $p=0,641$), assim como não houve correlação entre o diâmetro do furo em *E. emarginata* e o seu comprimento ($r=0,852$; $p=0,133$).

Hughes e Hughes (1981), sugerem que o diâmetro do furo feito pelo gastrópode marinho corresponde ao tamanho do predador, como aconteceu entre o furo de *C. tuberosa* feito em *M. quinquesperforata* no presente estudo. Contudo, o fato do mesmo não ter acontecido entre *C. tuberosa* e *E. emarginata*, não havendo correlação nenhuma entre os dois parâmetros analisados, pode ser reflexo do número baixo de avistagens de consumo de *E. emarginata* por *C. tuberosa* (6 eventos de predação). Além disso, com a falta de correlação entre o diâmetro do furo e o comprimento da presa leva-se a acreditar que, novamente, não existe uma escolha do predador por um tamanho de presa. Entretanto, estudos posteriores

precisam ser realizados.

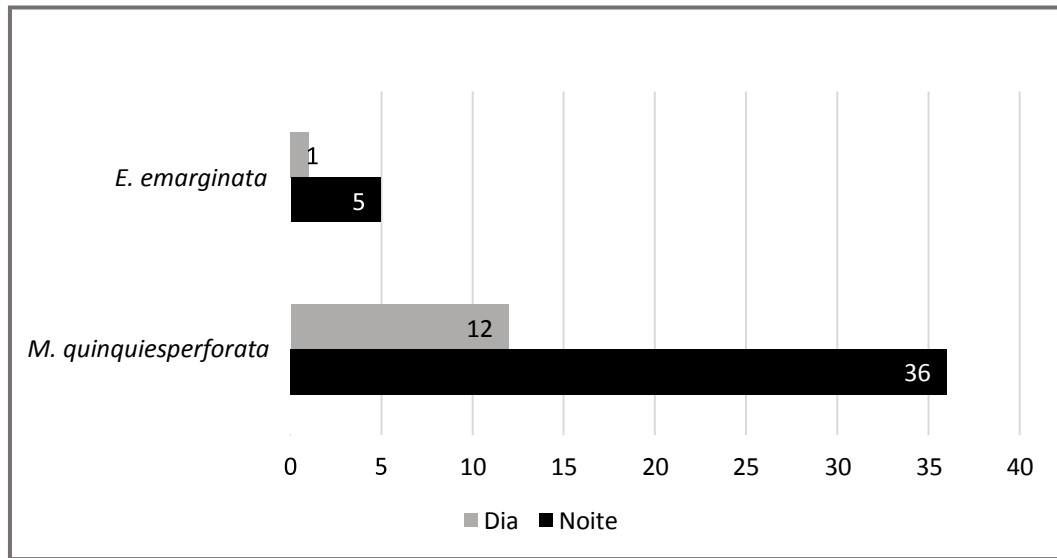


Fig. 10: Quantidade, por espécies, de presas consumidas no momento da avistagem de *Cassia tuberosa*.

3.3 Padrão de predação deixado por *Cassia tuberosa* em suas presas equinoides

Durante o comportamento predatório, a média do diâmetro furo feito em *M. quinquesperforata* e em *E. emarginata* foram bem próximas ($0,31\pm 0,095$; $0,36\pm 0,051$ cm, respectivamente). O posicionamento dos furos realizados pelo gastrópode estão organizados na Tabela 2 abaixo, onde é possível observar que todos os furos foram feitos na superfície oral das bolachas-da-praia, independentemente da espécie que estava sendo consumida. Dessa forma, em *M. quinquesperforata* 83,33% dos furos estavam na região central da bolacha-da-praia e 16,67% na região marginal. Para *E. emarginata*, 100% das evidências de perfuração estavam na região central.

Tabela 2: Distribuição da posição dos furos feitos por *C. tuberosa* em suas presas equinoides por superfície (oral/aboral) e por região (central/marginal).

| | Superfície de perfuração | | Região de perfuração | |
|-----------------------------|--------------------------|--------|----------------------|----------|
| | Oral | Aboral | Central | Marginal |
| <i>M. quinquesperforata</i> | 48 | 0 | 40 | 8 |
| <i>E. emarginata</i> | 6 | 0 | 6 | 0 |

Muito certamente, o padrão de perfuração deixado por *C. tuberosa* em suas presas equinoides no que diz respeito ao seu posicionamento, estaria relacionado

com a forma do predador subjugar sua presa, corroborando com as ideias defendidas por McClintock e Marion (1993) e por Pequeno e Matthews-Cascon (2001), com a morfologia das bolachas-de-praia estudadas. *C. tuberosa* no momento do forrageio cobre sua presa com o seu pé amplo (Figura 9c-e) e, com sua probóscide longa, alcança a parte oral do esqueleto (HUGHES & HUGHES, 1971; McCLINTOCK & MARION, 1993), sendo estratégias importantes para evitar a fuga da presa.

Quanto a preferência entre as regiões a serem perfuradas, a região central, próxima a abertura oral, é a região que, segundo Hendler (1995), concentra os tecidos internos do corpo da presa mais energéticos, como estômago e intestino, por isso a preferência por esse local garantindo o acesso rápido a esses tecidos (McCLINTOCK & MARION, 1993).

Referente aos esqueletos mortos de bolachas-da-praia encontrados na área dos transectos amostrados, foram encontrados 66 esqueletos de *M. quinquesperforata*, dos quais 15,15% deles tinham evidência de predação por Cassidae, e 9 esqueletos de *E. emarginata*, sendo 55,56% deles com evidência de predação, havendo assim, diferenças significativas entre a quantidade de esqueletos com e sem evidência de predação ($p=0,004$), indicando uma possível preferência alimentar de *C. tuberosa* por uma das espécies estudadas. Dentre os 10 esqueletos de *M. quinquesperforata* perfurados, 80% possuíam o furo oral e também 80% possuíam o furo região central da bolacha. Para os esqueletos de *E. emarginata* perfurados, 80% dos furos estavam na superfície oral e 60% na região central do esqueleto.

As evidências de perfuração encontradas nos esqueletos coletados sugerem que Cassidae exerce forte influência sobre a predação de equinoides na área estudada. Como esses padrões de perfuração são facilmente reconhecíveis e de fácil distinção entre evidências e predação e parasitismo (NEBELSICK & KOWALEWSKI, 1999), além de serem atribuídas a gastrópodes desde fósseis do Cretáceo e Terciário (CERANKA & ZLOTNIK, 2003; TYLER, et al., 2018) é consenso atribuir tais padrões como pertencentes a esses animais.

Contudo, não é ideal atribuir tais eventos predatórios a *C. tuberosa* somente, pois, a presença do furo na superfície aboral, não é condizente com o padrão estabelecido para espécie e sim, mais próximo da espécie com comportamento predatório semelhante, *Semicassis granulata* (Born, 1778) (observação pessoal), também da família Cassidae e que tem ecologia e modo de vida próximos dos descritos para *C. tuberosa* (MATTHEWS-CASCON & RABAY, 2003).

3.4 Implicações ecológicas da remoção de *Cassis tuberosa*

Cassis tuberosa é uma das espécies mais exploradas para o comércio de lembranças e artefatos marinhos, principalmente devido a beleza de sua concha e o fácil acesso, não só de pescadores, mas de banhistas, por habitarem também águas rasas (DIAS et al, 2011, 2017).

A exploração de conchas de moluscos abrangem uma grande variedade de propósitos (WELLS, 1981), como por exemplo, fins mágico-religiosos, já que em algumas culturas esses objetos possuem propriedades mágicas, sagradas ou medicinais dependendo da espécie; o fato da coleta na praia ser um passatempo extremamente popular desde os tempos mais antigos até os dias de hoje (DIAS et

al., 2011); comércio ornamental de curiosidades / souvenirs ter se intensificado com o surgimento de compras na internet (GOÖSSLING et al., 2004); o turismo e o mercado de lembranças; aquarismo e alimentação (DIAS et al., 2011). No Brasil, a captura de moluscos para o comércio de curiosidades marinhas é uma atividade comum em cidades litorâneas, sendo essa atividade uma fonte de renda crescente no mercado local (DIAS et al., 2011).

A sua remoção do ambiente para alimentar tais práticas supracitadas implica em impactos ecológicos, visto que a espécie é um predador-chave especialista no consumo de equinodermos, exercendo pressão de predação (HUGHES & HUGHES, 1971). Dessa forma, fica mais do que evidente que a remoção desse predador do seu habitat natural acarreta alterações ecológicas de curto e logo prazo, como explosão de bolachas-da-praia e de ouriços-do-mar, que podem causar bioerosão de recifes de corais (TEWFIK, 2015) e alterações ecológicas em toda cadeia alimentar, já que o molusco é item alimentar constante na dieta de tubarões e raias (DIAS et al., 2017).

Vale ressaltar que, como a área do estudo foi caracterizada pela presença majoritária de indivíduos juvenis, a exploração desses indivíduos representa uma situação ainda mais alarmante, visto que a sua remoção implica, conseqüentemente, além na explosão populacional de sua presa, uma diminuição nas taxas de natalidade de *C. tuberosa*. Além disso, a preservação do seu habitat natural é de extrema importância, uma vez que, o modo de vida e reprodução da espécie é fundamental para o seu estabelecimento no local.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho trouxe informações importantes sobre o modo de vida de *Cassia tuberosa* em ambiente natural, visto que trabalhos dessa natureza ainda são escassos na literatura sobre a espécie. Além disso, tais dados são úteis para um maior entendimento da ecologia envolvendo o gastrópode e para a criação de políticas que visem preservá-lo, daí a relevância do estudo.

Por se tratar de uma população jovem a subadulta, é extremamente importante empregar esforços pela preservação do local estudado, garantindo o sucesso da espécie no ambiente, sendo a área de pesquisa, um ambiente importante para o recrutamento de indivíduos e para novos estudos. Dessa forma, a baixa taxa de capturas e a manutenção do meio, devem contribuir para a manutenção da espécie. Além de controlar a população de presas que, inclusive, é bem abundante, pelo fato de demonstrarem ser predadores ativos, principalmente de *Mellita quinquesperforata*, desenvolvendo estratégias que garantam o seu sucesso no forrageio e maior garantia nutricional, com os furos sendo realizados na superfície oral e região central das espécies equinoides.

Para conservação da espécie, faz-se necessário então um monitoramento de praias arenosas, como Ponta de Lucena, com o objetivo de um maior levantamento de dados relevantes para elaboração de planos de manejo, além de se ter melhor documentado características populacionais e ecológicas do gastrópode.

REFERÊNCIAS

- ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. **Behaviour**, v. 49, n. 3-4, p. 227-266, 1974.
- AMARAL, A. C. Z.; JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadivers**. V. 1, n. 1, p43-50, 2005.
- ARDILA, N. E.; NAVAS, G. R.; REYES, J. O. Libro rojo de los invertebrados marinos de Colombia. 2002.
- BELL, B. M.; FREY, R. W. Observations on ecology and the feeding and burrowing mechanisms of *Mellita quinquesperforata* (Leske). **Journal of Paleontology**, p. 553-560, 1969.
- BERNAL, R. N. et al. Composición, abundancia y distribución de las poblaciones de gasterópodos de importancia comercial en La Guajira, Caribe colombiano. **Revista de Biología Tropical**, 2013.
- CASCON, H. M.; RABAY, S. G. Morfologia de *Phalium (Semicassis) granulatum* (Born, 1778) (Mollusca, Gastropoda, Cassidae). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 36, n. 1-2, p. 57- 61, 2003.
- CERANKA, T.; ZLOTNIK, M. Traces of cassid snails predation upon the echinoids from the Middle Miocene of Poland. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 48, n. 3, 2003.
- CORNMAN, I. Toxic properties of the saliva of Cassis. **Nature**, v. 200, n. 4901, p. 88, 1963.
- DIAS, T.L.P.; ALVES, R.R.N.; LÉO NETO, N.A. **Zooartesanato marinho da Paraíba**. In: ALVES RRN, MEDEIROS WMS, MOURÃO JS. (Org.). A etnozoologia no Brasil: importância, status atual e perspectivas. A etnozoologia no Brasil: importância, status atual e perspectivas. 1ed. NUPEEA, Recife, vol. 4, p. 515-534, 2010.
- DIAS, T. L. P.; NETO, N. A. L.; ALVES, R. R. N. Molluscs in the marine curio and souvenir trade in NE Brazil: species composition and implications for their conservation and management. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, n. 11, p. 2393-2405, 2011.
- DIAS, T. L. P. et al. What do we know about *Cassis tuberosa* (Mollusca: Cassidae), a heavily exploited marine gastropod. **Ethnobiology and Conservation**, v. 6, p. 16, 2017.
- ENGSTROM, N. A. Immigration as a factor in maintaining populations of the sea urchin *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea) in seagrass beds on the southwest coast of Puerto Rico. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 17, n. 1, p. 51-60, 1982.
- GÖSSLING, S. et al. Use of molluscs, fish, and other marine taxa by tourism in

Zanzibar, Tanzania. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, n. 14, p. 2623-2639, 2004.

GRUN, T. B. Recognizing Traces of Snail Predation On The Caribbean Sand Dollar *Leodia Sexiesperforata* snail Predation On *Leodiat*. **Palaios**, v. 32, n. 7, p. 448-461, 2017.

GRUN, T. B.; NEBELSICK, J. H. Shell fouling and behavior of the Caribbean predatory gastropod *Cassis tuberosa*. **American malacological bulletin**, v. 35, n. 1, p. 55-59, 2017.

HENDLER, G. **Sea stars, sea urchins, and allies: echinoderms of Florida and the Caribbean**. Smithsonian Institution Press, Washington, 1995.

HUGHES, R. N.; HUGHES, H.P.I. A study of the gastropod *Cassis tuberosa* (L.) preying upon sea urchins. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 7, n. 3, p. 305-314, 1971.

HUGHES, R. N. HUGHES, H.P.I. Morphological and behavioural aspects of feeding in the Cassidae (Tonnacea, Mesogastropoda). **Malacologia**, v. 20, p. 385-402, 1981.

LEVITAN, D. R.; GENOVESE, S. J. Substratum-dependent predator-prey dynamics: patch reefs as refuges from gastropod predation. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 130, n. 2, p. 111-118, 1989.

MCCLINTOCK, J. B.; MARION, K. R. Predation by the King Helmet (*Cassis tuberosa*) on six-holed sand dollars (*Leodia sexiesperforata*) at San Salvador, Bahamas. **Bulletin of Marine Science**, v. 52, n. 3, p. 1013-1017, 1993.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2014. Portaria MMA No 43 de 31 de Janeiro de 2014. Diário Oficial da União, Brasil, 05 de fevereiro de 2014, Seção 01, p. 53.

MOORE, D. R. et al. Observations of predation on echinoderms by three species of Cassidae. **Nautilus**, v. 69, n. 3, p. 73-76, 1956.

MOTA, E. L. S. et al. Ecologia populacional de *Cassis tuberosa* (Mollusca: Cassidae) em habitats costeiros no Nordeste brasileiro. 2014.

NEBELSICK, J. H.; KOWALEWSKI, M. Drilling predation on recent clypeasteroid echinoids from the Red Sea. **Palaios**, p. 127-144, 1999.

PEQUENO, A. P. L. C.; MATTHEWS-CASCON, H. Predation by young *Cassis tuberosa* Linnaeus, 1758 (Mollusca: Gastropoda) on *Mellita quinquesperforata* (Clarck, 1940) (Echinodermata: Echinoidea), under laboratory conditions. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 34, n. 1-2, p. 83-85, 2001.

RIOS, E. C. **Compendium of Brazilian sea shells**. Editora Evangraf, 2009, 668p.

TEWFIK, A. Losing the shell game: consequences of seascapes without predatory gastropods. Proceedings of the 67th Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Christ Church, Barbados, pp. 331-338, 2015.

TEWFIK, A.; SCHEUER, B. Ecology of the king helmet, *Cassis tuberosa* (L.). **South Caicos. Caribbean Naturalist**, v. 2, p. 1-10, 2013.

TYLER, C. L.; DEXTER, A. T.; PORTELL, R., W.; KOWALEWSKI, M. Predation-facilitated preservation of echinoids in a tropical marine environment. **Palaios**, v. 33, n. 10, p. 478-486, 2018.

WELLS, S. M. International trade in ornamental corals and shells. In: **Proc. 4th Int. Coral Reef Symp., Manila. I.** p. 323-330, 1981.

WOOD, E.; WELLS, S. M. The shell trade: a case for sustainable utilization. **The conservation biology of molluscs. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission**, v. 9, 1995.

AGRADECIMENTOS

Sinceramente, quando eu entrei no curso de biologia, achava que esse dia ia ser bem distante, que ia demorar bastante para acontecer e que escrever os agradecimentos do meu trabalho seria a parte mais fácil. A vida tem me mostrado que nenhuma parte será fácil, mas que tudo o que eu conquistei, em todo esse percurso, foi fruto do meu suor e amor pelo o que faço e, em momento algum, ousei em me arrepender.

Eu tenho muito o que agradecer nessa jornada e a quem agradecer. Apesar de todos os momentos de escuridão, agradeço a Deus pelo dom da vida e por ter me dado forças para continuar e lutar pelos meus sonhos, mesmo diante de todas as dificuldades. A Ele, toda honra e glória por todas as minhas conquistas, dentro e fora da academia.

Agradeço aos meus pais pela base que tenho, por sempre investirem em meus estudos, mesmo que em muitas vezes isso acarretasse um aperto financeiro. A eles também agradeço o meu caráter e a pessoal que sou hoje, pois, muito do que sou, um dia, se espelhou neles. Ao mesmo tempo peço desculpas, não pela minha escolha, mas por saber que de alguma forma fui de encontro aos sonhos que um dia traçaram para mim, mas acho que ter filhos é isso, saber deixar os filhos cometerem os próprios erros (ou acertarem, assim espero), sabendo lidar com as consequências disso. O que eu posso garantir, do fundo do meu coração, é que um dia eu possa provar, por falta de uma palavra melhor, que eu posso ser competente no que quer que seja que eu faça. Acredito que todos os pais querem o sucesso dos seus filhos e, podem apostar, o meu maior sonho é ser bem-sucedida, não ser rica, mas ser bem-sucedida no que faço e eu penso que esse é o caminho. Eu amo a biologia como amo poucas coisas na vida, assim como amo a licenciatura. Não quero ser uma simples professora, mas sim, uma motivadora de sonhos, como um dia meus professores foram para mim.

Apesar de tudo, o agradecimento especial vai para os meus irmãos Janduy e Luan, que são as pessoas que mais amo nessa vida. Eu passei meus anos inteiros querendo ser igual aos meus dois irmãos, porque eles são minhas referências de pessoas boas, de inteligência e até espirituais. Eu digo sempre que meus irmãos são tudo o que tenho, pois, sei que posso contar para o que for preciso.

Agradeço a minha mãe científica, professora Thelma, por tudo, desde a confiança em uma aluna do segundo período para estagiar no seu laboratório, sem ao menos saber nadar bem, até as bolsas que levaram meu nome, as apresentações que tive a oportunidade de representar o LBMar em eventos, as idas a campo, os lanches, almoços, viagens e, acima de tudo, as palavras. Eu aprendi muito com seus ensinamentos e eu espero que no mínimo tenha correspondido as expectativas kkkkk. Queria dizer que todas essas coisas foram fundamentais para me auxiliar a ter forças para concluir o curso, não foi uma jornada fácil. Eu queria dizer também que nunca irei esquecer de todos os gestos bondosos da senhora comigo, principalmente por tudo o que me foi dado, inclusive o livro que era o meu sonho de consumo.

Como não tem como falar de Thelma e não falar de Pop, agradeço demais a ele por todas as vezes que esteve disponível para me ajudar, mesmo cansado e

cheio de coisas para fazer, dirigia até Lucena, por seis meses. Pop, a ti, agradeço acima de tudo, pelas nossas conversas e conselhos que tu me deste, tenha certeza que eu vou levá-los para sempre.

À Ellori, queria primeiramente parabenizar pela paciência comigo kkkkkk, santa paciência, viu?! Continue assim Elloris Maria. Eu agradeço demais pela tua contribuição num momento muito cheio de afazeres na tua vida. Muitas vezes, tu deixavas de tá terminando tua tese para tirar uma dúvida minha, dúvida essa que eu já tinha perguntado umas 300 vezes antes kkkkk, você sempre diz que eu vou longe e eu espero que eu possa ser motivo de orgulho pra ti também. Eu te confesso que você foi uma grande referência para mim no trabalho com o Cassis, porque eu sempre quis que o meu amor por ele fosse visível, assim como acontece com você.

Aos meus amigos de laboratório, Camile, Gustavo, Carol, Juci, Caio, Jéssyka, Kaline, Romilda e Rafa, agradeço pelos momentos bons que passamos juntos e por todas as contribuições, vocês tornaram o LBMar a minha casa! Cami, queria dizer que você foi fundamental nesse finzinho de curso, agradeço demais pela grande ajuda nas coletas, mesmo você estando cansada, estava disposta a me ajudar, agradeço também por nossas conversas e por sempre acreditar em mim, mesmo quando nem eu acredito. Você é uma pessoa iluminada, lembre-se disso.

Faço um agradecimento especial a minha amiga Adara que mesmo de longe, participou de toda minha jornada... Amiga, hoje eu sofro um pouquinho por tu não está presente nesse momento, que por muitas vezes sonhamos juntas, mas eu entendo que é por uma boa causa e se tu tá feliz, eu também estou. Você sempre foi e sempre será a minha maior incentivadora, em tudo o que eu faço e minha consciência externa também kkkkk. Te agradeço por todos os momentos, todos os remédios, lanches, conselhos e puxões de orelha, abraços e por todas as vezes que rimos e choramos juntas. Eu sempre digo isso e eu posso repetir milhões de vezes que as pessoas nunca irão entender o porquê da nossa amizade, mas eu posso garantir que você foi uma das poucas pessoas na vida que esteve comigo de verdade, em todos os momentos e eu agradeço muito a Deus por isso. Pode ter certeza, que cada linha desse trabalho teve um pedacinho teu também! Quando eu crescer e tiver juízo, quero ser igual a tu!

Não posso deixar de agradecer também as meninas que me suportaram todos esses anos, eu sei que eu não sou uma pessoa fácil de se conviver, cheia de manias, dramas e que só gosto das coisas do meu jeito... Anna Vitória, Aryadne, Manuela e Alberdânya, a vocês vai meu muito obrigada, por tudo! Obrigada por me fazer sentir viva.

Por fim, agradeço a instituição como um todo e principalmente aos professores que me auxiliaram nessa jornada! A UEPB se tornou minha casa e como eu a amo... espero um dia poder trazer retorno de tudo o que me foi proporcionado! Além disso, o presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil, que deu um aporte financeiro.

A todos, meu muito obrigada! Boas energias têm me ajudado a seguir!