



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
DEPARTAMENTO DE SISTEMÁTICA E ECOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA)

Tese de Doutorado

**ASPECTOS POPULACIONAIS, HABITAT, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E  
EXPLORAÇÃO DE *Cassia tuberosa* (GASTROPODA: CASSIDAE): IMPLICAÇÕES  
PARA A CONSERVAÇÃO E MANEJO**

Discente: Ellori Laíse Silva Mota

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Thelma Lúcia Pereira Dias

JOÃO PESSOA – PB

Agosto de 2019

ELLORI LAÍSE SILVA MOTA

**ASPECTOS POPULACIONAIS, HABITAT, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E  
EXPLORAÇÃO DE *Cassia tuberosa* (GASTROPODA: CASSIDAE): IMPLICAÇÕES  
PARA A CONSERVAÇÃO E MANEJO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (PPGCB) da Universidade Federal da Paraíba, Campus I, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia).

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Thelma Lúcia Pereira Dias

JOÃO PESSOA – PB

Agosto de 2019

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

M917a Mota, Ellori Laíse Silva.

ASPECTOS POPULACIONAIS, HABITAT, PREFERÊNCIA ALIMENTAR  
E EXPLORAÇÃO DE *Cassia tuberosa* (GASTROPODA: CASSIDAE):  
IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO E MANEJO / Ellori Laíse  
Silva Mota. - João Pessoa, 2019.  
176 f. : il.

Orientação: Thelma Lúcia Pereira Dias.  
Tese (Doutorado) - UFPB/CCEN.

1. Microhabitat. 2. Estoques populacionais. 3.  
Preferência por presa. 4. Taxa de consumo. 5. Cadeia de  
comércio. 6. Conservação. I. Dias, Thelma Lúcia  
Pereira. II. Título.

UFPB/BC

**ELLORI LAÍSE SILVA MOTA**


**ESTRUTURA POPULACIONAL, HABITAT, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E  
EXPLORAÇÃO DE *Cassia tuberosa* (GASTROPODA: CASSIDAE): IMPLICAÇÕES  
PARA A CONSERVAÇÃO E MANEJO**

**Aprovada em: 28 / 08 / 2019**

**BANCA EXAMINADORA**

  
**Profª Drª Thelma Lúcia Pereira Dias (orientadora)**

Universidade Estadual da Paraíba – UEPB  
Departamento de Ciências Biológicas (Campus I)

  
**Prof. Dr. Rômulo Romeu da Nóbrega Alves (Membro interno)**

Universidade Estadual da Paraíba - UEPB  
Departamento de Ciências Biológicas (Campus I)

**Prof. Dr. Luiz Ricardo Lopes de Simone (Membro externo)**

Universidade de São Paulo – USP  
Departamento de Zoologia

  
**Profª Drª Anne Isabelley Gondim (Membro externo)**

Universidade Federal da Paraíba - UFPB  
Departamento de Sistemática e Ecologia (Campus I)

  
**Profª Drª Tacyana Pereira Ribeiro de Oliveira (Membro externo)**

Universidade Estadual da Paraíba – UEPB  
Departamento de Ciências Biológicas (Campus IV)

**Prof. Dr. Martin Lindsey Christoffersen (Membro interno - Suplente)**

Universidade Federal da Paraíba - UFPB  
Departamento de Sistemática e Ecologia (Campus I)

**Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes (Membro externo - Suplente)**

Universidade Estadual da Paraíba - UEPB  
Departamento de Ciências Biológicas (Campus I)

Quem estará nas trincheiras ao teu lado?

- E isso importa?

- Mais do que a própria guerra.

***Ernest Hemingway***

À minha família: meus pais, irmão, vovó (*in memoriam*) e Meh. Sem vocês nada disso teria sido possível. Esse doutorado tem vocês em cada detalhe. Gratidão.

À vocês, dedico.

## AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, pela providência sempre certa, por ter me sustentado fielmente até aqui. Vos amo de todo meu coração, com toda minha força e meu entendimento!

À toda minha família, por todo esforço e por toda doação para me proporcionar condições favoráveis para que eu pudesse realizar todos os meus sonhos. Obrigada por acreditarem em mim e serem sempre os maiores investidores na minha carreira. Obrigada por entenderem minha ausência, pela força e incentivo sempre que o desânimo chegava, e por cuidarem tão bem do meu Eros enquanto eu estive fora. Amo vocês. Gratidão eterna!

Ao meu amor, por ser uma companheira incrível, por todo amor, todo carinho, por me incentivar sempre a nunca desistir dos meus sonhos, por sempre resgatar minha fé e me trazer à racionalidade quando a preocupação excessiva me cegava. Te amo!

Sou grata à minha orientadora Thelma Dias, que tem me acompanhado desde os meus primeiros passos na jornada científica. Obrigada por toda ajuda, conhecimento e experiência compartilhados. Sei que o *Cassis* é uma grande paixão da sua vida, eu só tenho a agradecer a confiança neste trabalho. Muito obrigada!

Agradeço a todos os meus amigos que das mais variadas formas contribuíram para minha sobrevivência ao doutorado. Aos amigos da vida (Carol, Regi, Dreska, Suh, Jéssika, Marcela e Naiane) por serem muitas vezes minha “válvula de escape”, fonte de alegria e força.

Às minhas amigas zoólogas Romilda e Rafa, e ao amigo Danilo, que foram minha família em João Pessoa, com quem aprendi muito sobre parceria, convivência, compreensão, respeito e companheirismo. E a Dona Maria, que por inúmeras vezes cuidou muito bem da nossa alimentação, ainda que exportando comida congelada direto de Queimadas. Gratidão!

À minha princesa Lyara, que ‘tia-madinha’ ama de paixão. Meu amor, obrigada por todo carinho que seu coraçãozinho me deu e que é fonte de força para continuar!

Grata à Jacicleide Macêdo (Bel), melhor parceira de mergulho, por todo apoio durante à etapa de campo nos recifes da Paraíba. À Antônio Felinto (Toninho), Linaldo e Débora, pelo apoio e companhia de mergulho nas etapas dos recifes de Cabedelo-PB e Pirangi-RN. À Heliene, Jéssica e Rafa pelo auxílio e companhia durante as etapas de entrevistas ao longo do litoral da Paraíba. À Antônia e Airon, que gentilmente me concederam estadia durante aplicação de questionários em Lucena-PB. A todos vocês, que tornaram estas etapas de coleta de dados um momento menos solitário e, logisticamente, mais acessível, minha gratidão!

Ao amigo Luis Carlos (Pop) por sempre transmitir tudo que sabe sobre o trabalho no mar (o que não é, nem de longe, pouca coisa), por me ensinar a remar e pelas infinitas conversas e dicas. Valeu Popildo!

Ao meu primo João Pedro, que me ensinou tudo o que sabia sobre aquarismo e me indicou o melhor lugar para aquisição dos equipamentos. Você apareceu na hora certa cara, muito obrigada por tudo!

Agradeço de forma muito especial à Dona Dalci, Sr. Belo, Michele e Daison, que foram fundamentais para a etapa de experimentação realizada no Rio Grande do Norte. Obrigada por me acolherem com tanto carinho, mesmo eu fazendo toda aquela bagunça de equipamentos espalhados, por cuidarem muito bem da minha estadia, alimentação e todo apoio logístico com barco e outras coisas. Coloquei todo mundo pra trabalhar (risos)! Não há palavras suficientes para agradecer!

Gratidão a todos os pescadores participantes desta pesquisa, pelo acolhimento, confiança e boa vontade em contribuir com a conservação marinha. Agradeço em especial a Arlindo (Barra de Mamanguape), Tita (Cabedelo) e Lula (Lucena), que foram verdadeiros facilitadores do desenvolvimento da coleta de dados em suas comunidades. Gratidão meus caros! Seguimos na luta!

Aos colegas de trabalho, pesquisadores do LBMar (Laboratório de Biologia Marinha – UEPB), pelo companheirismo, pelas conversas partilhadas sobre nossas pesquisas, que foram sempre enriquecedoras ao longo de toda minha jornada, gratidão. Durante os últimos quatro anos vi muita gente entrar e sair do laboratório, mas todos deixaram em mim boas recordações. Obrigada pela torcida e saibam que também torço muito por vocês (Bel, Graci, Linaldo, Daiane, Rafa, Romis, Camis, Carol, Débora, e Letícia).

À PADI Foundation pelo apoio financeiro (Grant #21832) fundamental para a realização desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES – pela concessão de bolsa de pesquisa.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) pela concessão da licença (Nº 51636-2) para realização da pesquisa.

Grata à Banca examinadora por aceitar o convite, e desprender tempo e empenho em apreciar este trabalho.

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos”.

**Isaac Newton**



## RESUMO

O gastrópode marinho *Cassis tuberosa* é uma espécie de grande porte que devido às características morfológicas da concha em todas as etapas de vida e ao alcance de até 30 cm de comprimento total da concha, é alvo de captura para suprir o comércio internacional de conchas. A espécie não está na lista da IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). Em avaliações locais como por exemplo no Caribe colombiano, a espécie foi listada no livro vermelho de espécies ameaçadas como vulnerável (VU), e no Brasil a espécie é classificada como quase ameaçada (NT). De maneira geral, os estudos sobre a espécie *C. tuberosa* são limitados a registros e informações pontuais sobre a biologia e ecologia do gastrópode. A espécie é citada basicamente como componente de comunidades bentônicas marinhas e como componente da fauna comercializada. Diante disto, o presente estudo se propôs a estudar aspectos populacionais, do habitat e da alimentação natural de *Cassis tuberosa*, e analisar a pesca e comércio deste gastrópode-alvo do comércio de conchas, além de fornecer recomendações para o manejo da espécie. O capítulo I configura o primeiro esforço para mapeamento e avaliação das populações da espécie em uma faixa litorânea do Nordeste brasileiro. As densidades populacionais do presente estudo figuram entre as maiores já registradas para a espécie ao longo de sua distribuição. Por outro lado, há déficit de indivíduos adultos na população, os quais são os principais alvos do comércio de conchas. A espécie apresenta maior seletividade de substratos não-consolidados, como areia, cascalho e argila, componentes essenciais para o hábito de enterrar-se, que representa o comportamento diurno predominante da espécie. O capítulo II analisou experimentalmente a preferência alimentar do gastrópode, e demonstrou que *C. tuberosa* preferiu a bolacha-da-praia *Mellita quinquiesperforata*, e de maneira geral, apresentou maior seletividade de tamanho pelas presas de maior comprimento. As perfurações foram feitas predominantemente na superfície oral e região peristomial. O predador *C. tuberosa* apresenta maior taxa de atividade entre as primeiras horas da noite, estando estritamente relacionada ao comportamento de forrageio. O capítulo III caracteriza a cadeia de captura e comércio de *C. tuberosa*, e aspectos do conhecimento ecológico tradicional de pescadores sobre a espécie. O gastrópode sofre pressão de captura associada a atividades de pesca relacionadas a outros recursos-alvo como peixes, lagostas e polvos. Ao longo da cadeia de comercialização da espécie, a utilização da concha para fins ornamentais é a mais difundida, e esta demanda é potencializada pela intensidade do turismo na região. Conhecimentos sobre técnicas de captura e tratamento da espécie são transmitidos de forma vertical na comunidade. O conhecimento ecológico local aponta declínio populacional ao longo do tempo e atribui tal declínio ao aumento da captura. O capítulo IV apresenta as primeiras recomendações de ações para manejo de *C. tuberosa* a partir da análise de dados existentes sobre a espécie. Recomenda-se portanto, a proibição total da captura de indivíduos sem distinção de tamanho da concha, considerando a prática de captura e comercialização de indivíduos da espécie como ilegal em todos os seus aspectos; o exercício de uma fiscalização eficaz dos desembarques pesqueiros resultantes principalmente da pesca de outros recursos como peixe, polvo e lagosta, a fim de coibir a prática de exploração indevida do gastrópode; e o desenvolvimento contínuo de pesquisas científicas, bem como mapeamento e monitoramento dos estoques populacionais ao longo de toda distribuição da espécie.

**Palavras-chave:** Microhabitat, estoques populacionais, preferência por presa, taxa de consumo, cadeia de comércio, conservação

## ABSTRACT

The marine gastropod *Cassis tuberosa* is a large species that, due to its shell morphological characteristics in all stages of life and reach up to 30 cm in total shell length, is the target of capture to supply the international shell trade. The species is not on the IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) list. In local assessments such as the Colombian Caribbean, the species has been listed in the Red Book of Threatened Species as Vulnerable (VU), and in Brazil the species is classified as Near Threatened (NT). In general, studies of the species *C. tuberosa* are limited to records and information about biology and ecology of gastropod. The species is cited basically as a component of marine benthic communities and as a component of commercialized fauna. Given this, the present study aimed to study population, habitat and natural aspects of *Cassis tuberosa*, and to analyze the fishing and trade of this target gastropod, as well as to provide recommendations for the species management. Chapter I is the first effort to map and evaluate populations of this species in a coastal line of Northeastern Brazil. The population densities of the present study are among the highest ever recorded for the species throughout its distribution. On the other hand, there is a deficit of adult individuals in the population, which are the main targets of the shell trade. The species presents greater selectivity of soft substrates, such as sand, gravel and clay, essential components for the burying habit, which represents the predominant diurnal behavior of the species. Chapter II analyzed the food preference of the gastropod experimentally, and showed that *C. tuberosa* preferred the sand-dollar *Mellita quinquiesperforata*, and showed size selectivity for the biggest prey. The drilling were predominantly made on the oral surface and peristomial region. The predator *C. tuberosa* has a higher activity rate in the early hours of the night, being strictly related to foraging behavior. Chapter III characterizes the catch and trade chain of *C. tuberosa*, and aspects of fishermen's traditional ecological knowledge of the species. The gastropod suffers capture pressure associated with fishing activities related to other target resources such as fish, lobsters and octopuses. Along the trade chain of the species, the use of the shell for ornamental purposes is the most widespread, and this demand is enhanced by the intensity of tourism in the region. Knowledge about species capture and treatment techniques is transmitted vertically in the community. Local ecological knowledge indicates to population decline over time and attributes such decline to increased capture. Chapter IV presents the first recommendations of actions for management of *C. tuberosa* based on analysis of existing data on the species. Therefore, a total prohibition on the capture of individuals independently of shell size is recommended, considering illegal the practice of capturing and selling of the specimens in all aspects; effective monitoring of fishing landings mainly resulting from fishing for other resources such as fish, octopus and lobster in order to curb the improper exploitation of the gastropod; and the continuous development of scientific research, as well as mapping and monitoring of population stocks throughout the species distribution.

**Keywords:** Microhabitat, population stocks, prey preference, consumption rate, trade chain, conservation

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	13
1.1 A espécie <i>Cassia tuberosa</i> (GASTROPODA, CASSIDAE) .....	13
1.2 Aspectos ecológicos de <i>Cassia tuberosa</i> .....	15
1.3 Ecologia alimentar: aspectos históricos e perspectivas futuras .....	16
1.4 Etnozootologia e conservação da espécie .....	21
2. OBJETIVOS .....	23
2.1. Geral .....	23
2.2. Específicos .....	23
3. PROBLEMAS E HIPÓTESES .....	24
4. ESTRUTURA DA TESE .....	24
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25
CAPÍTULO I - Características do habitat essencial de <i>Cassia tuberosa</i> , um gastrópode marinho de grande porte ameaçado pelo comércio de conchas ornamentais .....	31
CAPÍTULO II – Preferência alimentar e comportamento predatório de <i>Cassia tuberosa</i> (Gastropoda: Cassidae) sobre duas espécies simpátricas de bolachas-da-praia (Echinodermata: Echinoidea) no Atlântico Sul Ocidental .....	62
CAPÍTULO III – Pesca, comércio, e conhecimento ecológico local do gastrópode marinho, <i>Cassia tuberosa</i> – uma espécie alvo do comércio internacional de conchas .....	100
CAPÍTULO IV – Recomendações para o manejo do gastrópode marinho <i>Cassia tuberosa</i> no Brasil .....	125
ANEXOS .....	149

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Vistas lateral, dorsal e ventral da concha de um adulto de <i>Cassia tuberosa</i> .....	14
<b>Figura 2.</b> Comportamento predatório de <i>Cassia tuberosa</i> na natureza: a) indivíduo se aproximando da presa com sifões e tentáculos estendidos, b) indivíduo se alimentando de <i>Lytechinus variegatus</i> , c) adulto com probóscide evertida sobre presa, d) detalhe da probóscide de <i>C. tuberosa</i> removendo espinhos do ouriço, e e) orifício de predação deixado por <i>C. tuberosa</i> na carapaça do ouriço do mar <i>Echinometra lucunter</i> .....	19
<b>Figura 3.</b> Conchas de <i>Cassia tuberosa</i> para venda ornamental e compondo peça utilitária (luminária) .....	22
<b>Figura I - 1.</b> Representação georreferenciada dos recifes costeiros estudados no litoral do Nordeste do Brasil .....	38
<b>Figura I - 2.</b> Gráfico da representatividade dos componentes de substrato analisados na composição do substrato disponível nos ambientes recifais estudados .....	46
<b>Figura I - 3.</b> Análise dos componentes principais ilustrando a distribuição dos comportamentos de <i>Cassia tuberosa</i> em função dos microhabitats utilizados .....	48
<b>Figura I - 4.</b> Indivíduos de <i>Cassia tuberosa</i> utilizando diferentes substratos em relação ao comportamento realizado: (a) Jovem predando ouriço-do-mar ( <i>Lytechinus variegatus</i> ) próximo a rodolitos nos parrachos de Cabedelo. (b) Adulto em repouso sobre algas em Pirambúzios. (c) Adulto parcialmente enterrado em fundo de areia e cascalho nos recifes do Seixas. (d) Adulto em repouso entre algas em Areia Vermelha .....	49
<b>Figura II - 1.</b> Localização geográfica do local de captura dos espécimes (Pontal do Anjo, Macau – RN) e da base experimental de realização da pesquisa .....	69
<b>Figura II - 2.</b> Esquematização das superfícies aboral (esquerda) e oral (direita) das espécies de bolacha-da-praia (a) <i>Mellita quinquiesperforata</i> e (b) <i>Encope emarginata</i> . As superfícies são divididas em regiões específicas em função da anatomia das espécies para análise de seletividade de área de perfuração (seguindo Grun, 2017) .....	72
<b>Figura II - 3.</b> (A) <i>Cassia tuberosa</i> em posição de forrageio com tentáculos e sifão estendidos. (B) Gastrópode manipulando a presa durante alimentação, pé muscular totalmente dilatado envolvendo a presa .....	74
<b>Figura II - 4.</b> Variação de comprimento dos indivíduos consumidos entre as espécies de bolachas-da-praia estudadas .....	77
<b>Figura II - 5.</b> Diâmetro do furo provocado pelo predador entre as espécies de presas consumidas .....	79
<b>Figura II - 6.</b> Histogramas de distribuição do diâmetro do furo sobre as espécies de presas: (A) <i>Mellita quinquiesperforata</i> e (B) <i>Encope emarginata</i> .....	79
<b>Figura II - 7.</b> Correlação de Pearson positiva relacionando ao diâmetro do furo e o comprimento da presa .....	80
<b>Figura II - 8.</b> Ilustração comparando a incidência de perfuração nas áreas das carapaças das presas (A) <i>Mellita quinquiesperforata</i> e (B) <i>Encope emarginata</i> .....	81

<b>Figura II - 9.</b> Presas não consumidas dissecadas. (A) <i>Mellita quinquiesperforata</i> possui arranjo estrutural interno mais simples. (B) <i>Encope emarginata</i> apresenta maior complexidade estrutural interna .....	82
<b>Figura II - 10.</b> Indivíduo de <i>Encope emarginata</i> consumido e posteriormente dissecado. (A) Evidência de predação: furo localizado na região anterior da superfície oral (seta). (B) Depleção do tecido interno localizado imediatamente sob a evidência de predação (círculo) .....	82
<b>Figura II - 11.</b> Representatividade dos comportamentos desenvolvidos por <i>Cassiss tuberosa</i> ao longo do dia sob condições experimentais .....	83
<b>Figura II - 12.</b> Frequência dos comportamentos ativos e inativos do padrão de atividade de <i>Cassiss tuberosa</i> ao longo do ciclo nictemeral .....	84
<b>Figura III - 1.</b> Mapa do litoral do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil, e indicação das comunidades estudadas .....	104
<b>Figura III - 2.</b> Usos da concha de <i>Cassiss tuberosa</i> para fins ornamentais nas casas e estabelecimentos comerciais nas comunidades estudadas. (A) Concha usada como decoração de uma peixaria na comunidade de Jacumã. (B) Produtos de uma loja de artesanatos na comunidade de Pitimbu. (C-E) Conchas de <i>C. tuberosa</i> utilizadas como ornamento para decoração de casas .....	108
<b>Figura III - 3.</b> Cadeia de produção da carne e da concha de <i>Cassiss tuberosa</i> em comunidades estudadas ao longo do Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil .....	109
<b>Figura III - 4.</b> Pescadores desenvolvendo técnica de retirada da carne de um indivíduo de <i>Cassiss tuberosa</i> capturado na Praia de Pitimbu. (A) Pescador arremessando o gastrópode contra a areia da praia. (B) Pescador desprendendo a carne da concha do espécime. (C-D) Criança aplicando a técnica de arremesso para retirada da carne da concha do gastrópode .....	112
<b>Figura IV - 1.</b> Conchas de <i>Cassiss tuberosa</i> em diferentes posições .....	128
<b>Figura IV - 2.</b> <i>Cassiss tuberosa</i> durante a desova: (a) vista geral do indivíduo sobre as algas, (b-c) vista detalhada da deposição, e (d) toda a desova sobre o tufo de algas do gênero <i>Padina</i> .....	129
<b>Figura IV - 3.</b> Comércio de <i>Cassiss tuberosa</i> : (a) espécimes capturados por pescadores para venda da concha, (b-d) luminárias confeccionadas com conchas de <i>C. tuberosa</i> , c-e) conchas avulsas a venda em barracas de praia no litoral da Paraíba .....	136

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Lista das espécies de presas consumidas pelo gastrópode <i>Cassia tuberosa</i> .....	18
<b>Tabela I - 1.</b> Descrição dos componentes de substrato das áreas recifais estudadas .....	41
<b>Tabela I - 2.</b> Descrição dos índices utilizados para calcular proporção, uso e seleção de habitat por <i>Cassia tuberosa</i> em áreas recifais no nordeste do Brasil .....	42
<b>Tabela I - 3.</b> Comprimento da concha (CC) dos espécimes encontrados durante o estudo .....	45
<b>Tabela I - 4.</b> Utilização de habitat e seletividade de componentes do substrato pelo gastrópode <i>Cassia tuberosa</i> .....	46
<b>Tabela II - 1.</b> Descrição do processo experimental utilizado para analisar a preferência alimentar de <i>Cassia tuberosa</i> .....	71
<b>Tabela II - 2.</b> Descrição dos comportamentos observados durante o processo experimental .....	73
<b>Tabela II - 3.</b> Número de presas consumidas durante o experimento (réplicas de cada tratamento foram agrupadas; descrição dos tratamentos estão na Tabela 1). O teste $X^2$ compara as taxas de consumo do predador quando as presas são apresentadas isoladamente (sem escolha) e simultaneamente (com escolha) .....	78
<b>Tabela IV - 4.</b> Lista das espécies de presas consumidas pelo gastrópode <i>Cassia tuberosa</i> ...	132

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

### 1.1 A espécie *Cassis tuberosa* (GASTROPODA, CASSIDAE)

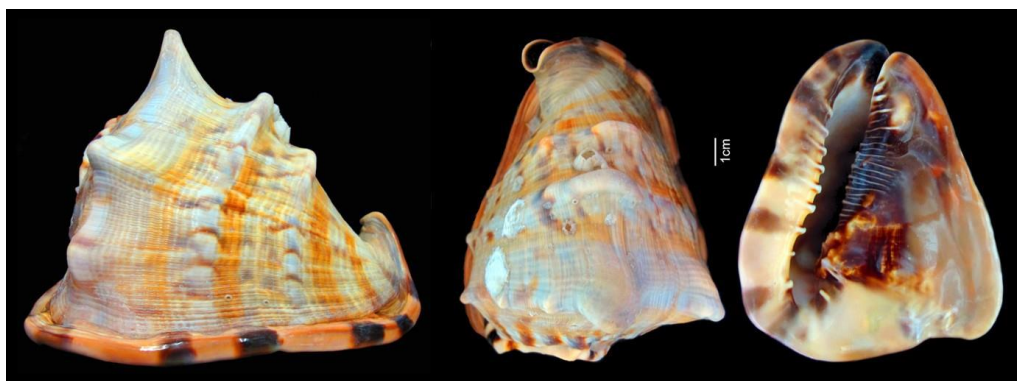
O gastrópode marinho *Cassis tuberosa* pertence à Família Cassidae. As características taxonômicas da família são bem conhecidas e discutidas (IREDALE, 1927; CLENCH, 1944; ABBOTT, 1968; RIEDEL, 1995), porém aspectos ecológicos de maneira geral são ainda pouco compreendidos. Cassidae é uma das três famílias pertencentes à superfamília Tonnoidea (RIEDEL, 1995), que engloba 2 subfamílias (Cassinae e Phaliinae) e atualmente compreende cerca de 10 gêneros e 60 espécies distribuídas principalmente em regiões tropicais (REHDER et al., 2009) podendo algumas espécies alcançar regiões temperadas e águas frias. Para o Atlântico Ocidental são registrados 8 gêneros da família, dos quais 6 ocorrem no litoral brasileiro (MATTHEWS; COELHO, 1972). Para esta costa são registradas 8 espécies, sendo *C. tuberosa* a mais comum (RIOS, 2009). As espécies de *Cassis* parecem ser confinadas a mares quentes sendo distribuídas dentro de uma faixa longitudinal ao longo do continente americano (RIEDEL, 1995).

Representantes da família Cassidae podem ser encontrados ao longo de toda zona costeira do território brasileiro e a distribuição da espécie *Cassis tuberosa* abrangendo a costa do país foi registrada pela primeira vez por Clench (1944). A espécie, que é considerada comum na região do Caribe (ABBOTT, 1968), distribui-se atualmente, da Carolina do Norte até o Brasil (até o sul da Bahia) (RIOS, 2009). O alcance batimétrico dos Cassidae em geral pode chegar a 1.100 metros de profundidade (ABBOTT, 1968). A espécie *Cassis tuberosa* distribui-se em áreas costeiras rasas, em profundidades registradas de até 18 metros (MATTHEWS; COELHO, 1972).

As conchas dos Cassidae atingem tamanhos de médio a grande porte. Dentre as espécies que ocorrem no Brasil, *Cassis tuberosa* apresenta o maior alcance em termos de tamanho da concha, podendo atingir até 30 cm de comprimento total da concha (MATTHEWS; COELHO, 1972; ARDILA; NAVAS; REYES, 2002).

A espécie pode ser reconhecida pela concha de formato subtriangular, grande, sólida e pesada; calo parietal de cor creme, com manchas marrons ou roxas, robusto, em forma de escudo principalmente nos adultos, e prolongando-se à extremidade distal posterior da concha; abertura da concha alongada e estreita, com opérculo córneo, alongado e muito pequeno em relação à abertura; os lábios interno e externo da abertura

são fortemente denteados nas margens; canal sifonal acentuado dirigido ao dorso da concha; face dorsal da concha de coloração creme com machas marrom, em alguns casos, manchas roxas, ornamentada por finas linhas de crescimento cortadas por finas linhas espirais, com nódulos na periferia dorsal da concha, cada vez mais proeminentes na fase adulta (ABBOTT, 1968; MATTHEWS; COELHO 1972) (Fig. 1).



**Figura 1.** Vistas lateral, dorsal e ventral da concha de um adulto de *Cassis tuberosa*. Fotos: Thelma Dias.

Devido às características morfológicas externas, que conferem beleza à concha em todas as etapas da vida e o fácil acesso aos ambientes em que ocorre, *C. tuberosa* é alvo de captura para suprir os mais variados comércios, com destaque para os fins ornamentais e de curiosidades marinhas e suvenires (DIAS; LEO-NETO; ALVES, 2011).

Recentemente, Dias e Mota (2015) registraram pela primeira vez aspectos reprodutivos da espécie em ambiente natural. Sabe-se, portanto, que *Cassis tuberosa* deposita suas cápsulas ovígeras, cerca de 200 cápsulas, sobre um tufo de macroalgas do gênero *Padina*, diferentemente do seu congênere *Cassis madagascariensis* que parece preferir desovar em substratos consolidados (D'ASARO, 1963). De acordo com Riedel (1995), indivíduos do gênero *Cassis* chegam a liberar em torno de 600.000 embriões por desova e todos atingem o estágio zooplantônico. Porém, estimativas sobre taxa de sobrevivência e sucesso de recrutamento são ainda inexistentes.

Outras informações biológicas sobre a espécie, principalmente no que concerne sobre a determinação da maturidade sexual das populações e padrão de crescimento/desenvolvimento do corpo, ainda não foram estudadas, e a ausência deste tipo de conhecimento pode gerar dificuldades no pleno entendimento das necessidades biológicas da espécie e na escolha das melhores medidas promotoras da conservação e manutenção de seus estoques populacionais.



## 1.2 Aspectos ecológicos de *Cassis tuberosa*

De maneira geral, os estudos sobre *Cassis tuberosa* são limitados a registros e informações pontuais sobre a biologia e ecologia do gastrópode. A espécie é citada basicamente como componente de comunidades bentônicas marinhas e como componente da fauna comercializada no mercado de suvenires e ornamentos (CRUZ-ABREGO; TOLEDANO-GRANADOS; FLORES-ANDOLAIS., 1994; DIAS; LEO-NETO; ALVES, 2011; MARTINEZ; MENDES; LEITE, 2012; NIETO-BERNAL et al., 2013). Os esforços mais representativos, com informações mais detalhadas sobre o gastrópode, ecologia populacional e alimentar, têm sido desenvolvidos na região do Mar do Caribe (TEWFIK; SCHEUER, 2013; TEWFIK, 2015; GRUN; NEBELSICK, 2017), onde, inclusive, a espécie se encontra sob proteção legal desde 2002 (ARDILA; NAVAS; REYES, 2002).

Sabe-se, portanto, que *C. tuberosa* é uma espécie normalmente de vida solitária (MOORE, 1956), porém já foram registrados eventos de aglomeração de indivíduos em função de concentrações de exemplares de suas presas (MATTHEWS; COELHO, 1972; MOTA, 2014). No Brasil, a espécie já foi caracterizada como um dos gastrópodes de grande porte mais abundantes na costa Nordeste (MATHEWS; COELHO, 1972). Desde então estudos sobre estoques populacionais da espécie no país são ainda restritos a uma pequena faixa do litoral brasileiro.

De maneira geral, o gastrópode demonstra ser uma espécie com baixas abundâncias e densidades ao longo de sua distribuição (ENGSTROM, 1982; NIETO-BERNAL et al., 2013; TEWFIK; SCHEUER, 2013) o que sugere que suas populações podem facilmente ser ainda mais diminuídas mediante algum evento de mortalidade, como por exemplo aumento da pressão de captura ou a descaracterização de hábitat, que reduz o número de indivíduos e potencial de recuperação da população.

A espécie *Cassis tuberosa* pode apresentar em sua concha organismos incrustantes que, segundo Grun e Nebelsick (2017), refletem a composição de espécies vegetal e animal do ambiente em que o gastrópode ocorre, e sugere que este pode passar longos períodos de tempo exposto, sujeito a recrutamento e refúgio dos organismos. Embora tal característica possa significar um fator positivo para o ambiente, uma vez que conchas de *C. tuberosa* representam substrato disponível para colonização da biodiversidade incrustante, a incrustação pode acarretar efeitos negativos também para o gastrópode,

uma vez que aumenta o tempo de deslocamento/forrageio por atuar como uma carga adicional sobre o corpo do espécime (GRUN; NEBELSICK, 2017). Do ponto de vista da pressão de captura, o espécime que apresentar incrustação em sua concha pode se beneficiar visto que sua concha perde o valor decorativo e assim elimina o risco de captura para fins ornamentais.

Sobre a ecologia do hábitat da espécie, os requerimentos ambientais de *Cassiss tuberosa* tem sido documentado de forma qualitativa ao longo de sua área de ocorrência. Em geral, a espécie ocupa regiões rasas de fundos arenosos e com algas, e ocasionalmente sobre os recifes de 1 a 10 metros de profundidade (RIOS, 2009). De acordo com Riedel (1995) a maioria dos Cassidae parecem preferir substratos não consolidados de áreas costeiras rasas até grandes profundidades, porém sem muitos registros. Acredita-se que o substrato preferido por alguns Cassidae pode ser diretamente correlacionado à sua presa em potencial (RIEDEL, 1995). *Cassiss tuberosa* pode ser encontrada em habitats arenosos, ambientes recifais e bancos de fanerógamas onde alterna os itens da sua dieta em relação ao habitat onde estas se encontram (HUGHES; HUGHES, 1971; ENGSTROM, 1982; MCCLINTOCK; MARION, 1993).

Uma dieta especializada em equinodermos e a presença de glândulas salivares expandidas são características determinantes na classificação filogenética conhecida da família Cassidae (RIEDEL, 1995). Os gêneros *Cassiss* e *Phalium* se alimentam de vários equinodermos sendo especialistas da classe Echinoidea, que inclui os ouriços-do-mar e bolachas-da-praia (SCHROEDER, 1962; FOSTER, 1947; LYMAN, 1937; MOORE, 1956; CORNMAN, 1963).

No contexto da rede alimentar da qual participa, apesar de ser um predador, *Cassiss tuberosa* também pode ser utilizado como presa de uma variedade de invertebrados, como polvos (*Octopus* spp) e caranguejos eremitas (*Petrochirus diogenes* e *Panulirus* spp.) que podem usar o gastrópode para alimentação e sua concha como proteção; e, peixes predadores de topo como raias (*Aetobatus narinari* e *Dasyatis* spp.) e tubarões-lixa (*Ginglymostoma cirratum*), estes sendo capazes de fragmentar a concha do gastrópode durante seu comportamento predatório sobre a espécie (TEWFIK 2015).

### **1.3 Ecologia alimentar: aspectos históricos e perspectivas futuras**

A predação por gastrópodes Cassidae atuais sobre equinoides regulares e irregulares é bem documentada na literatura (MOORE, 1956; CHESHER, 1969; HUGHES;

HUGHES, 1971, 1981; GLADFELTER, 1978; LEVITAN; GENOVESE, 1989; MCCLINTOCK; MARION, 1993; NEBELSICK; KOWALEWSKI, 1999; TYLER et al., 2018). Conforme registrado em estudos anteriores, a espécie *Cassia tuberosa* apresenta uma grande amplitude de dieta (Tabela 1), e o comportamento predatório é um aspecto comumente analisado nos trabalhos já realizados sobre o gastrópode.

Evidências de predação por gastrópodes Cassidae sobre presas equinoides são conhecidas, desde tempos remotos através da análise de registros fósseis (CERANKA; ZLOTNIK, 2003), e de acordo com Taylor (1980, 1998) durante o Cretáceo houve um crescimento na incidência destas evidências de predação sobre equinoides, fato associado ao evento de diversificação de clados de gastrópodes predadores como os Cassidae, durante o mesmo período.

Tal evidência de predação trata-se de uma marca deixada no esqueleto do equinoide durante o comportamento predatório de moluscos Cassidae. Foster (1947), Schroeder (1962) e Hughes e Hughes (1971) descrevem o modo de ataque de *Cassia tuberosa* sobre suas presas: durante a busca pela presa o gastrópode estende o sifão cerca de 2 cm acima da extremidade do canal sifonal e seus tentáculos se tornam bastante visíveis (Fig. 2a). Ao encontrar com a presa, *Cassia tuberosa* estende rapidamente o pé sobre esta e a envolve buscando evitar que a presa escape (Fig. 2b). O gastrópode então everte sua probóscide removendo alguns espinhos da carapaça da presa (Fig. 2c-d) e imobilizando-a através de um fluido salivar ácido (com princípio ativo próprio de uma neurotoxina que inativa receptores sensoriais ou seus nervos aferentes). *C. tuberosa* usa sua rádula especializada para perfurar a carapaça de sua presa, deixando como evidência de predação uma marca circular, própria dos Cassidae (Fig. 2e). O ácido sulfúrico presente na saliva de *C. tuberosa* ao reagir com o carbonato de cálcio da carapaça da presa, resulta em uma marca escura ao redor da perfuração feita pelo gastrópode. A duração do comportamento predatório da espécie, compreendendo todo processo de busca, captura, manuseio e ingestão, pode variar de 1 a 3 horas.

Os aparatos morfológicos e comportamentais utilizados pelo gastrópode o classificam como organismos ‘Perseguidores’ (‘Pursuers’), que de acordo com Hughes (1980) à luz das premissas de McArthur (1972), são predadores caçadores que investem considerável quantidade de tempo perseguindo ou manipulando a presa que geralmente são consideradas presas difíceis de serem consumidas, por apresentarem mecanismos de defesa ou de fuga bem qualificados. Sendo assim, organismos perseguidores, tais como o

gastrópode *Cassia tuberosa*, são animais com dieta limitada, ou com baixa amplitude, caracterizando organismos especialistas.

**Tabela 1.** Revisão de espécies presas consumidas pelo gastrópode *Cassia tuberosa*.

<b>Presa Echinoidea</b>	<b>Referência</b>
Regular	
Diademataidae	
<i>Diadema antillarum</i> Philippi, 1845	Schroeder, 1962 ; Hughes e Hughes, 1981
Echinometridae	
<i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)	Hughes e Hughes, 1971
Toxopneustidae	
<i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)	Pequeno e Matthews-Cascon, 2010
<i>Tripneustes ventricosus</i> (Lamarck, 1816)	Hughes e Hughes, 1971
Arbaciidae	
<i>Arbacia</i> sp. Gray, 1835	Work, 1969
Irregular	
Clypeasteridae	
<i>Clypeaster rosaceus</i> (Linnaeus, 1758)	Foster, 1947
<i>Clypeaster subdepressus</i> (Gray, 1925)	Work, 1969
Mellitidae	
<i>Leodia sexiesperforata</i> (Leske, 1778)	McClintock e Marion, 1993
<i>Mellita quinquiesperforata</i> (Leske, 1778)	Pequeno e Matthews-Cascon, 2001
Cassidulidae	
<i>Cassidulus caribaeorum</i> Lamarck, 1801	Gladfelter, 1978
Brissidae	
<i>Meoma ventricosa</i> (Lamarck, 1816)	Work, 1969; Gerace e Lindsay, 1992
<i>Plagiobrissus grandis</i> (Gmelin, 1791)	
Echinoneidae	
<i>Echinoneus</i> sp. Leske, 1778	Work, 1969
Schizasteridae	
<i>Moiria</i> sp. A. Agassiz, 1872	Work, 1969



**Figura 2.** Comportamento predatório de *Cassid tuberosa* na natureza: a) indivíduo se aproximando da presa com sífões e tentáculos estendidos, b) indivíduo se alimentando de *Lytechinus variegatus*, c) adulto com probóscide evertida sobre presa, d) detalhe da probóscide de *C. tuberosa* removendo espinhos do ouriço, e e) orifício de predação deixado por *C. tuberosa* na carapaça do ouriço do mar *Echinometra lucunter*. Fotos: Thelma Dias.

Categorizar os organismos quanto ao seu comportamento alimentar é importante para entender como funciona, de maneira geral, os fluxos energéticos de rede alimentares nos mais diversos ecossistemas, e principalmente, como os organismos podem desenvolver a busca e a seletividade alimentar nas mais variadas circunstâncias ecológicas (HUGHES, 1980). Nessa perspectiva, a Teoria do Forrageamento Ótimo considera a preferência alimentar dos organismos um dos aspectos essenciais a serem estudados a fim de elucidar questões sobre a gestão de recursos naturais pelas espécies (HUGHES, 1980). Estudos de preferência alimentar de espécies são importantes para que aspectos como regulação e relações entre populações de espécies sejam entendidos (RAPPORT; TURNER, 1970), bem como as relações tróficas base de todos os ecossistemas (PETERSON; RENAUD, 1989).

Aspectos sobre preferência alimentar de *Cassid tuberosa* foram considerados por Hughes e Hughes (1971). Em estudo experimental, os autores apresentaram várias espécies de presas equinoides – regulares e irregulares – a indivíduos de *C. tuberosa*, porém o gastrópode chegou a consumir apenas duas espécies de ouriços-do-mar (*Echinometra lucunter* e *Tripneustes ventricosus*). Entre as duas espécies de presas, *E. lucunter* foi mais frequentemente consumida do que *T. ventricosus*. Tais resultados

configuram a única discussão sobre a preferência alimentar deste gastrópode predador, e caracteriza-se pelo teor descritivo e pontual deste aspecto da ecologia alimentar da espécie.

Sabe-se que *Cassis tuberosa* desenvolve, em um ambiente de praia arenosa nas Bahamas, uma alta pressão de predação sobre a espécie de bolacha-da-praia *Leodia sexiesperforata* (MCCLINTOCK; MARION, 1993). Outras evidências de que a predação exercida pelo gastrópode é um fator significativo no controle populacional de suas presas, foi mostrada através de estudos de densidade de *C. tuberosa* e do ouriço *Lytechinus variegatus* por Engstrom (1982) que inferiu que a mortalidade do ouriço em bancos da fanerógama *Thalassia testudinum* foi fortemente influenciada pelo comportamento predatório do molusco. Gladfelter (1978) também indica *C. tuberosa* como o principal agente de mortalidade do ouriço *Cassidulus caribaeorum* na Baía de Loblolly, Ilhas Virgens.

A partir de estudos sobre a ecologia alimentar de *Cassis tuberosa*, a fim de testar qual a real influência do gastrópode no controle populacional de suas presas, será possível analisar projeções de cenários ambientais de disponibilidade de recursos que possam nortear o entendimento de aspectos da ecologia alimentar, e os impactos sobre tal função ecológica na cadeia alimentar da qual participa, numa perspectiva de alterações de densidades populacionais impulsionadas pela frequente remoção de seus estoques do ambiente.

Para determinar se espécies exibem preferência alimentar por um tipo de presa em particular, muitos ecólogos tem utilizado comumente experimentos de preferência alimentar, que permitem o isolamento do comportamento de escolha (UNDERWOOD; CHAPMAN; CROWE, 2004; TAPLIN, 2007; STALLINGS, 2010). Os desenhos experimentais e análises estatísticas para investigar tal aspecto tem recebido muitas contribuições na literatura (RAPPORT; TURNER 1970; CHESSON, 1983; PETERSON; RENAUD, 1989; UNDERWOOD; CHAPMAN, CROWE, 2004; UNDERWOOD; CLARKE, 2005; MANLY, 2006; UNDERWOOD; CLARKE, 2006; JAKCSON; UNDERWOOD 2007; TAPLIN, 2007).

O desenho experimental proposto por Underwood e Clarke (2005), o mais difundido modelo, consiste em uma investigação da preferência alimentar com base em dois estágios experimentais. No primeiro estágio, são ofertadas aos predadores individualmente cada tipo de presa separadamente. No segundo estágio, são ofertados todos os tipos de presas simultaneamente. Os números de presas de cada tipo consumidas

no estágios 1 e 2 são comparados para determinar se o predador exibe preferências alimentar por algum dos tipos de presas ofertados.

Se o predador não demonstra preferências alimentar, este consumirá presas na mesma proporção em ambos os estágios. A preferência portanto, será exibida por um excesso de consumo de uma das espécies de presas e uma redução de consumo de outra espécie ao comparar os estágios experimentais quando a escolha não é possível (estágio 1) com, quando a escolha é possível (estágio 2) (UNDERWOOD; CHAPMAN, CROWE, 2004).

#### **1.4 Etnozootologia e conservação de *Cassis tuberosa***

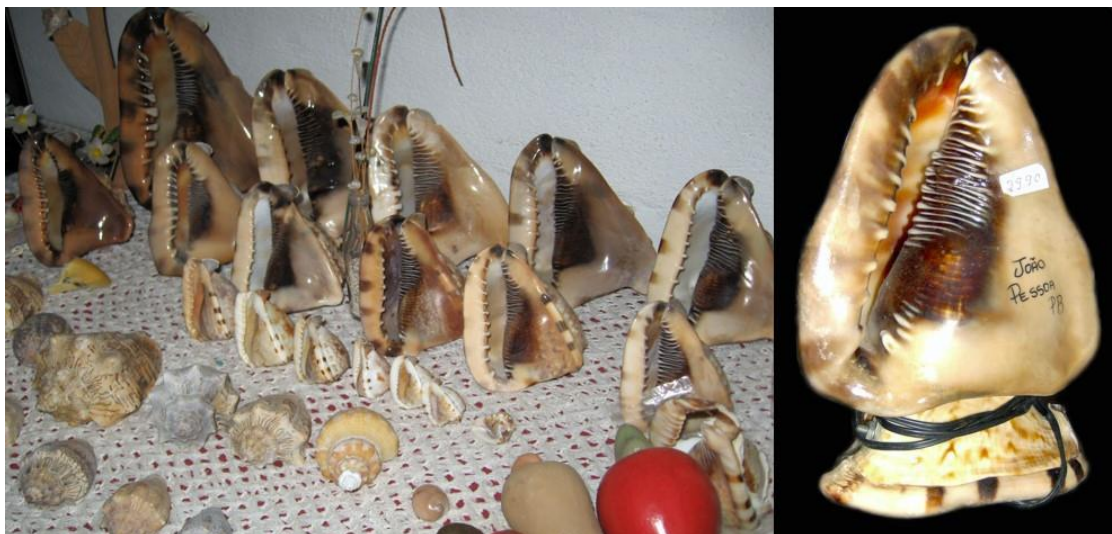
Os estudos etnozootológicos são desenvolvidos com intuito de contribuir com o entendimento científico das relações homem-animal que se configuram desde tempos remotos (ALVES, 2012; ALVES; SOUTO, 2015). Civilizações antigas já utilizavam animais silvestres para as mais diversas finalidades, o que pode ser comprovado através de registros fósseis e de pinturas em cavernas (ALVES, 2010).

Dentre as atividades de obtenção de recursos marinhos, coletar moluscos é uma prática anterior à captura de pescado realizada pelos homens primitivos, fato observado através de registros de restos de cerâmica, cascas de ostras e mexilhões encontrados em evidência de civilizações humanas do período anterior ao Neolítico (DIEGUES, 1983).

Espécies de gastrópodes marinhos de grande porte, despontam no comércio ornamental de conchas, e devido ao seu valor estético, as conchas desses gastrópodes são os principais alvos e têm movimentado um comércio internacional ainda pouco documentado, e, sobretudo, pouco quantificado (WOOD; WELLS, 1995). Entre as espécies mais procuradas para comercialização, estão espécies pertencentes aos gêneros *Strombus* (Strombidae), *Cypraea* (Cypraeidae) e *Cassis* (Cassidae).

Para o gastrópode *Cassis tuberosa*, a principal ameaça sofrida é a exploração da espécie para utilização da concha como recurso para o comércio decorativo (ARDILA; NAVAS; REYES, 2002; GASPARINI et al., 2005; DIAS; LEO-NETO; ALVES, 2011; NIETO-BERNAL et al., 2013). A concha é encontrada em muitas feiras de artesanato e souvenirs localizadas principalmente em regiões turísticas litorâneas, e pode ser vendida apenas a concha ou esta pode compor peças de artesanato juntamente com outras espécies de gastrópode de grande porte também exploradas para tal finalidade (DIAS; LEO-NETO; ALVES, 2011) (Fig. 3).





**Figura 3.** Conchas de *Cassis tuberosa* para venda ornamental e compondo peça utilitária (luminária). Fotos: Luis Carlos.

Além deste tipo de uso, McKenzie e Stehlik (2001) revelaram que povos antigos usavam a concha de *Cassis tuberosa* como instrumento musical e para comunicação; os autores registraram também a utilização de pedaços da concha como colheres. De acordo com Abbott (1968), durante muitos séculos, conchas do gastrópode eram utilizadas como matéria prima de esculturas de valor chamadas de ‘Camafeus’. A concha de indivíduos adultos de *C. tuberosa*, de acordo com Díaz e Puyana (1994), era comercializada em feiras de artesanato destinadas a turistas na região do Caribe Colombiano, sendo vendidas como pesos de portas (“atranca puertas”).

A carne de gastrópodes marinhos de grande porte é consumida e apreciada em muitos lugares do mundo (ABBOTT, 1968; CROSS, 1967). Ardila, Navas e Reyes (2002) apontam o consumo de *C. tuberosa* por pescadores locais da Colômbia.

O estado de conservação de *Cassis tuberosa* não é totalmente conhecido ao longo de toda sua ocorrência atual. A espécie não está na lista da IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). Em avaliações locais como por exemplo no Caribe colombiano, a espécie foi listada no livro vermelho de espécies ameaçadas como vulnerável (VU) (ARDILA; NAVAS; REYES, 2002). Em outros países de sua ocorrência, como o Brasil, os estudos sobre o nível de exploração e os estoques populacionais desta espécie são praticamente inexistentes. O órgão ambiental brasileiro, responsável por avaliar os estados de conservação da fauna de todo o país (ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), em sua publicação mais



recente (2018), considerou o gastrópode marinho *C. tuberosa* uma espécie ‘Quase ameaçada’ (NT = Near Threatened), a avaliação foi concluída em 2012.

Fundamental para manter atualizado os estados de conservação das espécies é a realização de estudos de mapeamento e avaliação de estoques populacionais, identificação das necessidades da espécie como preferência por habitat (Essential Habitat), ecologia alimentar (preferência alimentar e consumo/gestão de recursos alimentares) e caracterização da captura, comércio e tipos de uso das espécies.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Geral

Estudar aspectos populacionais, do habitat e da alimentação natural de *Cassia tuberosa*, e analisar a pesca e comércio deste gastrópode-alvo do comércio internacional de conchas visando fundamentar a criação de políticas de manejo para a espécie e seus habitats essenciais.

### 2.2. Específicos

- Caracterizar as populações de *Cassia tuberosa* quanto a estrutura de tamanho dos indivíduos, densidade e uso do habitat, em áreas recifais na costa nordeste do Brasil;
- Caracterizar o habitat essencial requerido pelo gastrópode em ambiente recifal relacionando a composição de microhabitat da espécie com a disponibilidade dos componentes de substrato dos ambientes estudados;
- Verificar, a partir de estudo experimental, se *C. tuberosa* possui preferência alimentar por uma das duas espécies simpátricas de bolacha-da-praia (*Mellita quinquiesperforata* e *Encope emarginata*) que habitam praias arenosas onde *Cassia* é abundante;
- Descrever o comportamento predatório de *C. tuberosa* sobre bolachas-da-praia, como por exemplo taxa de consumo, duração do comportamento e padrão de perfuração nas presas;
- Caracterizar as atividades de captura e comércio do gastrópode *C. tuberosa* junto a comunidades de pescadores em áreas selecionadas no nordeste brasileiro;

- Elaborar uma proposta preliminar de plano de gestão para *C. tuberosa* nas áreas estudadas.

### 3. PROBLEMAS E HIPÓTESES

**Pergunta 1:** O que constitui um habitat essencial para a espécie *Cassia tuberosa* em ambiente recifal?

*H1:* *Cassia tuberosa* apresenta as maiores taxas de seleção sobre os componentes estruturais areia e macroalgas, sendo estes os componentes de substrato essenciais na composição de seu microhabitat.

**Pergunta 2:** O gastrópode predador *Cassia tuberosa* exerce preferência alimentar sobre alguma das espécies de bolachas-da-praia analisadas?

*H1:* O gastrópode exerce preferência alimentar sobre uma das espécies de presas, sendo a espécie preferida aquela que apresenta as maiores vantagens em função da premissa de maximização de energia.

**Pergunta 3:** Qual a principal finalidade para qual se captura a espécie *Cassia tuberosa* da natureza?

*H1:* O tipo de uso mais frequentemente registrado é o decorativo/ornamental, sendo este tipo de uso motivado principalmente pela ornamentação natural da concha do gastrópode.

### 4. ESTRUTURA DA TESE

A tese está organizada em **4 capítulos**. Particularmente, cada capítulo busca reunir informações específicas sobre a espécie *Cassia tuberosa* que preencham lacunas no conhecimento geral da espécie e que contribuam efetivamente para sugestão de medidas de conservação e atualização de seu estado de conservação.

O **capítulo 1** visa analisar aspectos populacionais de *Cassia tuberosa* em áreas recifais dos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte na costa nordeste do Brasil, complementando os estudos realizados por Mota (2014) em Pernambuco (área recifal) e Rio Grande do Norte (praia arenosa), atualizando o mapa de ocorrência da espécie no

país, além de ampliar conhecimentos dos aspectos ecológicos do gastrópode, como hábitat essencial e comportamentos desenvolvidos.

O **capítulo 2** visa caracterizar a pesca e comércio de *C. tuberosa*, além de obter informações acerca do conhecimento ecológico local de pescadores em áreas com registro conhecido da ocorrência e captura/comercialização do gastrópode no nordeste brasileiro.

O **capítulo 3** busca testar experimentalmente se *Cassia tuberosa* exerce preferência alimentar em função de três espécies de bolachas-da-praia que fazem parte de sua dieta natural em praias arenosas e ainda, verificar se a possível preferência por determinada espécie é dependente da densidade da presa.

Por fim, o **capítulo 4** fornecerá uma proposta inicial de plano de manejo para a espécie, com base em todos os estudos já realizados com o gastrópode, e nos resultados obtidos e apresentados neste documento.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, R. T. Helmet shells of the world (Cassidae): part 1. In: ABBOTT, R.T. (Ed.) **Indo-Pacif. Mollusca**. The department of Mollusks - Academy of Natural Sciences of Philadelphia, v. 2, 1968, p. 7-201

ALVES, R. R. N. Relationships between fauna and people and the role of ethnozoology in animal conservation. **Ethnobiology and Conservation**, v. 1, p. 1-69, 2012.

ALVES, R. R. N.; SOUTO, W. M. S.; MOURÃO, J. S. **A Etnozoologia no Brasil: Importância, Status atual e Perspectivas**. 1 ed. NUPEEA, Recife, PE, Brazil, 2010

ARDILA, N.; NAVAS, G. R.; REYES, J. **Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia**. INVEMAR. Ministerio de Medio Ambiente. La serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia, Bogotá, Colombia, 2002.

CERANKA, T.; ZŁOTNIK, M. Traces of cassid snails predation upon the echinoids from the Middle Miocene of Poland. **Acta Palaeontologica. Polonica**, v. 48, n. 3, p. 491–496, 2003.

- CHESHER, R. H. Contributions to the biology of *Meoma ventricosa* (Echinoidea: Spatangoida). **Bulletin of Marine Science**, v. 19, n. 1, p. 72-110, 1969.
- CHESSON, J. The estimation and analysis of preference and its relationship to foraging models. **Ecology**, v. 64, p. 1297–1304, 1983.
- CLENCH, W. J. The genera *Casmaria*, *Galeodea*, *Phalium*, and *Cassis* in the western Atlantic. **Johnsonia**, v. 16, p. 1–16, 1944.
- CORNMAN, I. Toxic properties of the saliva of *Cassis*. **Nature**, v. 200, p. 88-89, 1963.
- CROSS, E. R. Helmet Shell Chowder. **Hawaiian Shell News**, v. 15, n 5, p. 7, May 1967.
- CRUZ-ABREGO, F. M.; TOLEDANO-GRANADOS, A.; FLORES-ANDOLAIS, F. Ecología comunitaria de los gasterópodos marinos (Mollusca: Gastropoda) en Isla Contoy, México. **Revista de Biología Tropical**, v. 42, n. 3, p. 547-554, 1994.
- D'ASARO, C. N. The spawn of the emperor helmet shell, *Cassis madagascariensis* Lamarck, from South Florida. **Bulletin of Marine Science**, v. 19, p. 905-910, 1963.
- DIAS, T. L. P.; MOTA, E. L. S. First record of *Cassis tuberosa* spawning in the wild (north-east Brazil). **Marine Biodiversity Records**, v. 8, p. 1-3, 2015.
- 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 Conservation**, v. 20, p. 2393-2405, 2011.
- DÍAZ, J. M.; PUYANA, H. M. **Moluscos del Caribe Colombiano**. Un catálogo ilustrado. Colciencias - Fundación Natura-INVEMAR, 1994.
- DIEGUES, A. C. **Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar**. São Paulo: Ática, 1983.
- 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, p. 51-60, 1982.
- FOSTER, R. W. *Cassis tuberosa* L. feeding on an echinoid (*Clypeaster rosaceus* L.). **The Nautilus**, v. 61, p. 35–36, 1947.

GASPARINI, J. L. et al. Marine ornamental trade in Brazil. **Biodiversity Conservation**, v. 14, p. 2883-2899, 2005.

GLADFELTER, W. B. General ecology of the Cassiduloid Urchin *Cassidulus caribbearum*. **Marine Biology**, v. 47, p. 149-160, 1978.

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. 55-58, 2017.

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, p. 305–314, 1971.

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

HUGHES, R.N. Optimal foraging theory in the marine context. **Oceanography and Marine Biology: An Annual review**, v. 18, p. 423-481, 1980.

ICMBio – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I** (1ed). Brasília, DF: ICMBio/MMA, 492 p., 2018.

IREDALE, T. A review of Australian helmet shells (family Cassididae - phylum Mollusca). **Records of the Australian Museum**, v. 15, n. 5, p. 321–354, 1927.

JACKSON, A. C.; UNDERWOOD, A. J. Application of new techniques for the accurate analysis of choice of prey. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 341, p. 1–9, 2007.

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, p. 111-118, 1989.

LYMAN, F. B. Food of *Cassis madagascariensis*. **The Nautilus**, v. 51, 1937.

MACARTHUR, R. H. **Geographical ecology: patterns in the distribution of species**. Harper & Row, 269 p. New York, 1972.

- MANLY, B.F.J. On a proposed method for analysing experiments on food choice. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 335, p. 154–155, 2006.
- MARTINEZ, A. S.; MENDES, L. F.; LEITE, T. S. Spatial distribution of epibenthic molluscs on a sandstone reef in the Northeast of Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 2, p. 287-298, 2012.
- MATTHEWS, H. R.; COELHO, A. C. S. Superfamília Tonnaceae do Brasil. IV – Família Cassidae (Mollusca, Gastropoda). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 12, n. 1, p. 1-16, 1972.
- MCCLINTOCK, J. B.; MARION, K. R. Predation by the King Helmet (*Cassia tuberosa*) on six-holed sand dollars (*Leodia sexiesperforata*) at San Salvador, Bahamas. **Bulletin of Marine Sciences**, v. 52, p. 1013–1017, 1993.
- MCKENZIE, C. L.; STEHLIK, L. L. Las pesquerías de moluscos en la costa caribenha de Honduras y Nicaragua. **Revista de Investigación Marina**, v. 22, n. 2, p. 133-141, 2001.
- MOORE, D. R. Observations of predation on echinoderms by three species of Cassidae. **The Nautilus**, v. 61, p. 73–76, 1956.
- MOTA, E. L. S. Ecologia populacional de *Cassia tuberosa* (Mollusca: Cassidae) em habitats costeiros do Nordeste brasileiro. 2014. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.
- NEBELSICK, J. H.; KOWALEWSKI, M. Drilling predation on recent clypeasteroid echinoids from the Red Sea. **Palaos**, v. 14, p. 127-144, 1999.
- NIETO-BERNAL, R. et al. Composición, abundancia y distribución de las poblaciones de gasterópodos de importancia comercial em La Guajira, Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical*, v. 61, n. 2, p. 683-700, 2013.
- PEQUENO, A. P. L. C.; MATTHEWS-CASCON, H. Predation by young *Cassia tuberosa* Linnaeus, 1758 (Mollusca: Gastropoda) on *Mellita quinquiesperforata* (Clarck, 1940) (Echinodermata: Echinoidea), under laboratory conditions. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 34, p. 83-85, 2001.

PETERSON, C. H.; RENAUD, P. E. Analysis of feeding preference experiments. **Oecologia**, v. 80, p. 82-86, 1989.

RAPPORT, D. J.; TURNER, J. E. Determination of predator food preferences. **Journal of Theoretical Biology**, v. 26, p. 365-372, 1970.

REHDER, H. A. **The Audubon Society Field Guide to North American Seashells**. Knopf, New York, 2009, 894 p.

RIEDEL F. An outline of Cassoidean phylogeny (Mollusca, Gastropoda). **Contributions to Tertiary and Quaternary Geology**, v. 32, n. 4, p. 97–132, 1995.

RIOS, E. C. **Compendium of Brazilian Sea Shells**. Rio Grande: FURG, 2009, 668 p.

SCHROEDER, R. E. Urchin killer. **Sea Frontiers**, v. 8, p. 156–160, 1962.

STALLINGS, C. D. Experimental test of preference by a predatory fish for prey at different densities. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 389, p. 1 – 5, 2010.

TAPLIN, R. H. Experimental design and analysis to investigate predator preferences for prey. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 344, p. 116 – 122, 2007.

TAYLOR, J. D. Understanding biodiversity: adaptive radiations of predatory marine gastropods. In: MORTON, B. **The Marine Biology of the South China Sea**. British Museum (Natural History) and Cambridge University Press. 1998, p. 229-240.

TAYLOR, J. D.; CLEEVELY, R. J.; TAYLOR, C. N. Food specialization and the evolution of predatory prosobranch gastropods. **Paleontology**, v. 23, p. 375-409, 1980.

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

TEWFIK, A. Losing the Shell Game: Consequences of Seascapes without Predatory Gastropods. **Proceedings of the 67th Gulf and Caribbean Fisheries Institute**, p. 331-338, 2015.

TEWFIK, A.; SCHEUER, B. Ecology of the King Helmet, *Cassis tuberosa* (L.), in South Caicos. **Caribbean Naturalist**, v. 2, p. 1–10, 2013.

UNDERWOOD, A. J.; CHAPMAN, M. G.; CROWE, T. P. Identifying and understanding ecological preferences for habitat or prey. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 300, p. 161 – 187, 2004.

UNDERWOOD, A.J.; CLARKE, K.R. Solving some statistical problems in analyses of experiments on choices of food and on associations with habitat. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 318, p. 227–237, 2005.

UNDERWOOD, A. J.; CLARKE, K. R. Response on a proposed method for analysing experiments on food choice. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 335, p. 151–153, 2006.

WOOD, E.; WELLS, S. The shell trade: a case for sustainable utilization. p. 41-52. In: KAY, E. A. (Ed) **The Conservation Biology of Molluscs**. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission 9. IUCN, Cambridge, 1995.



## CAPÍTULO 1

---

Manuscrito a ser submetido ao periódico Aquatic Conservation: Marine and Freshwater  
Ecosystems

### **Características do habitat essencial de *Cassis tuberosa*, um gastrópode marinho de grande porte ameaçado pelo comércio de conchas ornamentais**

Ellori Laíse Silva Mota<sup>1\*</sup>, Thelma Lúcia Pereira Dias<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), CCEN, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 58059-970, Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, CCBS, Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Bairro Universitário, Campina Grande, PB, 58429-500, Brasil

\*Corresponding author: [ellorilsmota@gmail.com](mailto:ellorilsmota@gmail.com)

## Resumo

1. A partir do conceito de ‘Essential Fish Habitat’ que propõe que o habitat utilizado por espécies, especialmente as de interesse econômico, seja avaliado a fim de promover ações de manejo, foram estudadas populações do gastrópode marinho *Cassis tuberosa* associadas a quatro recifes costeiros no Nordeste do Brasil. A espécie é alvo do comércio internacional de conchas e há décadas foi considerada uma das mais abundantes no litoral brasileiro, no entanto, avaliações recentes sobre os estoques populacionais do gastrópode são escassas.
2. Os dados populacionais e do habitat de *C. tuberosa* foram obtidos através de observações subaquáticas ao longo de transectos em quatro áreas recifais no Nordeste brasileiro, totalizando 24.000 m<sup>2</sup> de área amostrada. O habitat essencial foi calculado a partir de índices de proporção, uso e seletividade de habitat. Este configura o primeiro esforço para mapeamento e avaliação das populações da espécie nesta faixa litorânea.
3. As densidades populacionais do presente estudo figuram entre as maiores já registradas para a espécie ao longo de sua área de distribuição. Por outro lado, há déficit de indivíduos adultos na população, os quais são os principais alvos do comércio de conchas. A espécie apresenta maior seletividade por substratos não-consolidados, como areia, cascalho e argila, componentes essenciais para o hábito de enterrar-se, que representa o comportamento diurno predominante da espécie.
4. Uma vez que *Cassis tuberosa* é uma espécie alvo de exploração, estes resultados auxiliam na elaboração de medidas de proteção do gastrópode considerando as condições de habitat necessárias para manutenção de suas populações viáveis.

## PALAVRAS-CHAVE

Mapeamento de habitat, substratos arenosos, cobertura recifal, estrutura populacional, recifes costeiros, Cassidae, Nordeste do Brasil

## 1. INTRODUÇÃO

O conceito de ‘Essential Fish Habitat’ (EFH), criado em 1996, propõe que o habitat utilizado por espécies, especialmente as de interesse econômico, seja avaliado a fim de promover ações de manejo destes organismos (Hartwell, 1998), partindo do pressuposto de que a comunidade biológica atua como integrador da qualidade do habitat. De maneira geral, entende-se por EFH, o habitat com qualidade e características disponíveis que permitam a uma determinada espécie desenvolver satisfatoriamente sua função ecológica ao longo de todo o ciclo vital até a maturidade (Hartwell, 1998).

De acordo com a proposta de criação do que seria o EFH, se uma espécie está sobreexplorada, todos os habitats que ela utiliza devem ser considerados essenciais. Isto seria, portanto, utilizado como uma ferramenta para nortear ações de manejo de espécies economicamente exploradas. A avaliação do EFH é comumente estabelecida para espécies comerciais de peixes (Lindeman, Pugliese, Waugh & Ault, 2000; Fairchild, Siceloff, Howell, Hoffman & Armstrong, 2013; Capezzuto et al., 2018).

Para uma espécie alvo de exploração comercial, analisar seu habitat essencial é um aspecto importante, a fim de identificar e avaliar áreas prioritárias para manutenção de populações viáveis da espécie (Stoner, 2003; Glazer & Kidney, 2004; Thomas, Auscavitch, Brooks & Stoner, 2015). Essa avaliação pode ser aplicada, portanto, para espécies de gastrópodes marinhos de grande porte que figuram entre os principais alvos do comércio mundial de conchas. Entre estas, destacam-se aquelas pertencentes às famílias Strombidae, Volutidae, Ranellidae e Cassidae (Dias, Leo-Neto & Alves, 2011; Alves, Mota & Dias, 2018).

Pertencente à família Cassidae, a espécie *Cassis tuberosa* é um gastrópode de grande porte, podendo atingir até 30 cm de comprimento da concha (Ardila, Navas & Reyes, 2002). A espécie ocorre em áreas costeiras rasas, desde zonas intertidais até 10 metros de

profundidades (Rios, 2009). *Cassis tuberosa* apresenta uma particularidade em relação ao habitat que ocupa, pois habita tanto zonas intertidal de praias arenosas como ecossistemas recifais costeiros rasos (Dias et al. 2017). Há décadas, *C. tuberosa* era considerada uma das espécies mais abundantes no Nordeste brasileiro (Matthews & Coelho, 1972) e comum nas Índias Ocidentais (Schroeder, 1962). Atualmente, os poucos estudos que mencionam a abundância desta espécie têm revelado um declínio populacional da espécie ao longo de toda a sua distribuição (Engstrom, 1982; Nieto-Bernal, Chasqui, Rodríguez, Castro & Gil-Agudelo, 2013; Tewfik & Scheuer, 2013; Tewfik, 2015).

Devido a beleza da ornamentação externa de sua concha em todas as fases de crescimento, *Cassis tuberosa* é citada como uma das principais espécies de invertebrados marinhos exploradas para o comércio de suvenires (Dias et al., 2011; 2017). Exemplares maiores são usados como peças decorativas e matéria-prima para confecção de artesanato (Dias et al., 2011; Alves, Mota & Dias, 2018). Além desse tipo de uso, a espécie é explorada para fins alimentícios (Ardila, Navas & Reyes, 2002; observação pessoal), usada como ferramenta de comunicação (instrumento musical) e de culinária (colher) (McKenzie & Stehlik, 2001), e em rituais mágico-religiosos (Leo-Neto, Voeks, Dias & Alves, 2012).

Apesar de ser uma espécie frequentemente comercializada ou utilizada para os mais variados fins, o estado de conservação de *Cassis tuberosa* não é conhecido ao longo de sua distribuição. Apenas na Colômbia a espécie está incluída no livro vermelho de invertebrados ameaçados na categoria vulnerável (Ardila et al., 2002). No Brasil, o ICMBio (2014) avaliou a espécie como “quase ameaçada” de extinção, o que a torna uma espécie prioritária para pesquisas que forneçam dados atualizados sobre seus estoques populacionais e outros aspectos bioecológicos.

Alguns estudos de avaliação do estado da população de gastrópodes marinhos de grande porte de interesse econômico são encontrados na literatura (Stoner, Davis & Booker, 2012; Dolorosa, Conales & Bundal, 2013; Nieto-Bernal et al., 2013; Stephenson et al., 2013; Tewfik, 2015), porém, inexitem no Brasil, estudos dessa natureza com foco em gastrópodes de grande porte. Muitos destes gastrópodes, a exemplo de *Cassia tuberosa*, são organismos mesopredadores que desenvolvem um importante papel ecológico no ambiente em que ocorrem, papel este, que é comprometido mediante a constante retirada de indivíduos da natureza (Tewfik, 2015).

Sabe-se que *Cassia tuberosa* pode viver associado a diversos tipos de substratos como fundos arenosos, recifes areníticos e coralíneos, bancos de fanerógamas marinhas, bancos de algas, bancos de rodolitos e fundos de areia e cascalho (Schroeder, 1962; McClintock & Marion, 1993; Nieto-Bernal et al., 2013; Tewfik & Scheuer, 2013; Tewfik, 2015; Dias & Mota, 2015; Grun & Nebelsick, 2017). No entanto, a proporção de uso do habitat da espécie e a identificação de suas necessidades ecológicas são ainda inexistentes.

Diante dos padrões de distribuição e abundância de espécies em função de sua associação com o habitat, existe um interesse crescente no mapeamento de habitat com o intuito de promover ações de conservação da biodiversidade. A definição de ‘Habitat Essencial’ revela que aspectos como abundância e produtividade de uma espécie estão diretamente vinculados a quantidade de habitat adequado disponível (Stoner, 2003). Desta forma, identificar o hábitat essencial de espécies de interesse econômico deve contribuir com a garantia de condições ideais para sustento dos estoques populacionais das espécies-alvo.

Este estudo, buscou, portanto, mapear e caracterizar populações naturais da espécie *Cassia tuberosa* em função da densidade populacional, disponibilidade e uso do habitat, configurando-se mais um esforço que busca reunir informações detalhadas sobre aspectos

ecológicos da espécie, para promover novas avaliações dos estoques populacionais e do habitat essencial da espécie em recifes costeiros no litoral do Nordeste.

## **2. MÉTODOS**

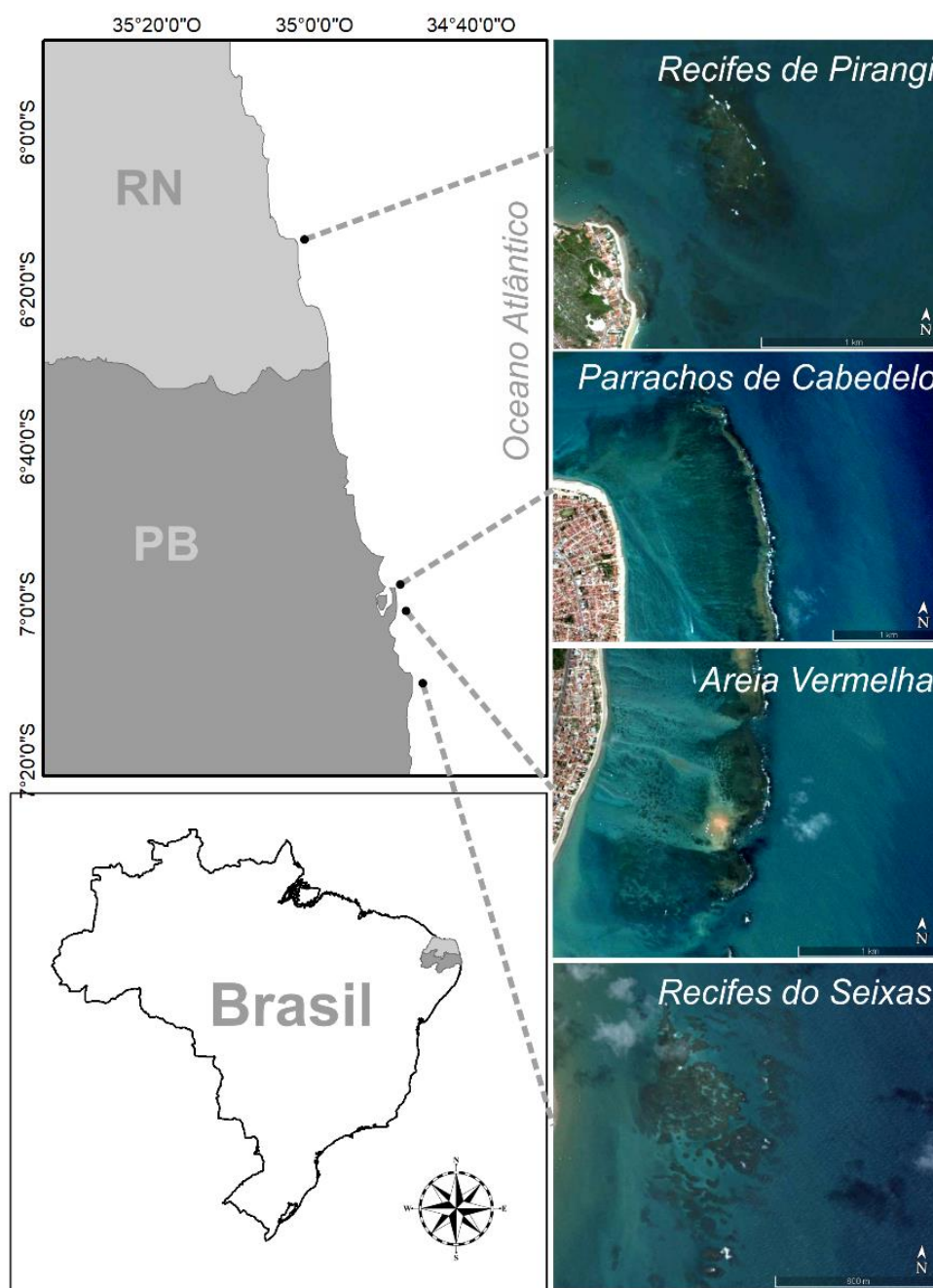
### **2.1 Áreas de estudo**

O estudo foi realizado em quatro ambientes recifais localizados ao longo de um gradiente latitudinal no Nordeste do Brasil (Figura 1). Os recifes são: Parrachos de Cabedelo, Recifes de Areia Vermelha, Recifes do Seixas (localizados na costa do estado da Paraíba) e Recifes de Pirangi (localizados na costa do estado do Rio Grande do Norte). Estes ambientes recifais em geral são localizados próximo à linha da costa, com distâncias que variaram entre 0,5-1 km da praia, sendo o acesso feito através de pequenas embarcações. Foram realizados dois blocos de coleta de dados, um entre os meses de Outubro de 2016 a Fevereiro de 2017 (nos recifes do Estado da Paraíba), e o segundo nos meses de Dezembro e Janeiro de 2018 (nos recifes de Pirangi, RN). Estes períodos correspondem aos meses de maior visibilidade subaquática ao longo das áreas de estudo.

Os recifes de Pirangi (5°58'55,63"S; 35°6'31,08"W) distam cerca de 0,8 km da linha da Praia de Pirangi, município de Nísia Floresta, litoral sul do estado do Rio Grande do Norte. Esta formação recifal constitui-se em um tipo de recife em franja orientado paralelamente à linha da costa. Os recifes de Pirangi são formações rochosas areníticas, porém com extensos bancos de rodolitos e cobertura de corais. Observa-se áreas totalmente submersas e áreas que, durante as marés de sizígia, formam piscinas naturais que recebem intensa visitação turística. Além deste tipo de atividade, é comum o registro de atividade pesqueira na região, em especial a pesca através de mergulho livre. Desde

2010, através de um Termo de Ajustamento de Conduta assinado por órgãos públicos, ONGs e empresas, objetiva-se a regulamentação das atividades econômicas de lazer e pesca realizadas nos recifes de Pirangi.

Os Parrachos de Cabedelo ( $6^{\circ}58'4,55''S$ ;  $34^{\circ}49'6,96''W$ ) estão localizados cerca de 1 km da linha da Praia Formosa, em frente ao município de Cabedelo. A área recifal dos Parrachos iniciam em paralelo à extremidade norte da porção terrestre do município de Cabedelo (onde está localizado o Farol da Pedra Seca). É formado um cordão recifal que se estende cerca de 5 km ao sul, onde faz limite com o Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha. Os Parrachos de Cabedelo são estruturas recifais heterogêneas, compostos por blocos de rochas colonizados por algas frondosas e algas calcárias incrustantes. Entre os blocos há intervalos com bancos de areia, e estão presentes bancos de fanerógamas, bancos de rodolitos e bancos de algas, formando diversos microambientes na porção da costa recifal.



**Figura 1.** Representação georreferenciada dos recifes costeiros estudados no litoral do Nordeste do Brasil. Imagens de satélite: Google Earth®.

Nos meses de verão, boa parte da região dos Parrachos é ocupada com estruturas de madeira conhecidas como ‘Currais’, que funcionam como armadilhas utilizadas para captura de peixes. Durante o inverno, as estruturas são desmontadas, uma vez que a visibilidade da água diminui e a captura dos peixes que ficam presos fica impossibilitada.



Além dessas atividades pesqueiras, é possível observar diariamente, uma frequente presença de mergulhadores que exercem a pesca de polvo, lagosta e outros crustáceos que habitam as porções rochosas dos Parrachos. Atividades turísticas não são desenvolvidas na área.

Os Recifes de Areia Vermelha localizam-se nos limites do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha (07°00'41,95" S; 34°48'58,02" W) que dista cerca de 500 m da linha da praia de Camboinha, no município de Cabedelo. O parque estende-se por uma faixa longitudinal (de forma quase contínua ao cordão recifal que se inicia frente ao extremo norte do município de Cabedelo) e tem cerca de 3 km e com formação de origem basicamente arenítica e, em menor proporção, porém, com importante contribuição coral-algal. É possível observar a presença de corais zooxantelados como *Siderastrea stellata*, *Mussismilia hartii* e *M. hispida*, que juntamente a presença de algas calcárias incrustantes e rodólitos, são responsáveis por grande parte do processo de formação dos recifes (Gondim, Dias, Campos, Alonso & Christoffersen, 2011). Dentre os invertebrados inventariados no Parque em 2011, os moluscos se destacaram como táxon com maior número de espécies registradas (Gondim et al., 2011).

As atividades de captura e pesca de animais nos limites do Parque são proibidas, e a visitação turística, embora ainda permitida, está sob legislação que busca mitigar os efeitos nocivos de algumas práticas na área do Parque (Paraíba, 2000).

Os Recifes do Seixas estão localizados em frente ao município de João Pessoa a aproximadamente 600 m da Praia do Seixas (7°9'21,38" S; 34°47'10" W). Os recifes do Seixas apresentam piscinas naturais formadas na maré baixa cujas profundidades variam entre 1 e 4 m. Estes recifes constituem uma formação coral-algal com colônias de coral (Dias & Gondim, 2016). Os recifes do Seixas exibem uma multiplicidade de microhabitats, podendo ser observados setores com crescimento de bancos de algas,

bancos de rodolitos e piscinas com fundo de cascalho de *Halimeda*. A atividade turística na área é intensa bem como é possível registrar também um forte exercício da pesca de mergulho na região dos recifes.

## 2.2 Coleta dos dados

A coleta de dados foi realizada através de observações subaquáticas durante mergulhos livres, em período diurno. Um total de 30 transectos de 50 m x 4m (área total de 200 m<sup>2</sup>/transecto) foram dispostos aleatoriamente sempre posicionados perpendicularmente à linha da costa em cada recife.

Ao longo de cada transecto, os seguintes dados dos indivíduos de *C. tuberosa* encontrados foram anotados: (a) comprimento total da concha em cm (distância da extremidade da espira até a extremidade do canal sifonal), (b) profundidade de avistagem, (c) proporção (por estimativa visual através de fotografia) dos componentes de microhabitat do animal considerando um quadrado com área de 1 m<sup>2</sup> ao redor do espécime, (d) o tipo de substrato sob o gastrópode e, (e) o comportamento desenvolvido no momento da avistagem.

As proporções de componentes do hábitat disponíveis foram obtidas através do método de amostragem pontual (*Point Intercept Transect* – PIT), onde foi anotado o organismo/componente do substrato observado a cada intervalo de 1 metro do transecto, totalizando 50 pontos por transecto (1500 pontos por área recifal). As categorias de substratos foram pré-estabelecidas e são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Descrição dos componentes de substrato das áreas recifais estudadas.

<b>Código</b>	<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
CD	Coral duro	Corais pétreos, construtores de recifes (inclui <i>Millepora</i> spp.).
CM	Coral mole	Zoantídeos e octocorais.
AF	Alga frondosa	Macroalgas frondosas, não calcárias, com mais de 5cm de altura (por exemplo <i>Sargassum</i> sp., <i>Dictyota</i> sp.).
SP	Esponja	Esponjas de diferentes formas de crescimento.
RC	Rocha	Rochas maiores do que 15 cm e qualquer substrato duro que esteja coberto p. ex., de cracas ou ostras.
CC	Cascalho	Fragmentos de conchas e cascalho de <i>Halimeda</i> spp.
AR	Areia	Sedimento mais grosseiro, com grãos facilmente visíveis.
AC	Alga calcária	Incrustantes ou articuladas, de coloração geralmente rósea ou formadoras de cascalho, como <i>Halimeda</i> spp., porém, ainda vivas, com coloração verde evidente.
NIA	Alga indicadora de nutrientes	Algas que podem indicar a concentração de nutrientes no ambiente recifal (algas verdes filamentosas).
AG	Argila	Sedimento fino que permanece em suspensão se perturbado.
SEA	Fanerógamas marinhas	Plantas subaquáticas geralmente da espécie <i>Halodule wrightii</i> .
RO	Rodolitos	Algas calcárias não articuladas nodulares.
OT	Outros	Organismos sésseis ou semi-sésseis incluindo anêmonas marinhas, tunicados ou substratos não incluídos nas categorias anteriores.
RUB	Pedregulhos	Fragmentos de rochas e corais escleractíneos

### 2.3 Análises dos dados

As densidades do gastrópode foram extrapoladas para o número de indivíduos de *Cassia tuberosa* por hectares (ind/ha) conforme Nieto-Bernal et al. (2013) e Tewfik & Scheuer (2013).

Aspectos relacionados a associação do gastrópode com o habitat marinho, como disponibilidade e seletividade de hábitat, foram adaptados e calculados a partir de índices utilizados por estudos anteriores (e.g. Neu, Byers & Peeks, 1974; Manly, McDonald, Thomas, McDonald & Erickson, 2002; Glazer & Kidney, 2004) (Tabela 2). Os dados de proporção de hábitat disponível e habitat utilizado pelo gastrópode foram apresentados em forma de estatística descritiva (somente os componentes que demonstraram representatividade de mais de 5% de cobertura de substrato).

**Tabela 2.** Descrição dos índices utilizados para calcular proporção, uso e seleção de habitat por *Cassia tuberosa* em áreas recifais no nordeste do Brasil.

<b>Disponibilidade de habitat</b>	
$\Pi_i = A_i / A_t$	onde $A_i$ = número de pontos em cada transecto do componente de habitat $i$ , e $A_t$ = total de pontos amostrados em toda a área
<b>Uso do habitat</b>	
$o_i = u_i / u_t$	onde $o_i$ = proporção usada do habitat $i$ , $u_i$ = número de indivíduos observados sobre habitat $i$ , $u_t$ = número total de indivíduos em todos os habitats
<b>Quantidade esperada de indivíduos</b>	
$\Pi_i u_t = \Pi_i \cdot u_t$	onde $\Pi_i u_t$ = número esperado de indivíduos no habitat $i$ .
<b>Taxa de seleção de habitat</b>	
$W_i = u_i / \Pi_i u_t$	$W_i$ = como a população utiliza os recursos em relação a sua disponibilidade
$B_i = w_i / w_t$ , onde $w_t = \sum w_i$	$B_i$ = valor para comparações entre os habitats; a soma de todos é 1

Para verificar se houve diferença significativa na disponibilidade de componentes de hábitat e no padrão de componentes dos microhabitats de *Cassia tuberosa* entre os recifes estudados, foi empregada a análise de PERMANOVA. Para esta análise, os dados foram transformados em  $\text{Log}(X+1)$ . A matriz de similaridade foi gerada a partir da medida de Distância Euclidiana. Se o teste indicou significância estatística, foi analisado quais habitats foram preferidos ou evitados comparando a taxa de seleção de cada habitat ( $W_i$ ).

Uma Análise de Componentes Principais (PCA) foi empregada para analisar a relação dos espécimes com os componentes de substrato presentes no seu microhabitat em função dos tipos de comportamento. Para esta análise, os dados foram transformados em raiz quadrada e foi utilizada a correlação de Pearson com nível de significância de  $<0,05$ . As análises multivariadas foram realizadas através do Software Primer 6 & Permanova+.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Dados populacionais e comportamentais**

Foram encontrados 20 indivíduos de *Cassia tuberosa* ao longo das expedições realizadas nas quatro áreas recifais estudadas, sendo cinco espécimes nos recifes de Areia Vermelha, cinco nos Parrachos de Cabedelo, um nos recifes do Seixas e nove nos recifes de Pirangi.

A maior densidade populacional da espécie foi observada nos recifes de Pirangi com 15 ind/ha, seguido por Areia Vermelha e Parrachos de Cabedelo que apresentaram densidade de 8,3 ind/ha, e a menor densidade observada foi nos recifes do Seixas com 1,7 ind/ha.

A média de tamanho dos indivíduos, representados pelo comprimento total da concha, foi de 10,1 cm ( $\pm 1,46$ ) nos recifes de Areia Vermelha, de 12,9 cm ( $\pm 2,72$ ) nos Parrachos de Cabedelo, de 9,5 cm ( $\pm 0,70$ ) nos recifes de Pirangi. Nos recifes do Seixas, o único gastrópode avistado apresentava 14,4 cm de comprimento da concha. O maior indivíduo foi encontrado nos recifes de Pirangi, medindo 17,7 cm de comprimento, e o menor, também neste recife, mediu 8,3 cm (Tabela 3).

Com relação aos comportamentos ativos desenvolvidos pela espécie quando avistados no ambiente, o gastrópode foi observado se deslocando cinco vezes e predando apenas uma vez. Já os comportamentos de baixa ou nenhuma atividade, foram observados na maioria das vezes ( $N = 14$  indivíduos), sendo três vezes encontrado totalmente enterrado sob o substrato, cinco vezes parcialmente enterrado e seis vezes em repouso.

No único evento de predação registrado, *Cassia tuberosa* foi observada predando o ouriço-do-mar da espécie *Lytechinus variegatus* nos Parrachos de Cabedelo. O gastrópode media 9 cm de comprimento da concha e a presa equinoide media 4,4 cm de diâmetro, e 3,8 cm de altura. A perfuração deixada pelo gastrópode na carapaça da presa media 0,4 cm de diâmetro.

### 3.2 Disponibilidade e uso do hábitat

Em relação à disponibilidade de habitat, foi possível visualizar um substrato heterogêneo nos ambientes recifais estudados, onde destacam-se as categorias ‘alga frondosa’ (AF) com o maior percentual de cobertura em todas as áreas de estudo (Parrachos de Cabedelo = 42,87%; Recifes de Areia Vermelha = 51,93%; Recifes do Seixas = 39,27% e Recifes de Pirangi = 55,93%), seguida pela categoria ‘areia’ (AR)

(Parrachos de Cabedelo = 13,53%; Recifes de Areia Vermelha = 12,87%; Recifes do Seixas = 12,13%) (Figura 2; Tabela 3).

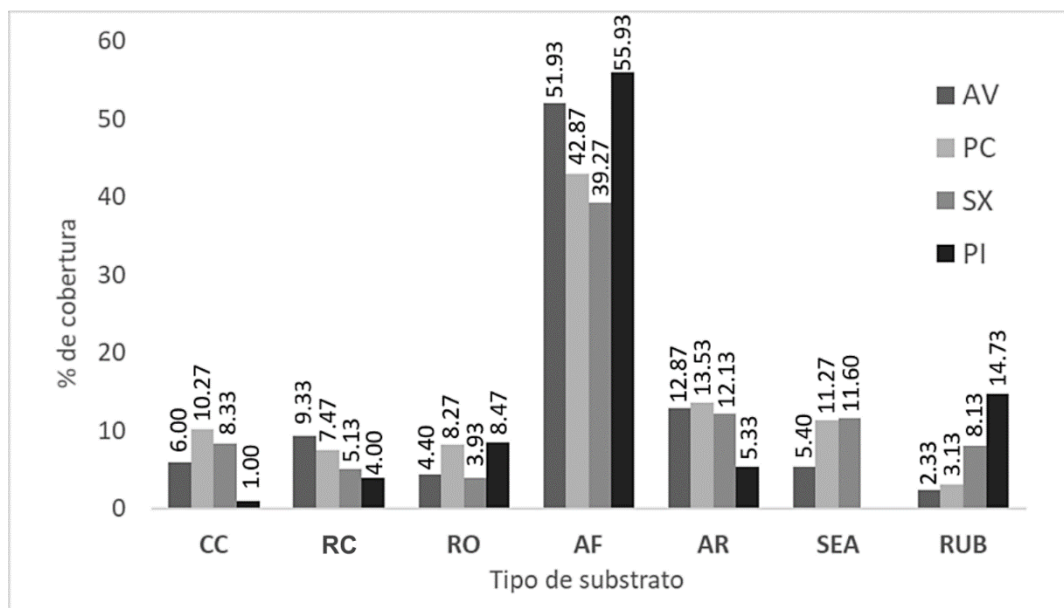
**Tabela 3.** Comprimento da concha (CC) dos espécimes encontrados durante o estudo.

Legendas: AV = Areia Vermelha, PC = Parrachos de Cadebelo, PI = Pirangi, SX = Seixas.

Comprimento da concha (cm)					
Recife	Abundância	Média	$\pm$	Mín	Máx
AV	5	10,1	1,46	8,4	12
PC	5	12,9	2,72	9	16,5
PI	9	9,5	0,70	8,3	17,7
SX	1	14,4	-	-	-

A análise de PERMANOVA apontou que as três áreas têm composição de substrato disponível diferente (Pseudo- $F_{3,116} = 5,43$ ;  $p < 0,001$ ). Porém, *Cassia tuberosa* utiliza o mesmo substrato independente da área, uma vez que a composição de microhabitats da espécie não foi diferente entre as áreas (Pseudo- $F_{3,16} = 0,78$ ;  $p = 0,70$ ).

De acordo com a taxa de seleção de habitat ( $W_i$ ) desempenhada pela espécie e apresentada na Tabela 4, *Cassia tuberosa* demonstrou uma taxa de seleção maior para o componente ‘cascalho’ nos Recifes de Areia Vermelha ( $W_i = 6,67$ ; 65%), ‘argila’ nos Parrachos de Cabedelo ( $W_i = 9,68$ ; 55%) e ‘areia’ nos Recifes de Pirangi ( $W_i = 2,08$ ; 43,5%). Considerando que apenas um espécime foi registrado nos Recifes do Seixas, os índices de uso do habitat não puderam ser calculados.



**Figura 2.** Gráfico da representatividade dos componentes de substrato analisados na composição do substrato disponível nos ambientes recifais estudados. AV = Areia Vermelha, PC = Parrachos de Cadebelo, PI = Pirangi, SX = Seixas. Tipos de substrato: CC = cascalho, RC = rocha, RO = Rodolitos, AF = Alga frondosa, AR = Areia, SEA = fanerógamas, RUB = pedregulhos.

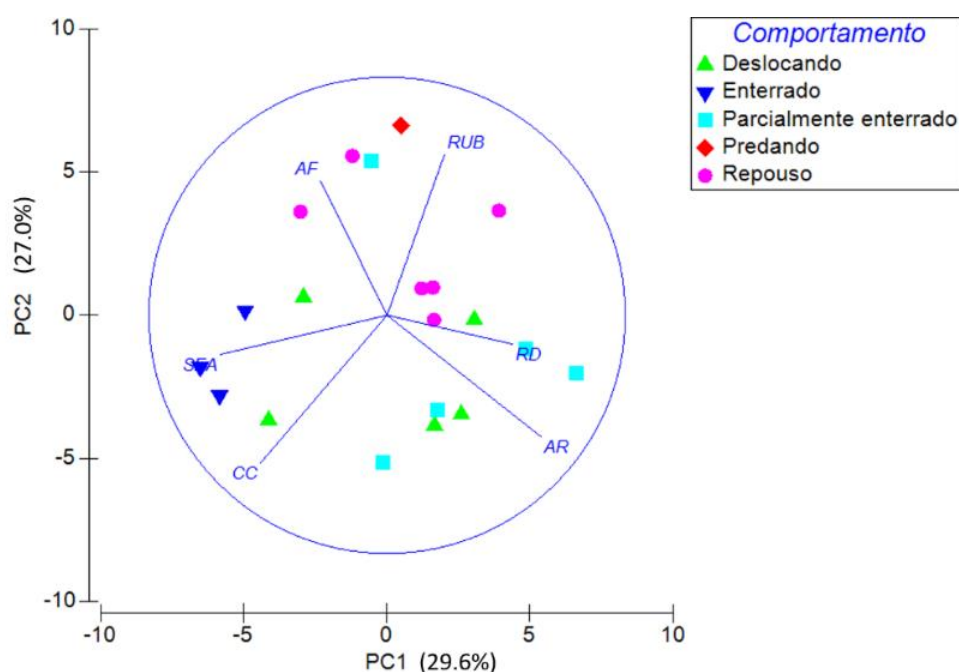
**Tabela 4.** Utilização de habitat e seletividade de componentes do substrato pelo gastrópode *Cassia tuberosa*.

Área	Componente de habitat	Cobertura (Pontos)	Proporção de habitat ( $\Pi_i$ )	Número de indivíduos ( $u_i$ )	Proporção usada ( $o_i$ )	Uso esperado $\Pi_i u_i$	Taxa de seleção ( $W_i$ )	Taxa de seleção padrão ( $B_i$ )
Recifes de Areia Vermelha	CD	25	0,017	2	0,4	0,083	6,67	0,65
	CM	13	0,009			0,043		
	CC	90	0,060			0,300		
	RD	140	0,093			0,467		
	AC	30	0,020			0,100		
	RO	66	0,044	1	0,2	0,220	0,39	0,04
	AF	779	0,519			2,597		
	NIA	22	0,015			0,073		
	AR	193	0,129			0,643		
	AG	24	0,016			0,080		
	SEA	81	0,054	0	0	0,270	0,000	0,000
	OT	2	0,001			0,007		
	RUB	35	0,023			0,117		
	<b>Total</b>	1500	1	5	1	5	10,16	1,00



<b>Parrachos de Cabedelo</b>	CD	4	0,003			0,013		
	CC	154	0,103	1	0,2	0,513	1,95	0,11
	RD	112	0,075	1	0,2	0,373	2,68	0,15
	AC	3	0,002			0,010		
	RO	124	0,083			0,413		
	AF	643	0,429			2,143		
	NIA	5	0,003			0,017		
	AR	203	0,135	1	0,2	0,677	1,48	0,08
	AG	31	0,021	1	0,2	0,103	9,68	0,55
	SEA	169	0,113	1	0,2	0,563	1,78	0,10
	OT	5	0,003			0,017		
	RUB	47	0,031			0,157		
	<b>Total</b>	1500	1	5	1	5	17,56	1,00
<b>Recifes do Seixas</b>	CD	23	0,015					
	CM	46	0,031					
	CC	125	0,083	1				
	RD	77	0,051					
	AC	21	0,014					
	RO	59	0,039					
	AF	589	0,393					
	NIA	18	0,012					
	AR	182	0,121					
	AG	46	0,031					
	SP	9	0,006					
	SEA	174	0,116					
	OT	9	0,006					
	RUB	122	0,081					
	<b>Total</b>	1500	1	1				
<b>Recifes de Pirangi</b>	CD	27	0,018			0,162		
	CM	22	0,015			0,132		
	CC	15	0,010			0,09		
	RD	60	0,040			0,36		
	AC	37	0,025			0,222		
	RO	127	0,085			0,762		
	AF	839	0,559	6	0,67	5,034	1,192	0,249
	NIA	6	0,004			0,036		
	AR	80	0,053	1	0,11	0,48	2,083	0,435
	AG	59	0,039			0,354		
	SEA	3	0,002			0,018		
	OT	4	0,003			0,024		
	RUB	221	0,147	2	0,22	1,326	1,508	0,315
	<b>Total</b>	1500	1	9	1	9	4,784	1,000

A análise de componentes principais apontou variação total de 87,9%, onde os eixos 1 e 2 foram responsáveis por 56,7% desta variação (Figura 3). A análise indica que durante o deslocamento, *Cassia tuberosa* utiliza os mais variados tipos de substratos. Já o comportamento de repouso demonstrou relação com ambientes compostos por algas frondosas, rochas e pedregulhos. Quando parcialmente enterrada, *Cassia tuberosa* utiliza, de maneira geral, os componentes de substrato areia e rocha. Os gastrópodes utilizaram os bancos de fanerógamas marinhas para se enterrar. A figura 3 demonstra o uso de diferentes microhabitats por *C. tuberosa* durante diferentes comportamentos observados e a figura 4 ilustra o uso de alguns substratos nas áreas recifais estudadas.

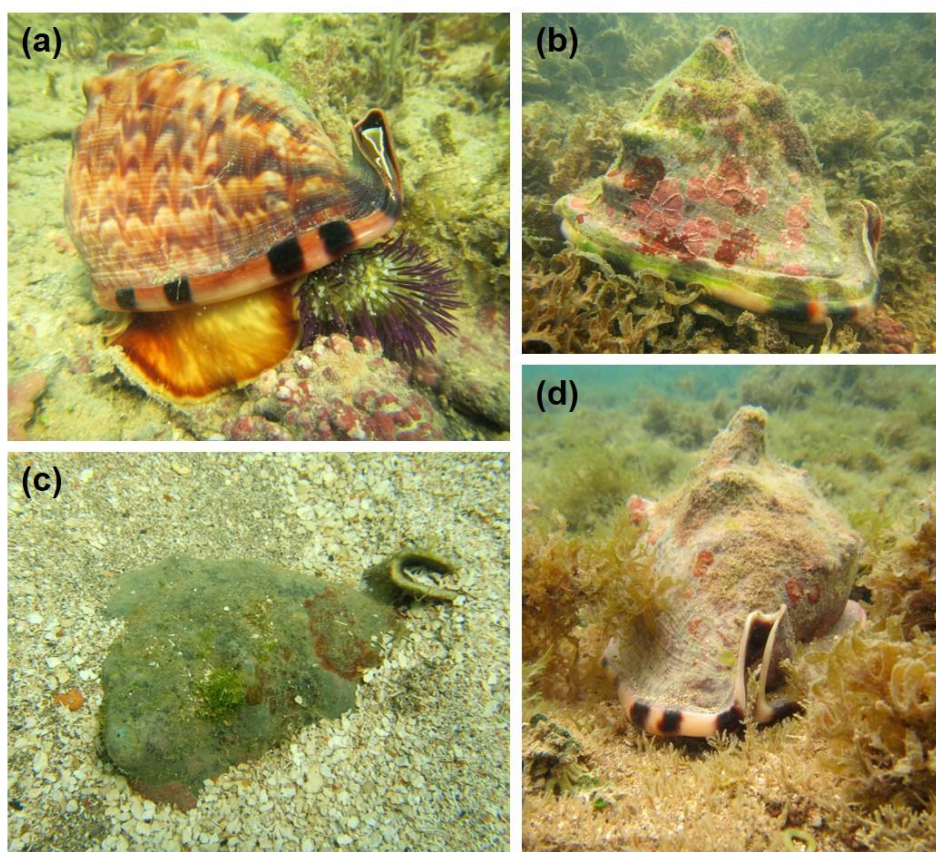


**Figura 3.** Análise dos componentes principais ilustrando a distribuição dos comportamentos de *Cassia tuberosa* em função dos microhabitats utilizados.

#### 4. DISCUSSÃO

Os dados gerados pelo presente estudo, apresentam a primeira contribuição para o conhecimento de aspectos populacionais e ecológicos de *Cassia tuberosa* para uma

importante faixa do Nordeste brasileiro, complementando os estudos de Mota (2014). Atualmente, os poucos estudos que mencionam a abundância desta espécie revelaram um baixo número de indivíduos. Para as áreas aqui avaliadas, as densidades do gastrópode que foram encontradas superam os registros feitos em outros estudos prévios, como observado no Caribe Colombiano por Nieto-Bernal et al. (2013), que relataram as densidades mais baixas já registradas para este gastrópode, variando entre 0,3 e 0,8 indivíduos/ha. Por outro lado, alguns estudos já reportaram densidades superiores às encontradas no presente estudo (e.g. Tewfik & Scheuer, 2013; Engstrom, 1982).



**Figura 4.** Indivíduos de *Cassis tuberosa* utilizando diferentes substratos em relação ao comportamento realizado: (a) Jovem predando ouriço-do-mar (*Lytechinus variegatus*) próximo a rodolitos nos parrachos de Cabedelo. (b) Adulto em repouso sobre algas em Pirambúzios. (c) Adulto parcialmente enterrado em fundo de areia e cascalho nos recifes de Seixas. (d) Adulto em repouso entre algas em Areia Vermelha. Fotos: Thelma Dias.

Um fator importante é que, as densidades observadas na área dos Recifes de Areia Vermelha e nos Recifes do Seixas são as primeiras registradas para a espécie nessas localidades, as quais pertencem a Unidades de Conservação marinhas (Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, e Área de Proteção Ambiental Naufrágio Queimado, respectivamente). Estes registros devem, em médio prazo, apresentar um ponto de partida para avaliação da efetividade dessas unidades em função da proteção desta espécie.

A importância da efetividade de áreas marinhas sob proteção legal tem sido enfatizada e testada de maneira crescente nos últimos anos como forma de avaliação da sua função na conservação da biodiversidade (Lubchenco, Palumbi, Gaines & Andelman, 2003; Lester et al., 2009; Weeks, Russ, Alcala & White, 2010; Stoner, Davis, Booker, 2012; Ban et al., 2017). A utilização de espécies de gastrópodes marinhos de grande porte como ferramentas de avaliação da proteção de unidades de conservação ainda é pouco explorada (Stoner & Ray, 1996; Stoner, Davis, Booker, 2012), em especial por que estes organismos ainda não são amplamente reconhecidos como recurso pesqueiro. A maioria é vista como ‘conchas’, e isso minimiza sua relevância ecológica e econômica tanto nas estatísticas pesqueiras, quanto nas políticas de conservação e manejo.

Sabe-se que *Cassia tuberosa* é uma das principais espécies comercializadas no mercado de conchas ornamentais do Brasil (Dias et al., 2011), e sua captura é uma atividade comum ao longo da costa do Estado da Paraíba (observação pessoal). Por habitar também regiões rasas, podendo inclusive ser exposto na maré baixa em algumas praias arenosas (Rios, 2009), a captura do gastrópode pode ser intensificada devido a tal facilidade. Sendo assim, as populações avaliadas ao longo deste estudo podem estar sob forte pressão de captura, e estes registros podem contribuir com informações iniciais para um sucessivo processo de avaliação populacional da espécie nestas áreas a longo prazo.

De acordo com os tamanhos médios dos espécimes observados, os recifes de Pirangi apresentaram o maior valor com 14,4 cm de comprimento total da concha. Apesar de não haver estudos sobre o desenvolvimento da espécie em função do tamanho da concha, os poucos estudos que mencionam os tamanhos de *Cassia tuberosa* consideram adultos, aqueles indivíduos cujas conchas apresentam comprimento entre 14 e 21 cm (Hughes & Hughes, 1971; McClintock & Marion, 1993; Levitan & Genovese, 1989; Nieto-Bernal et al., 2013). Desta forma, infere-se que a população observada nestes ambientes recifais ao longo da região Nordeste do Brasil, é uma população em média jovem. Este pode ser um fato preocupante, considerando que os adultos com conchas maiores e mais valiosas são o alvo principal do comércio de suvenires. A ausência de adultos pode estar relacionada a capturas pelos pescadores/mergulhadores. Além disso, a ausência de adultos é uma limitação para a reprodução, reduzindo a taxa reprodutiva nestas áreas costeiras rasas.

Estudos que envolvem esta espécie e outras espécies do gênero *Cassia* em ambientes recifais ao redor do mundo registram baixas avistagens de indivíduos menores de 14 centímetros de comprimento da concha (Hughes & Hughes, 1971; Levitan & Genovese, 1989; Dolorosa, Conales & Bundal, 2013; Tewfik & Scheuer, 2013; Mota, 2014). Isto pode estar relacionado a uma variedade de fatores, por exemplo, indivíduos jovens podem ficar a maior parte do período diurno enterrados para evitar predadores ou mesmo devido a sua atividade se concentrar no período noturno. Conchas menores, cujas características são, de certo modo, diferentes das maiores, podem ser alvo de capturas em outras localidades do Caribe e América Central.

O perfil comportamental observado corresponde ao padrão de atividades diurnas desenvolvidas pela espécie, caracterizando assim o gastrópode *Cassia tuberosa* como uma espécie de baixa atividade durante o dia, em que esteve predominantemente em repouso, parcialmente enterrado ou enterrado. Predadores tipicamente diurnos, a exemplo

de polvos e raias, foram registrados durante a pesquisa. Sabe-se que apesar de haver registros de atividade alimentar de *C. tuberosa* durante o dia (e.g. McClintock & Marion, 1993; Levitan & Genovese, 1989), o comportamento alimentar deste gastrópode ocorre predominantemente durante a noite, com pico de ocorrências nas primeiras horas do período noturno (Hughes & Hughes, 1971).

No contexto do habitat essencial, observou-se que o gastrópode utiliza como habitat os componentes de substrato como cascalho, alga frondosa, areia, rocha dura, argila, fanerógamas e pedregulho. Destes, a taxa de seleção em função da disponibilidade foi maior para os substratos não-consolidados como argila, areia e cascalho. Estes resultados, apontaram para estudos anteriores que registraram a espécie nos mais variados tipos de substratos, como seagrass (Engstrom, 1982; Tewfik & Scheuer, 2013), areia (McClintock & Marion, 1993) e algas frondosas (Dias & Mota, 2015). A maior seletividade por substratos não-consolidados é um aspecto esperado uma vez que a espécie passa grande parte do seu dia enterrado ou parcialmente enterrado (Hughes & Hughes, 1971), sendo classificado por Grun & Nebelsick (2017) como um organismo semi-epifaunal devido a este comportamento. No entanto, uma maior utilização do substrato arenoso pode estar relacionado também ao fato dos espécimes serem considerados jovens, uma vez que estudos recentes apontam as praias arenosas como potenciais de zonas de recrutamento desta faixa etária de indivíduos (Mota, 2014).

Por outro lado, observa-se uma escassez de indivíduos de maior tamanho (que indica maturidade do organismo) o que poderia ter alterado o padrão de habitats exigidos pela espécie como um todo, observados no presente estudo. Uma vez que indivíduos de 19 cm de comprimento da concha são organismos reprodutivos e desovam sobre frondes de macroalgas (Dias & Mota, 2015), espera-se portanto, que este componente de substrato seja contemplado pelo conjunto de tipos de habitat essenciais para a espécie.

Sabe-se que o gastrópode, enquanto especialista em equinoides, apresenta uma dieta variada, que é composta por cerca de 14 espécies de equinoides regulares e irregulares. Tais espécies habitam componentes de habitat diferentes ao longo do ecossistema marinho, e desta forma, o gastrópode *Cassia tuberosa* se estabelece nos mais variados tipos de substratos em busca do alimento disponível, alternando assim o microhabitat em função da disponibilidade da presa. Como observado por McClintock e Marion (1993) e Mota (2014), *C. tuberosa* consome ouriços-do-mar em ambientes recifais e bolachas-da-praia em praias arenosas. Assim, deve-se também considerar, para fins de habitat essencial, a manutenção do habitat utilizado pelas presas de *C. tuberosa* ao longo da sua distribuição.


Existem, portanto, diversas características da espécie que devem ser relacionadas durante estudos de habitat essencial. O mapeamento das populações que habitam recifes costeiros ao longo da ocorrência do gastrópode é o passo inicial para análise das suas exigências ecológicas. Sabe-se que a identificação do Habitat Essencial pode promover ações de mitigação na descaracterização de habitat que podem levar à perdas drásticas nos estoques populacionais de espécies sobrexplotadas, além de contribuir com o estabelecimento de áreas prioritárias para conservação destas espécies (Stoner, 2003). Porém, é necessário que o mapeamento dos habitats essenciais seja rotineiramente reavaliado em função das fases de vida da espécie, da ocorrência e disponibilidades de suas presas, e da sazonalidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Jacicleide Macedo, Antônio Felinto, Debora Barbosa, Linaldo Oliveira e Rafaela Duarte pela ajuda com o trabalho de campo. À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa de estudos para

ELS Mota. Pelo apoio financeiro essencial fornecido pela PADI Foundation (Grant # 8069) e Conchologists of America (Subsídios para Malacologia 2013). À Universidade Estadual da Paraíba (Laboratório de Biologia Marinha) e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC / UEPB) que forneceram apoio logístico essencial.

## ORCID

*Ellori Laíse Silva Mota*  <http://orcid.org/0000-0002-0790-7030>

*Thelma Lúcia Pereira Dias*  <http://orcid.org/0000-0003-3920-6682>

## REFERÊNCIAS

- Alves, R. R. N., Mota, E. L. S. & Dias, T. L. P. (2018) Use and commercialization of animals as decoration. In: *Ethnozoology: Animals in Our Lives*, ed. R.R.N. Alves, and U.P. Albuquerque, 261-275. London: Academic Press – Elsevier.
- Ardila, N., Navas, G. R., & Reyes, J. (2002). Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia. INVEMAR. Ministerio de Medio Ambiente. La serie Libros rojos de espécies amenazadas de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Ban, N. C., Davies, T. E., Aguilera, S. E., Brooks, C., Cox, M., Epstein, G., Evans, L. S., Maxwell S. M., & Nenadovic, M. (2017). Social and ecological effectiveness of large marine protected areas. *Global Environmental Change*, 43, 82–91. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.01.003>



- Capezzuto, F., Sion, L., Ancona, F., Carlucci, R., Carluccio, A., Cornachia, L., Maiorano, P., Ricci, P., Tursi, A., & D'Onghia, G. (2018). Cold-water coral habitats and canyons as Essential Fish Habitats in the southern Adriatic and northern Ionian Sea (central Mediterranean). *Ecological Questions*, 29 (3), 9–23. <http://dx.doi.org/10.12775/EQ.2018.019>
- Dias, T. L. P. & Gondim, A. I. (2016). Bleaching in scleractinians, hydrocorals, and octocorals during thermal stress in a northeastern Brazilian reef. *Marine Biodiversity*, 46 (1), 303–307. <https://doi.org/10.1007/s12526-015-0342-8>
- Dias, T. L. P., Leo-Neto, N. A., & Alves, R. R. N. (2011). Molluscs in the marine curio and souvenir trade in NE Brazil: species composition and implications for their conservation and management. *Biodiversity Conservation*, 20, 2393–2405. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-9991-5>
- Dias, T. L. P., & Mota, E. L. S. (2015). First record of *Cassia tuberosa* spawning in the wild (north-east Brazil). *Marine Biodiversity Records*, 8, 1–3. <https://doi.org/10.1017/S1755267215001050>
- Dias, T. L. P., Mota, E. L. S., Duarte, R. C. S., & Alves, R. R. N. (2017) What do we know about *Cassia tuberosa* (Mollusca: Cassidae), a heavily exploited marine gastropod? *Ethnobiology and Conservation*, 6:16. doi:10.15451/ec2017086.16113
- Dolorosa, R. G., Conales, S. F. & Bundal, N. A. (2013). Status of horned helmet *Cassia cornuta* in Tubbataha reefs natural park, and its trade in Puerto Princesa city,

Philippines. *Atoll Research Bulletin*, 595, 1–17.  
<https://doi.org/10.5479/si.00775630.595>

Engstrom, N. A. (1982). Immigration as a factor in maintaining populations of the sea urchin *Lytechinus variegates* (Echinodermata: Echinoidea) in seagrass beds on the southwest coast of Puerto Rico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 17, 51–60. <https://doi.org/10.1080/01650528209360601>

Fairchild, E. A., Siceloff, L., Howell, H., Hoffman, B., & Armstrong, M. P. (2013). Coastal spawning by winter flounder and a reassessment of Essential Fish Habitat in the Gulf of Maine. *Fisheries Research*, 141, 118–129.  
<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.05.007>

Glazer, R. A., & Kidney, J. A. (2004). Habitat associations of adult queen conch (*Strombus gigas* L.) in an unfished Florida Keys back reef: applications to essential fish habitat. *Bulletin of Marine Science*, 75 (2), 205–224.

Gondim, A. I., Dias, T. L. P., Campos, F. F., Alonso, C. & Christoffersen, M. L. (2011). Macrofauna benthica do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo, Paraíba, Brasil. *Biota Neotropica*, 11 (2), 75–86. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000200009>

Grun, T. B., & Nebelsick, J. H. (2017). Shell fouling and behavior of the Caribbean predatory gastropod *Cassia tuberosa*. *American Malacological Bulletin*, 35 (1), 55–58. <https://doi.org/10.4003/006.035.0107>

Hartwell, S. I. (1998). Biological habitat quality indicators for essential fish habitat. NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-32. 124 pp.

Hughes, R. N., & Hughes, H. P. I. (1971). A study of the gastropod *Cassia tuberosa* (L.) preying upon sea urchins. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 7, 305–314. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(71\)90012-8](https://doi.org/10.1016/0022-0981(71)90012-8)

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2014). <<http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies-dados-insuficientes>> [ 8 Agosto de 2018]

Léo-Neto, N. A., Voeks, R. A., Dias, T. L. P., & Alves, R. R. N. (2012). Mollusks of Candomblé: symbolic and ritualistic importance. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8, 1–10. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-10>

Lester, S. E., Halpern, B. S., Grorud-Colvert, K., Lubchenco, J., Ruttenberg, B. I., Gaines, S. D., Airamé, S. & Warner, R. R. (2009). Biological effect within no-take marine reserves: a global synthesis. *Marine Ecology Progress Series*, 384, 33–46. <https://doi.org/10.3354/meps08029>

Levitan, D. R. & Genovese, S. J. (1989). Substratum-dependent predator-prey dynamics: patch reefs as refuges from gastropod predation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 130, 111–118. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(89\)90198-6](https://doi.org/10.1016/0022-0981(89)90198-6)

- Lindeman, K. C., Pugliese, R., Waugh, G. T., & Ault, J. S. (2000). Developmental patterns within a multispecies Reef fishery: management applications for Essential fish habitats and protected areas. *Bulletin of Marine Science*, 66 (3), 929–956.
- Lubchenco, J., Palumbi, S. R., Gaines, S. D. & Andelman, S. (2003). Plugging a hole in the ocean: the emerging science of marine reserve. *Ecological Applications*, 13 (1), 3–7. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2003\)013\[0003:PAHITO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2003)013[0003:PAHITO]2.0.CO;2)
- McClintock, J. B., & Marion, K. R. (1993). Predation by the King Helmet (*Cassia tuberosa*) on six-holed sand dollars (*Leodia sexiesperforata*) at San Salvador, Bahamas. *Bulletin of Marine Science*, 52, 1013–1017.
- Manly, B. F. J., McDonald, L., Thomas, D., McDonald, T. L., & Erickson, W. P. (2002). Resource Selection by Animals: Statistical Design and Analysis for Field Studies. 2 ed. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/0-306-48151-0>
- Matthews, H. R., & Coelho, A. C. S. (1972). Superfamília Tonnaceae do Brasil. IV – Família Cassidae (Mollusca, Gastropoda). *Arquivos de Ciências do Mar*, 12 (1), 1–16.
- Mckenzie, C. L., & Stehlik, L. L. (2001). Las pesquerías de moluscos en la costa caribenha de Honduras y Nicaragua. *Revista de Investigación Marina*, 22 (2), 133–141.

- Mota, E. L. S. (2014). Ecologia populacional de *Cassia tuberosa* (Mollusca: Cassidae) em habitats costeiros do Nordeste brasileiro (MSc thesis). Universidade Estadual da Paraíba, Brasil.
- Neu, C. W., Byers, C.R., & Peeks, J. M. (1974). A technique for analysis of utilization availability data. *The Journal of Wildlife Management*, 38, 541–545.  
<https://doi.org/10.2307/3800887>
- Nieto-Bernal, R., Chasqui L.V., Rodríguez, A.M.R., Castro, E.G., & Gil-Agudelo, D.L. (2013). Composición, abundancia y distribución de las poblaciones de gasterópodos de importancia comercial em La Guajira, Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 61 (2), 683–700.
- Paraíba (Estado) (2000) Decreto do governo estadual n.º 21.263 de 28 de agosto de 2000 cria o Parque Estadual Marinho de “Areia Vermelha” e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado da Paraíba*, Brasil.
- Rios, E. C. (2009). Compendium of Brazilian Sea Shells. Rio Grande: FURG.
- Schroeder, R. E. (1962). Urchin killer. *Sea Frontiers*, 8, 156–160.
- Stephenson, S.P., Sheridan, N.E., Geiger, S.P., & Arnold, W.S. (2013). Abundance and distribution of large marine gastropods in nearshore seagrass beds along the gulf coast of Florida. *Journal of Shellfish Research*, 32, 305–313.  
<https://doi.org/10.2983/035.032.0209>

- Stoner, A. W. (2003). What constitute essential nursery habitat for a marine species? A case study of habitat form and function for queen conch. *Marine Ecology Progress Series*, 257, 275–289. <https://doi.org/10.3354/meps257275>
- Stoner, A. W., Davis, M. H., & Booker, C. J. (2012). Abundance and population structure of queen conch inside and outside a marine protected area: repeat surveys show significant declines. *Marine Ecology Progress Series*, 460, 101–114. <https://doi.org/10.3354/meps09799>
- Stoner, A. W., & Ray, M. (1996). Queen conch, *Strombus gigas*, in fished and unfished locations of the Bahamas: effects of a marine fishery reserve on adults, juveniles, and larval production. *Fishery Bulletin*, 94, 551–565.
- Tewfik, A. (2015). Losing the Shell Game: Consequences of Seascapes without Predatory Gastropods. In: *Proceedings of the 67th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, pp. 331–338.
- Tewfik, A., & Scheuer, B. (2013). Ecology of the King Helmet, *Cassis tuberosa* (L.), in South Caicos. *Caribbean Naturalist*, 2, 1–10.
- Thomas, C., Auscavitch, S., Brooks, A., & Stoner, A. (2015). Assessing essential Queen Conch (*Strombus gigas*) habitat in Eleuthera, The Bahamas: population declines suggest the urgent need for changes in management. In: *Proceedings of the 67th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, pp. 344–347.

Weeks, R. J., Russ, G. R., Alcala, A. C. & White, A. T. (2010). Effectiveness of Marine Protected Areas in the Philippines for Biodiversity Conservation. *Conservation Biology*, 24 (2), 531–540. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01340.x>

## CAPÍTULO 2

---

Manuscrito a ser submetido ao periódico Journal of Experimental Marine Biology and Ecology

**Preferência alimentar e comportamento predatório de *Cassia tuberosa* (Gastropoda: Cassidae) sobre duas espécies simpátricas de bolachas-da-praia (Echinodermata: Echinoidea) do Atlântico Sul Ocidental**

Ellori Laíse Silva Mota<sup>1\*</sup> & Thelma Lúcia Pereira Dias<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), CCEN, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 58059-970, Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, CCBS, Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Bairro Universitário, Campina Grande, PB, 58429-500, Brasil

\*Corresponding author: [ellorilsmota@gmail.com](mailto:ellorilsmota@gmail.com)



## Resumo

O gastrópode *Cassia tuberosa* é um mesopredador especialista em equinóides, capaz de desenvolver uma alta pressão de predação sobre as populações de suas presas. Sabe-se que este predador alterna a composição de sua dieta em função da disponibilidade dos tipos de presa no ambiente, se alimentando de ouriços-do-mar em áreas recifais e bolachas-da-praia em praias arenosas. Sabendo da importância de investigar como é regulada a dinâmica populacional das espécies e sua influência sobre a funcionalidade do ecossistema marinho, este estudo testou experimentalmente a hipótese de que o gastrópode *C. tuberosa* exibe preferência alimentar entre *Mellita quinquiesperforata* e *Encope emarginata*, duas espécies de bolachas da praia. O experimento consistiu em ofertar presas a predadores em aquários, empregando-se dois estágios experimentais, um em que as presas eram ofertadas separadamente (estágio 1) e outro em que as presas eram apresentadas simultaneamente (estágio 2). Para análise da preferência, as taxas de consumo de cada tipo de presa eram comparadas entre os estágios. Além da taxa de consumo de presas, foi possível caracterizar aspectos de seletividade de tamanho, local de perfuração, e padrão nictemeral de comportamento do predador sob condições de laboratório. O gastrópode *C. tuberosa* demonstrou preferência alimentar pela bolacha *Mellita quinquiesperforata*, e de maneira geral, apresentou maior seletividade de tamanho pelas presas de maior comprimento corporal. As perfurações foram feitas predominantemente na superfície oral e região peristomial, principalmente na área anterior, em ambas as espécies de presas. O predador apresenta maior taxa de atividade entre as primeiras horas da noite, estando estritamente relacionada ao comportamento de forrageio. Estes resultados destacam a importância de entender o funcionamento de redes alimentares do bentos marinho, e ampliam o conhecimento sobre a contribuição ecológica do gastrópode nas comunidades bentônicas de praias arenosas.

**Palavras-chave:** taxa de consumo, seletividade de tamanho, bolacha-da-praia, gastrópode predador, praia arenosa, King Helmet

## 1. Introdução

Por provocar efeitos significativos sobre o fluxo de energia transferido entre as populações ao longo do ecossistema (O'Neil, 1969), a preferência alimentar de predadores é um importante fator de regulação da dinâmica populacional (Rapport e Turner, 1970). Ao exercer preferência por presa, um predador pode alterar a dinâmica do sistema de cadeias alimentares do qual participa (Post et al., 2000). Por isso, entender como predadores determinam sua dieta e qual a magnitude das suas escolhas alimentares, pode ajudar a entender como possíveis alterações em mudanças populacionais de espécies de presas e predadores podem influenciar a dinâmica de redes alimentares (Stallings, 2010).

A preferência alimentar e as taxas de consumo de predadores sobre determinadas espécies de presas (i.e., o efeito do predador sobre as taxas de crescimento populacional das presas) são componentes críticos que podem determinar se a predação favorece ou não a coexistência de espécies (Escobar et al., 2018). A preferência por uma dada presa pode ser influenciada pela relação entre ganho energético da presa e o custo energético para captura e consumo desta (Hughes, 1980). E para entender estas relações alimentares presa-predador, o modelo experimental de Underwood et al. (2004) é consensualmente utilizado. Nele, são ofertadas ao predador cada tipo de presa individualmente e a taxa de consumo é quantificada e comparada com a taxa de consumo observada quando as presas são ofertadas simultaneamente.

No contexto marinho, entre os invertebrados, os quais compõem uma cadeia energética importante para as bases do ecossistema, as relações de preferência alimentar são bem estudadas, em especial sobre espécies de valor comercial (Dumas et al., 2013; Stallings, 2010). No entanto, por se tratar de um grupo de animais muito diversificado, os

estudos das redes alimentares que envolvem estes organismos sugerem uma alta complexidade de relações consumidor-recurso.

Dentre os invertebrados marinhos mais representativos, os moluscos compõem um grupo de organismos com uma alta diversidade de hábitos alimentares (Arruda et al., 2003). A predação, no entanto, é um hábito alimentar comum no grupo dos Littorinimorpha (Taylor et al., 1980), e entre os modelos de sistema presa-predador mais comumente conhecidos estão os gastrópodes Naticidae e suas presas bivalves (Kitchell et al., 1981; Chiba e Sato, 2012; Zlatev et al., 2019). Dentro desta ordem, destaca-se ainda a família Cassidae, cujas espécies apresentam irradiações adaptativas em função da especialização alimentar sobre equinodermos equinoides regulares e irregulares (ouriços-do-mar e bolachas-da-praia) que co-ocorrem com estes predadores ao longo de sua distribuição (Taylor, 1990).

O gastrópode *Cassia tuberosa* (Linnaeus, 1758) (Família Cassidae) é um mesopredador especialista em equinoides. O consumo dessas presas por *C. tuberosa* já é conhecido por estudos anteriores, nos quais são descritos eventos de predação do gastrópode sobre uma variedade de espécies de ouriços-do-mar (Moore, 1956; Schoeder, 1962; Hughes e Hughes, 1971, 1981; Levitan e Genovese, 1989; Pequeno e Matthews-Cascon, 2010) e bolachas-da-praia (Foster, 1947; Gladfelter, 1978; McClintock e Marion, 1993; Pequeno e Matthews-Cascon, 2001; Tewfik e Scheuer, 2013; Mota, 2014; Grun, 2017).

O sistema presa-predador que envolve o gastrópode *Cassia tuberosa* e algumas espécies utilizadas como presas foi analisado sob condições de laboratório pela primeira vez por Hughes e Hughes (1971). No estudo, estes autores buscaram, de forma principalmente descritiva, analisar aspectos como atividade alimentar, método de ataque e perfuração das carapaças das presas, taxa de consumo e preferência alimentar do

predador sobre espécies de ouriços-do-mar. Segundo Chiba e Sato (2012), avaliações de relações presa-predador sob condições de laboratório são importantes para dimensionar o impacto potencial de predadores sobre as populações de suas presas e estrutura da comunidade, uma vez que estes estudos experimentais devem revelar as taxas de consumo e preferência alimentar do predador.

*Cassia tuberosa* desenvolve uma alta pressão de predação sobre as populações de suas presas (Gladfelter, 1978; Engstrom, 1982), o que consequentemente, afeta diretamente as funções ecológicas desenvolvidas por estas presas no ambiente marinho. Sabe-se que *C. tuberosa* alterna a composição de sua dieta em função da disponibilidade dos tipos de presa em determinados ambientes, se alimentando de ouriços-do-mar em áreas recifais e bolachas-da-praia em ambientes de praias arenosas (McClintock e Marion, 1995; Dias et al., 2017).

Bolachas-da-praia são organismos bioturbadores que se alimentam de partículas orgânicas, protistas microeucariontes e bactérias aderidas a partículas inorgânicas (Findlay e White, 1983; Brustolin et al., 2016) e tais aspectos alimentares tem implicações para a ciclagem de nutrientes e produtividade secundária do ambiente marinho (Steimle, 1989). Sendo assim, é imprescindível investigar as relações presa-predador que envolvem estes organismos, para ampliar o conhecimento acerca das regulações populacionais e sua consequente influência na funcionalidade do ecossistema marinho, resultantes destas interações.

Diante deste contexto, no presente estudo testamos a hipótese de que o gastrópode predador *Cassia tuberosa* exibe preferência alimentar por uma das espécies simpátricas de bolachas da praia *Mellita quinquiesperforata* e *Encope emarginata*, que co-ocorrem com o gastrópode em um ambiente de praia arenosa no Nordeste do Brasil. Além disso,

caracterizamos aspectos de seletividade de tamanho das presas e do local de predação, e padrão nictemeral de comportamento do gastrópode sob condições de laboratório.

## 2. Materiais e métodos

### 2.1. Organismos estudados e captura dos espécimes

O gastrópode *Cassia tuberosa* é uma espécie de grande porte que é alvo de captura ao longo de toda a sua distribuição devido ao valor estético e econômico de sua concha (Tewfik e Scheurer, 2013; Dias et al., 2017). A espécie apresenta distribuição geográfica restrita à região tropical do continente americano, ocorrendo da Carolina do Norte até o litoral sudeste do Brasil (Rios, 2009), incluindo o Golfo do México, Caribe e Cabo Verde, no oeste da África (Tewfik e Scheurer, 2013). *C. tuberosa* é predador noturno que abrange em sua dieta, pelo menos, 14 espécies de presas equinoides (Hughes e Hughes, 1981; Dias et al., 2017). Destas, os ouriços-do-mar *Echinometra lucunter* e *Diadema antillarum* são as mais citadas (Dias et al., 2017), embora bolachas-da-praia (*Mellita quinquiesperforata*, *Leodia sexiesperforata* e *Clypeaster rosaceus*) sejam citadas como presas em alguns estudos em habitat natural, em laboratório e através do registro fóssil (e.g. McClintock e Marion, 1995; Tewfik e Scheurer, 2013; Dias et al., 2017; Grun e Nebelsick, 2017).

Ao atacar sua presa equinoide, *Cassia tuberosa* a envolve com seu pé muscular e everte sua probóscide para imobilizar a presa (Hughes e Hughes, 1981). O gastrópode utiliza a neurotoxina presente em glândulas salivares modificadas para imobilizar os espinhos e pés ambulacrais das presas (Cornman, 1963). Em seguida, projeta sua rádula tenioglossa para perfurar um pequeno orifício no esqueleto calcário da presa e raspar os

tecidos internos (Hughes e Hughes, 1971; 1981). Estudos recentes buscam identificar as implicações ecológicas do seu comportamento predatório sobre as populações de suas presas (Grun, 2017; Tyler et al., 2018). No aspecto reprodutivo, *C. tuberosa* é pouco conhecida. Sabe-se apenas que, no nordeste do Brasil, indivíduos adultos depositam suas desovas sobre macroalgas do gênero *Padina* durante o dia (Dias e Mota, 2015).

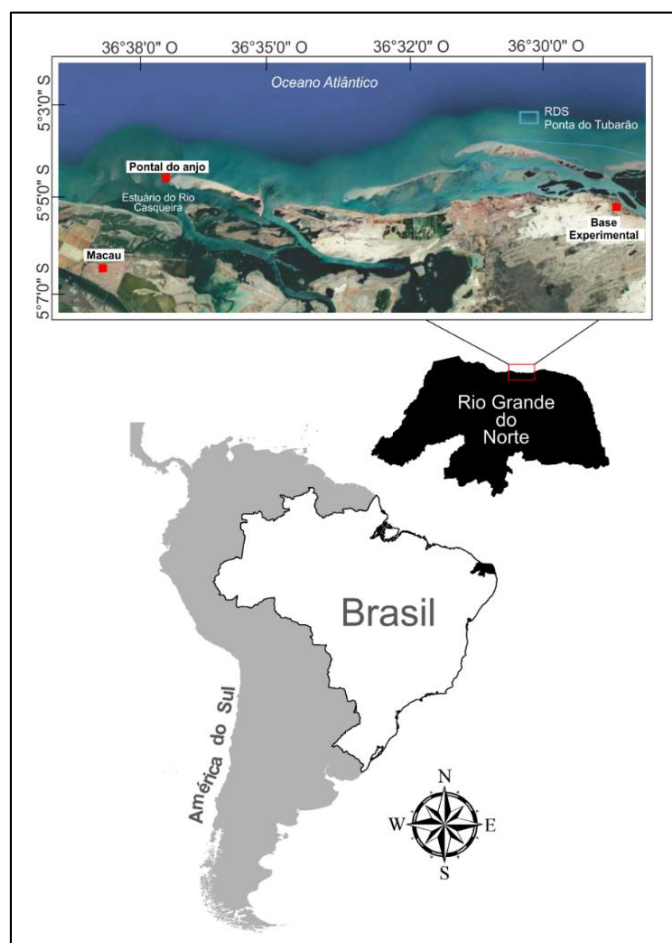
A espécie *Mellita quinquiesperforata* (Leske, 1778) é um equinodermo pertencente à família Mellitidae, de ocorrência muito comum e abundante ao longo de regiões costeiras de substrato arenoso, distribuindo-se da costa do Caribe até o Brasil (Serafy, 1979). *M. quinquiesperforata* alimenta-se da comunidade microbiana bentônica, recurso alimentar primário para a cadeia trófica de detritívoros (Findlay e White, 1983), bem como detritos orgânicos, diatomáceas, foraminíferos e dinoflagelados (Moss e Lawrence, 1972; Lane e Lawrence, 1982).

A bolacha-da-praia *Encope emarginata* (Leske, 1778) é também uma das espécies da família Mellitidae mais comuns de áreas costeiras das zonas tropical e subtropical do oceano Atlântico Ocidental (Giberto et al., 2004) e tem ocorrência do sul de Yucatán até o Uruguai (Martínez e Mooi, 2005). É geralmente encontrada em regiões de praias compostas por sedimento areno-lamoso próximas a zonas estuarinas (Brustolin et al., 2016). Ocorre em aglomerados populacionais ou manchas (Giberto et al., 2004), e assim como as demais espécies da família Mellitidae, possui hábito bioturbador ao se alimentar sobre detritos orgânicos, bactérias e microeucariontes (Challener et al., 2009; Brustolin et al., 2014).

A relação alimentar entre o predador *Cassia tuberosa* e sua presa *Mellita quinquiesperforata* foi primeiramente registrada por Moore (1956), posteriormente observada por Work (1969) e Hughes e Hughes (1981), e investigada em estudo experimental por Pequeno e Matthews-Cascon (2001). O comportamento predatório

sobre a espécie *Encope emarginata* ainda não havia sido observado. Work (1969) destaca que bolachas-da-praia do gênero *Encope* não compõem a dieta do gastrópode na Venezuela.

Os animais, tanto os predadores quanto as presas, foram coletados durante a maré baixa em uma região de praia arenosa do município de Macau, extremo norte do estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. A praia do Pontal do Anjo ( $5^{\circ}04'49,4''\text{S}$ ,  $36^{\circ}36'02,0''\text{O}$ ) (Fig. 1), está localizada numa faixa de terra localizada aproximadamente 2,5 km da linha da costa da praia de Camapum, Macau.



**Figura 1.** Localização geográfica do local de captura dos espécimes (Pontal do Anjo, Macau – RN) e da base experimental de realização da pesquisa.

O acesso é feito exclusivamente em embarcações. Durante a maré baixa, os animais foram coletados manualmente, acondicionados em tanques de plástico e rapidamente transportados para a base experimental, preparada para com tanques de experimentação em laboratório montado exclusivamente para desenvolvimento deste estudo no distrito de Diogo Lopes, a cerca de 18 km de distância do local de coleta dos espécimes.

Foram utilizados 3 tanques que mediam 100 x 60 x 45 cm, com capacidade total de 171 litros. Os tanques foram preparados com uma camada de 5 cm de areia da praia onde os espécimes foram coletados, e preenchidos com aproximadamente 120 litros de água do mar. Os tanque continham aeradores em constante funcionamento e os parâmetros físico-químicos da água (pH, amônia, nitrito e temperatura) foram monitorados a cada 4 horas.

## 2.2. *Desenho experimental para avaliar a preferência alimentar*

Para testar a preferência de *Cassia tuberosa* entre *Mellita quinquiesperforata* e *Encope emarginata*, foi utilizado um experimento de preferência por presa seguindo a metodologia de Underwood et al. (2004), em que as taxas de consumo do predador são medidas quando as presas são ofertadas individualmente (estágio 1) e comparadas com a taxa de consumo de quando são ofertadas ao predador simultaneamente (estágio 2). Este desenho experimental tem sido bem aceito e aplicado por outros estudos de preferência por presas envolvendo outros organismos marinhos (Dumas et al., 2013). A quantidade de presas ofertadas em cada tratamento foi sempre 6 indivíduos por tanque (por predador), assim, quando o tratamento tinha as duas espécies de presas simultaneamente (estágio 2), eram apresentados 3 exemplares de cada espécie. E quando os tratamentos variaram as



densidades, uma das espécies era apresentada em dobro em função da outra, em uma proporção 4:2 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Descrição do processo experimental utilizado para analisar a preferência alimentar de *Cassia tuberosa*.

<b>Desenho experimental</b>		
<b>Estágio 1: presas ofertadas separadamente</b>		
Tratamento 1	<i>Mellita quinquiesperforata</i> apenas	N = 6
Tratamento 2	<i>Encope emarginata</i> apenas	N = 6
<b>Estágio 2: presas ofertadas simultaneamente</b>		
	<i>Mellita quinquiesperforata</i>	<i>Encope emarginata</i>
Tratamento 3	N = 2	N = 4
Tratamento 4	N = 4	N = 2
Tratamento 5	N = 3	N = 3

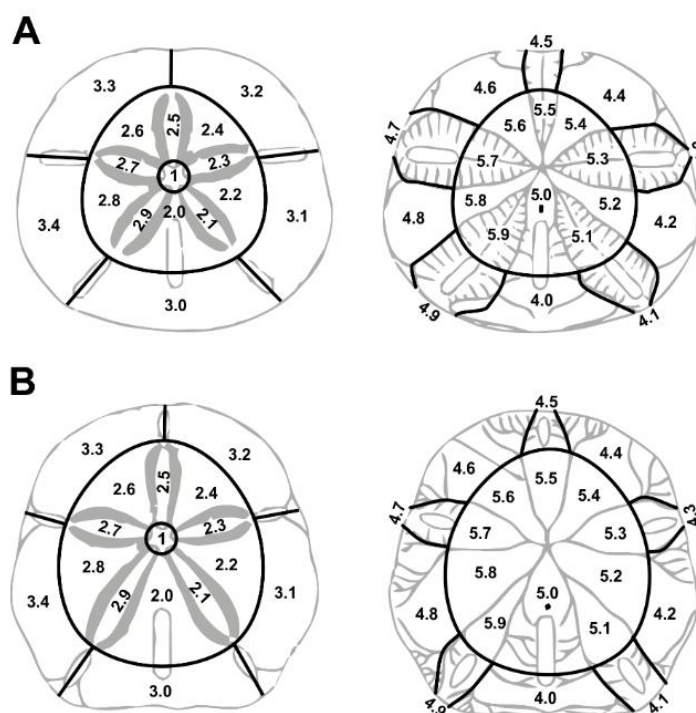
Cada tratamento teve duração de 72 horas e foi replicado três vezes, totalizando 216 horas de experimentação por tratamento. Em geral, toda a aplicação do desenho experimental durou 1.080 horas. Entre a aplicação de um tratamento e outro, os espécimes de *Cassia tuberosa* foram mantidos em um período de fome de 24 horas.

Durante o experimento foram obtidos os dados de taxa de consumo de presas (número de presas consumidas por unidade de tempo), tempo de manipulação da presa (foi registrado a hora inicial e final do comportamento predatório), padrão de perfuração e tamanho da presa.

Os espécimes predados de *Mellita quinquiesperforata* e *Encope emarginata* foram medidos (altura e diâmetro). A altura representou a distância máxima entre as margens anterior e posterior do organismo, cruzando o sistema apical. O diâmetro corresponde a distância máxima entre as extremidades laterais, esquerda e direita, cruzando as regiões interambulacrais 2 e 4.

As perfurações ocasionadas pelo gastrópode nos esqueletos das presas foram analisadas em função do (1) número de furos; (2) dimensão do furo; (3) seletividade de tamanho da presa; (4) relação entre tamanho do furo e tamanho da presa; e (5) seletividade de região da perfuração. A região da perfuração foi analisada seguindo os parâmetros utilizados por Grun (2017), que mapeou as faces oral e aboral da bolacha-da-praia delimitando subdivisões em função de suas características morfológicas. Este modelo foi adaptado de acordo com as espécies do presente estudo e é ilustrado na figura 2.

Os furos foram então caracterizados de acordo com sua localização no corpo da presa, sendo aboral (1-3) ou oral (4-5); marginal (3 ou 4) ou central (1, 2 ou 5). A região (1) corresponde ao sistema apical; (2) região dos petaloides; (3) margem aboral; (4) margem oral; e (5) região oral central (Fig. 2).



**Figura 2.** Esquematização das superfícies aboral (esquerda) e oral (direita) das espécies de bolacha-da-praia (a) *Mellita quinquesperforata* e (b) *Encope emarginata*. As superfícies são divididas em regiões específicas em função da anatomia das espécies para análise de seletividade de área de perfuração (figura modificada de Grun, 2017).

Exemplares de ambas as espécies consumidas e não consumidas durante o experimento foram dissecados para ilustração da anatomia interna e visualização dos tecidos internos do corpo das presas.

### 2.3. Aspectos comportamentais em condições de laboratório

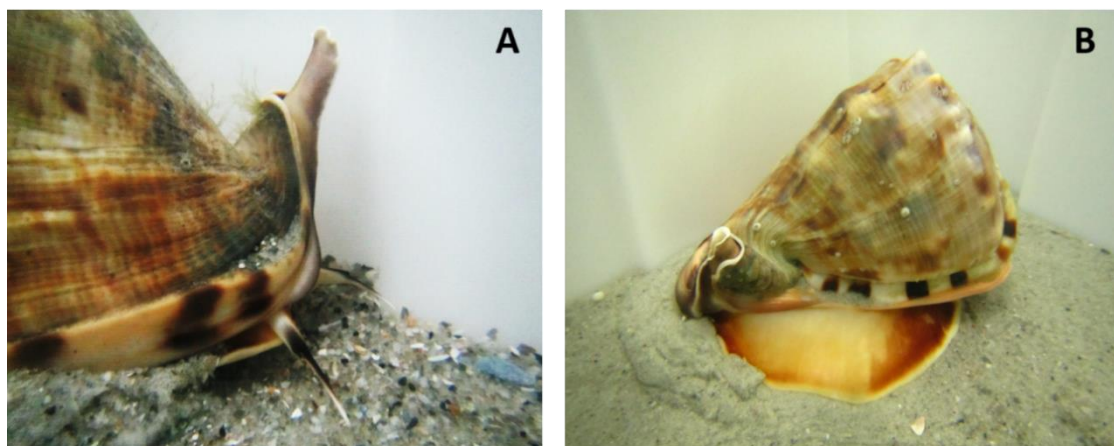
Durante todo o experimento, os gastrópodes foram constantemente monitorados e aspectos comportamentais foram registrados em função do ciclo nictemeral. Foram registrados os horários de início e final dos comportamentos (descritos da tabela 2) a fim de calcular a duração de cada um destes.

**Tabela 2.** Descrição dos comportamentos observados durante o processo experimental.

<b>Comportamento</b>	<b>Descrição</b>
Deslocamento	Deslocando-se livremente sobre o substrato
Repouso	Em repouso sobre o substrato, desenterrado, sem movimentação ou deslocamento
Enterrado	Coberto pelo substrato, com porção dorsal da concha parcialmente evidenciada
Busca por alimento	Deslocando-se com o sifão estendido cerca de 2 cm acima da extremidade do canal sifonal e os tentáculos cefálicos também estendidos para frente (Fig. 3A)
Predando	Posicionado sobre a presa, pé muscular completamente estendido em volta da presa (Fig. 3B)

#### 2.4. Análise estatística

Com relação aos valores utilizados para os testes estatísticos de preferência, foram considerados valores esperados sendo as taxas de consumo de cada presa obtidas durante o estágio 1 (sem escolha); e os valores observados, sendo as taxas de consumos de cada presa obtidas durante o estágio 2 (com escolha) (Underwood e Clarke, 2005). O consumo observado de presas foi então comparado com o consumo esperado através de testes de  $X^2$ .



**Figura 3.** (A) *Cassis tuberosa* em posição de forrageio com tentáculos e sifão estendidos. (B) Gastrópode manipulando a presa durante alimentação, pé muscular totalmente dilatado envolvendo a presa. Foto. Ellori. L. S. Mota.

As expectativas nulas de não preferência foram calculadas pelas equações de máxima verossimilhança conforme Underwood e Clarke (2005; Seção 2.4 e Apêndice A.1) com proporção estimada precisa de  $H_0$ . Um novo teste  $X^2$  foi aplicado para os valores estimados obtidos.

Os dados de taxa de consumo, tempo de manipulação da presa e padrões comportamentais nictemerais sob condições de laboratório foram quantificadas e apresentadas de forma descritiva. A diferença entre o tempo de manipulação das espécies de presas foi testada através do teste de médias Mann-Whitney.

O padrão de perfuração foi analisado de forma descritiva. As frequências de perfuração em função das medidas do furo foram apresentadas em forma de histogramas separadamente para cada uma das espécies. Foram calculados testes de média (Mann-Whitney) para verificar se existe diferença significativa entre o diâmetro do furo entre as espécies de presas. Um teste de Correlação de Pearson foi aplicado para verificar se existe relação significativa entre o diâmetro do furo e a altura da presa.

A duração média de cada tipo de comportamento foi calculada. Foram contabilizadas quantas vezes os comportamentos ativos e inativos foram iniciados a cada hora do ciclo de diário (24h) para evidenciar (de forma gráfica) como se comporta o padrão de atividade de *Cassis tuberosa* ao longo do dia.

### **3. Resultados**

#### *3.1. Dados dos espécimes*

Um total de nove indivíduos de *Cassis tuberosa* foram utilizados durante o experimento e apresentaram uma média de tamanho da concha (distância da ponta do canal sifonal até a extremidade da espira) de 10,1 cm, sendo o menor e maior tamanho 8,1 cm e 12,8 cm, respectivamente.

Ao todo, foram utilizadas no experimento 166 bolachas-da-praia, sendo 88 da espécie *Mellita quinquiesperforata* e 78 da espécie *Encope emarginata*. O tamanho médio das

presas coletadas e utilizadas na etapa de experimentação foi de 49,23 mm de altura ( $\pm 3,68$  mm) e 53,84 mm de diâmetro ( $\pm 3,91$  mm) para indivíduos de *M. quinquiesperforata*; e de 75,35 mm de altura ( $\pm 7,89$  mm) e 73,13 mm de diâmetro ( $\pm 7,57$  mm) para indivíduos de *E. emarginata*.

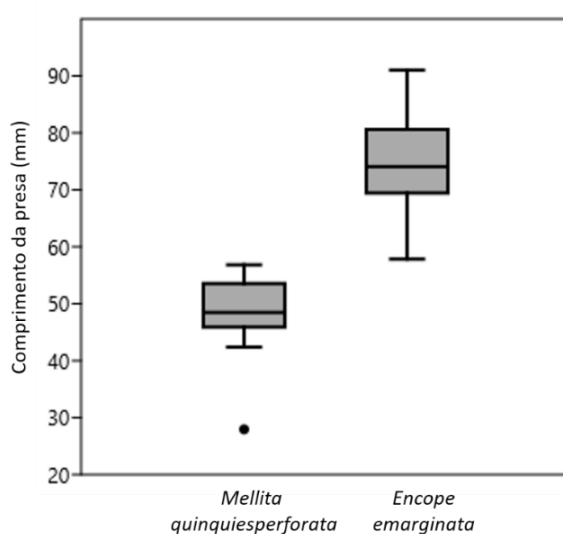
### 3.2. Taxa de consumo e presa preferencial

Com relação ao comportamento de escolha por parte do predador, os indivíduos da espécie *M. quinquiesperforata* que foram consumidos durante o experimento mediram em média 49,11 mm de altura ( $\pm 3,85$  mm) e 53,90 mm de diâmetro ( $\pm 4,30$  mm) (Fig. 4). O menor indivíduo consumido mediu 27,96 mm de altura e 28,82 mm de diâmetro, e o maior indivíduo consumido mediu 56,81 mm de altura e 68,35 mm de diâmetro. Os indivíduos desta espécie apresentados aos predadores e ignorados ao longo do experimento mediram em média 49,38 mm de altura ( $\pm 3,45$  mm) e 53,88 mm de diâmetro ( $\pm 3,41$  mm).

Dentre os indivíduos de *Encope emarginata*, o tamanho médio dos espécimes consumidos durante o experimento foi de 74,42 mm de altura ( $\pm 7,15$  mm) e 72,57 mm de diâmetro ( $\pm 7,18$  mm) (Fig. 4). O menor indivíduo consumido mediu 57,83 mm de altura e 55,96 mm de diâmetro, e o maior mediu 91,02 mm de altura e 87,72 mm de diâmetro. Os espécimes ignorados pelo predador mediram em média 75,84 mm de altura e 73,43 mm de diâmetro ( $\pm 7,80$  mm).

Não houveram diferenças significativas entre os tamanhos das presas consumidas e ignoradas durante o experimento (*Mellita quinquiesperforata*:  $U = 952$ ,  $p = 0,98$ ; *Encope emarginata*:  $t = 0,618$ ,  $p = 0,53$ ).

Das 166 presas ofertadas aos predadores durante os estágios experimentais, 97 foram consumidos, sendo 67 espécimes de *Mellita quinquiesperforata* e 30 de *Encope emarginata*. No estágio 1, foram consumidas 36 bolachas-da-praia ao todo, sendo 23 *M. quinquiesperforata* (63,9% dos ataques) e 13 *E. emarginata* (36,1%). No estágio 2, foram consumidas 61 bolachas ao todo, sendo 44 *M. quinquiesperforata* (72,1% dos ataques) e 17 *E. emarginata* (27,9%). O consumo máximo observado da espécie *M. quinquiesperforata* foi de 6 indivíduos/dia e de *E. emarginata* de 3 indivíduos/dia.



**Figura 4.** Variação de comprimento dos indivíduos consumidos entre as espécies de bolachas-da-praia estudadas.

Durante o estágio 1, em que não houve possibilidade de escolha, a taxa de consumo média foi de 2,5 ind/dia de *M. quinquiesperforata* e de 1,4 ind/dia de *E. emarginata*. O número máximo de presas consumidas por dia de *Mellita* foi de 6 indivíduos, e de *Encope* foi de 3 indivíduos. No estágio 2, quando houve possibilidade de escolha, a média da taxa de consumo foi de 1,8 ind/dia de *M. quinquiesperforata* e de 0,4 ind/dia de *E. emarginata*. O consumo máximo por dia observado ao longo deste estágio, foi de 5 indivíduos de *Mellita* e 2 indivíduos de *Encope*.

A preferência foi detectada ao comparar as taxas de consumo de presas pelo gastrópode demonstradas nos estágios 1 e 2 (tratamento 3) ( $X^2 = 3,79$ ,  $p = 0,05$ ) e ao observar as taxas de consumo mais significativas, apontando que o predador prefere *Mellita quinquiesperforata*. Quando as proporções das espécies de presas foram alternadas (Estágio 2: tratamentos 4 e 5), não foram detectadas diferenças (Tabela 3), o que demonstra que alternâncias na densidade de presas não influenciam significativamente nas taxas de consumo do gastrópode.

**Tabela 3.** Número de presas consumidas durante o experimento (réplicas de cada tratamento foram agrupadas; descrição dos tratamentos estão na Tabela 1). O teste  $X^2$  compara as taxas de consumo do predador quando as presas são apresentadas isoladamente (sem escolha) e simultaneamente (com escolha).

Número de presas consumidas							
Tratamento	1	2					
	<i>Mellita</i>	<i>Encope</i>					
Sem escolha	23	15					
Tratamento	3	4		5			
Com escolha	14	2	14	8	14	5	
$X^2$ 1 df	3,79	0,05		0,96			
$p$	0,05	0,80		>0,30			

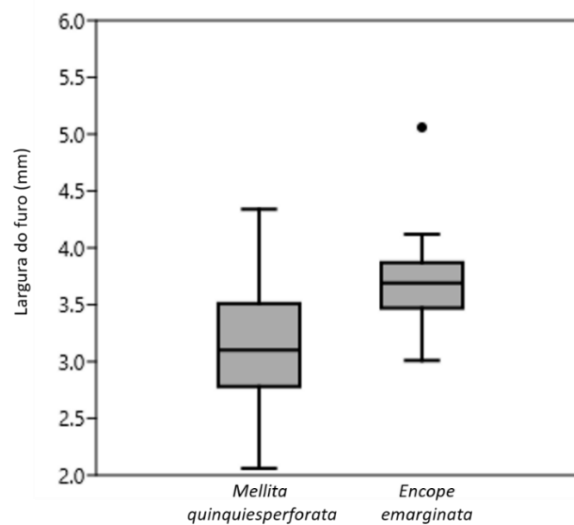
### 3.3. Padrões de perfuração nos esqueletos das presas

Os diâmetros dos furos deixados por *Cassia tuberosa* sobre as carapaças das presas apresentaram média de tamanho de 3,12 mm ( $\pm 0,5$  mm) em *Mellita quinquiesperforata* e de 3,71 mm (0,37 mm) em *Encope emarginata* (Fig. 5). Os histogramas de distribuição do tamanho do furo indicam que, para a espécie *M. quinquiesperforata* as maiores frequências de ocorrência atingem diâmetros entre 2,5 mm e 3,8 mm, mas para a espécie

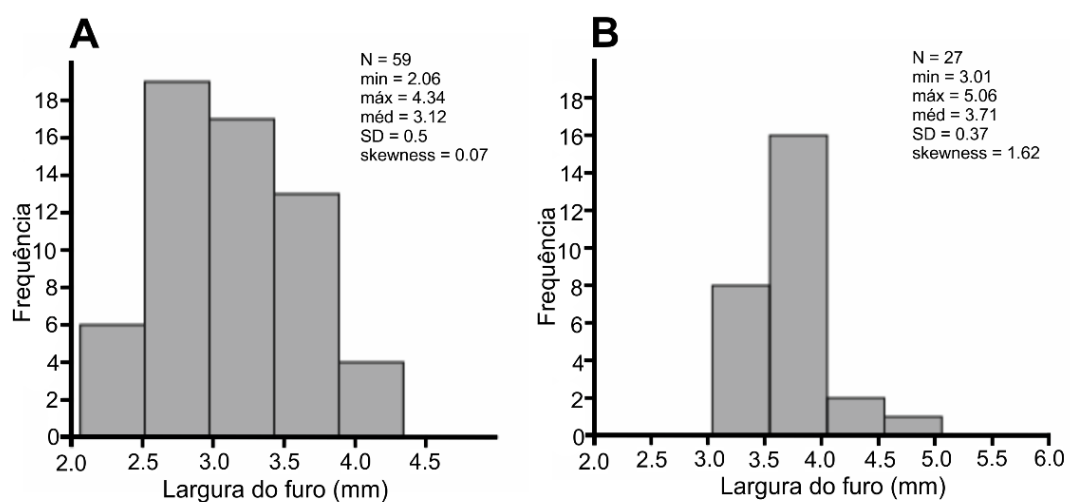


*E. emarginata* as frequências ocorrem limitadas a uma amplitude menor, entre 3,5 mm e 4 mm (Fig. 6).

As medidas das perfurações diferiram significativamente entre as espécies ( $U=249,5$ ;  $p < 0,001$ ). O diâmetro da perfuração apresentou correlação positiva com a altura das carapaças das presas ( $r = 0,52$ ,  $p < 0,001$ ) (Fig. 7). Assim, em presas maiores, o diâmetro do furo foi maior.

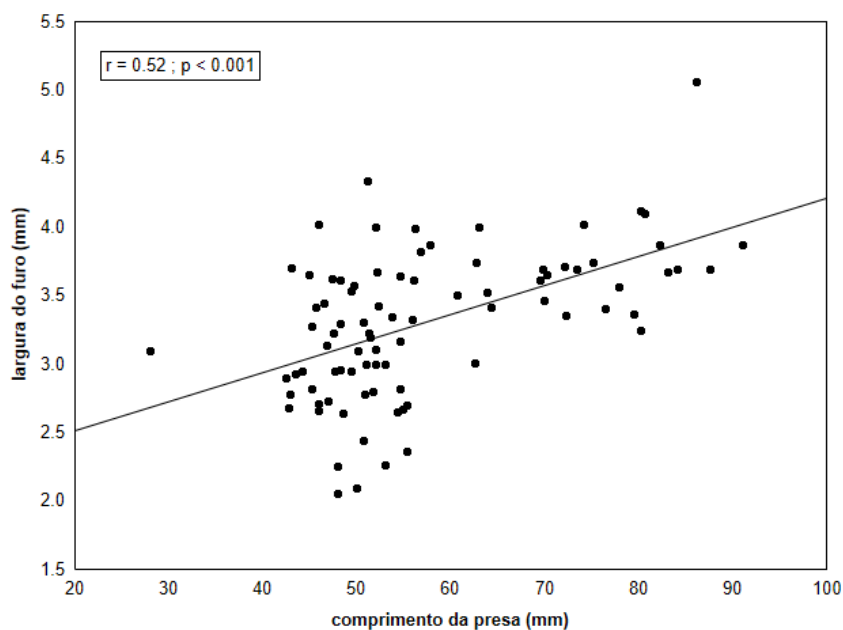


**Figura 5.** Diâmetro do furo provocado pelo predador entre as espécies de presas consumidas.



**Figura 6.** Histogramas de distribuição do diâmetro do furo sobre as espécies de presas: (A) *Mellita quinquesperforata* e (B) *Encope emarginata*.

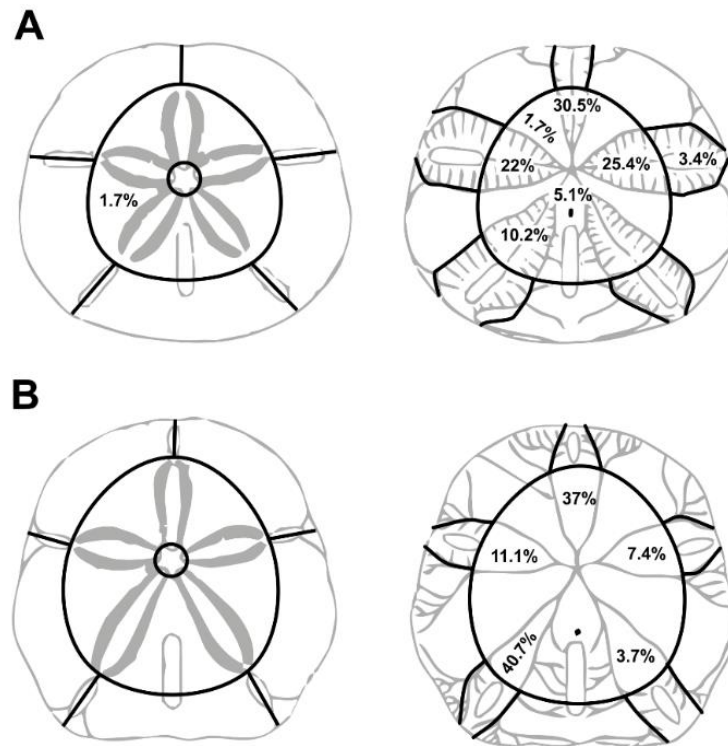
Do total de indivíduos consumidos durante o experimento foram analisadas 59 carapaças de *Mellita quinquiesperforata* (N = 8 foram quebradas) e 27 de *Encope emarginata* (N = 3 foram quebradas). Das carapaças de *Mellita* analisadas, 94,9% das perfurações foram feitas na região oral central (5), 3,4 % na margem oral e 1,7% na região dos petaloides (Fig. 8A). As carapaças de *Encope* apresentaram incidência de perfuração dispostas totalmente na região oral central, com 88,9% dos furos localizados à esquerda do peristômio (Fig. 8B). Em todo o experimento, apenas uma perfuração ocorreu na região aboral, sendo em um espécime de *M. quinquiesperforata*. Houve apenas um registro de carapaças perfuradas mais de uma vez, também em um indivíduo desta espécie.



**Figura 7.** Correlação de Pearson positiva relacionando o diâmetro do furo e o comprimento da presa.

Exemplares das presas consumidas e não consumidas que foram dissecados, evidenciaram a diferença no arranjo da estrutura interna da carapaça entre as espécies

estudadas (Figs. 9 e 10). Observa-se que, em *Encope emarginata* configura-se uma alta complexidade estrutural interna, organizada com um grande número de microcanais de calcita que conectam as placas oral e aboral (pilares ou trabéculas), delimitando fortemente os tecidos internos.



**Figura 8.** Ilustração comparando a incidência de perfuração nas áreas das carapaças das presas (A) *Mellita quinquiesperforata* e (B) *Encope emarginata* (figura modificada de Grun, 2017).



**Figura 9.** Presas não consumidas dissecadas (superfície oral). (A) *Mellita quinquiesperforata* possui arranjo estrutural interno mais simples. (B) *Encope emarginata* apresenta maior complexidade estrutural interna. Foto. Ellori. L. S. Mota.



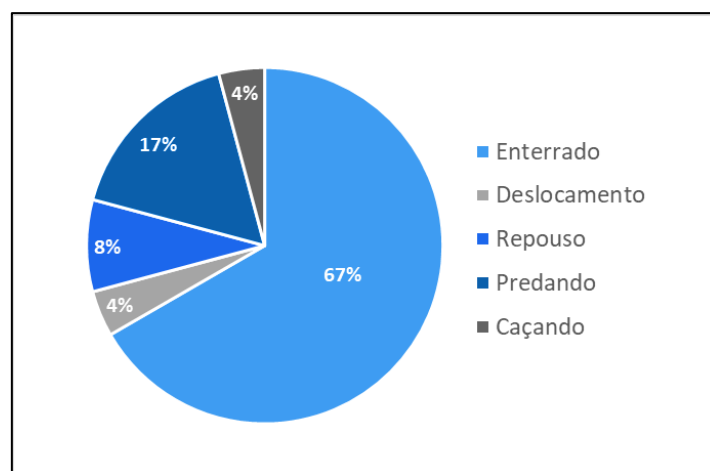
**Figura 10.** Indivíduo de *Encope emarginata* consumido e posteriormente dissecado (superfície oral). (A) Evidência de predação: furo localizado na região anterior da superfície oral (seta). (B) Depleção do tecido interno localizado imediatamente sob a evidência de predação (círculo). Foto. Ellori. L. S. Mota.

### 3.4. Padrões de comportamento em condições de laboratório

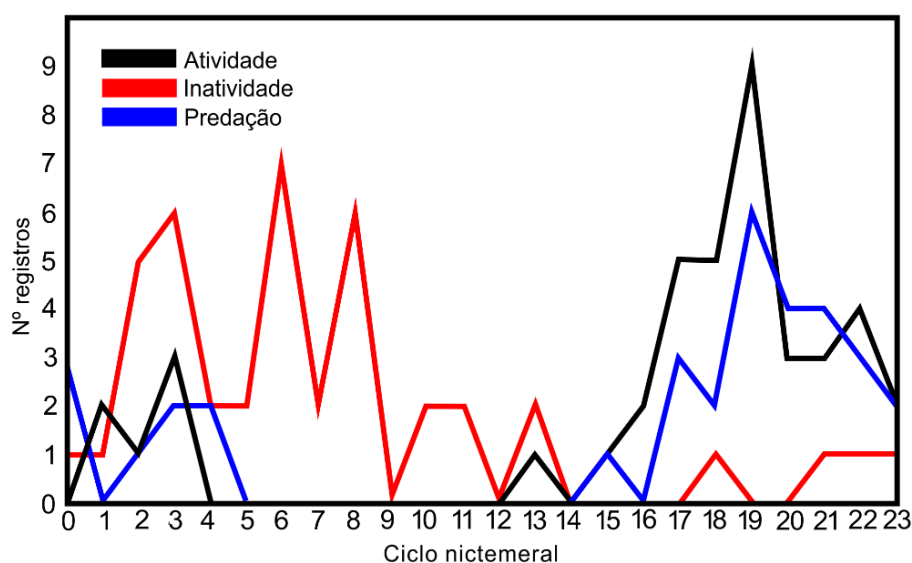
Com relação aos comportamentos desenvolvidos por *Cassis tuberosa* sob condições experimentais, foi observado que o gastrópode passa a maior parte do dia desempenhando

comportamentos de baixa atividade. Em média, o gastrópode passa aproximadamente 16 horas/dia enterrado (66,7%), 2 horas/dia em repouso (8,3%), 1 hora/dia movendo-se sobre o substrato (4%), 1 hora/dia buscando a presa (4%), e 4 horas/dia predando (17%) (Fig. 11).

Ao longo do ciclo nictemeral (24 horas), o gastrópode demonstrou um padrão de atividade bem definido. Os registros dos horários de início dos comportamentos ativos (deslocamento, forrageio e predação) apresentaram seus picos nas primeiras horas do período noturno, por volta das 19 horas. Os comportamentos de baixa ou nenhuma atividade (enterrado e repouso) iniciaram nas primeiras horas do período diurno, apresentando picos por volta das 6 horas (Fig. 12). Os registros de início do comportamento predatório foram ilustrados de forma isolada (linha azul, Fig. 12) para demonstrar que os comportamentos ativos de forma geral, estão estritamente relacionados às atividades alimentares do gastrópode. Ainda é importante destacar, que nenhum evento de predação foi iniciado no período entre 5h-14h.



**Figura 11.** Representatividade dos comportamentos desenvolvidos por *Cassis tuberosa* ao longo do dia sob condições experimentais.



**Figura 12.** Frequência dos comportamentos ativos e inativos do padrão de atividade de *Cassia tuberosa* ao longo do ciclo nictemeral.

O tempo de manipulação das espécies de presas diferiu significativamente ( $U = 132$ ;  $p < 0,001$ ), sendo o tempo de manipulação de *Mellita quinquiesperforata* em média de 1h31min (Mín.: 0h31min; Máx.: 3h15min), enquanto *Encope emarginata* foi totalmente consumida em 2h35min em média (Mín.: 1h46min; Máx.: 3h40min). O tempo de manipulação demonstrou correlação positiva com o tamanho das presas (*M. quinquiesperforata*:  $r = 0,56$ ,  $p < 0,001$ ; *E. emarginata*:  $r = 0,37$ ,  $p < 0,05$ ), ou seja, presas maiores demoram mais a ser consumidas.

#### 4. Discussão

O presente estudo buscou reproduzir em laboratório um sistema presa-predador observado em um ambiente natural localizado no Sudoeste do Atlântico, envolvendo o gastrópode predador *Cassia tuberosa* e suas presas, duas espécies simpátricas de

bolachas-da-praia (Mota, 2014). A partir deste cenário, uma análise experimental possibilitou o teste da hipótese de preferência alimentar do gastrópode em função das duas espécies de presas.

Exemplares do gastrópode que foram utilizados no experimento podem ser considerados indivíduos jovens a subadultos, visto que estudos anteriores tratam como adultos espécimes medindo a partir de 14 cm de comprimento da concha (McClintock e Marion, 1993; Levitan e Genovese, 1989; Hughes e Hughes, 1971; Nieto-Bernal et al. 2013). As bolachas-da-praia estudadas diferem quanto ao porte, sendo *Encope emarginata*, uma espécie de maior altura e diâmetro, quando comparada a *Mellita quinquiesperforata*.

Os resultados experimentais confirmaram a hipótese de que *Cassis tuberosa* possui preferência alimentar sobre uma das espécies de bolacha-da-praia que vivem em simpatria, e co-ocorrência com o gastrópode predador. Sendo assim, indivíduos jovens de *C. tuberosa* tem preferência pela presa *Mellita quinquiesperforata*. Esta espécie de bolacha-da-praia é a mais comumente encontrada na costa oeste do Atlântico, com grande abundância registrada no Texas, Mississippi, América Central e Sul do Brasil (Moore, 1956; Tavares e Borzone, 2006).

Estudos anteriores analisaram aspectos alimentares de *Cassis tuberosa* sob condições de laboratório, sendo o presente estudo o primeiro a considerar o protocolo experimental mais bem difundido (por Underwood e Clarke, 2005), para análise de preferência alimentar. A primeira tentativa de estudo sobre hábito alimentar e escolha entre espécies de presas equinoides, utilizou vários indivíduos (onze no total) do gastrópode em um mesmo tanque experimental (Hughes e Hughes, 1971). O uso de dois ou mais indivíduos do predador em um experimento alimentar é menos desejável devido a influência causada pelas interações (e.g. competição) entre os predadores. Os resultados obtidos neste tipo

de estudo apenas refletem diferenças de escolha ou palatabilidade pelas potenciais espécies presas ofertadas (Peterson e Renaud, 1989).

De maneira geral, *Cassia tuberosa* exerce predação sobre uma variedade de espécies equinoides. Foram até o presente, quatorze espécies registradas, pertencentes a dez famílias da classe Echinoidea, porém, a espécie *Encope emarginata* foi aqui registrada pela primeira vez como espécie presa componente da dieta do gastrópode. Desta forma, amplia-se o número de espécies da família Mellitidae que participam da dieta do gastrópode ao longo de sua distribuição (três espécies: *Mellita quinquiesperforata*, *Leodia sexiesperforata* e *Encope emarginata*).

Embora *Cassia tuberosa* tenha apresentado preferência alimentar pela espécie *Mellita quinquiesperforata* no presente estudo, observa-se, a partir da literatura existente, que o gastrópode deve alternar a preferência alimentar em função do contexto ambiental de disponibilidade de presas. Quando apresentados a uma grande variedade de equinoides por Hughes e Hughes (1971), *C. tuberosa* apresentou uma maior incidência de predação sobre o ouriço-do-mar *Echinometra lucunter*, ignorando completamente a bolacha-da-praia *M. quinquiesperforata*. Porém, no ambiente estudado, com a ausência de outros equinoides e presença abundante de bolachas-da-praia, especialmente *Mellita quinquiesperforata*, *C. tuberosa* utilizou as presas disponíveis, com preferência por *Mellita*, embora tenha consumido *Encope emarginata* tanto em condições experimentais quanto na natureza, conforme registrado por Mota (2014).

O comportamento de troca de estratégia alimentar já foi observado para outros gastrópodes marinhos que também apresentam uma grande variedade de espécies presas e alternam a preferência alimentar a medida que a disponibilidade de espécies de presas muda (Hughes, 1986). A composição da dieta ofertada aos predadores pode revelar uma preferência alimentar hierárquica, ou seja, quando submetidos a experimentos



alimentares de múltipla escolha com diversas combinações de dieta, estes animais podem alternar sua preferência alimentar em função das espécies disponíveis (Hughes, 1986; Hall et al., 1982).

Espécies simpátricas de bolachas-da-praia podem apresentar vantagem competitiva ao consumir de forma seletiva alimentos de diferentes tamanhos (Challener et al., 2009; Brustolin et al., 2016). Sendo assim, *Cassia tuberosa* enquanto importante agente de mortalidade de suas presas (Gladfelter, 1978) pode atuar como um fator adicional de regulação das relações ecológicas observadas em espécies que vivem em simpatria. Além da preferência pela espécie *Mellita quinquiesperforata*, o gastrópode demonstrou maior incidência de predação sobre indivíduos de tamanhos acima da média de tamanho dos espécimes ofertados. Esta seletividade demonstra uma busca pelo maior aproveitamento energético durante o mecanismo de predação, uma vez que indivíduos maiores de *M. quinquiesperforata* tem um volume gonadal relativamente maior (Lane e Lawrence, 1979), considerando que as gônadas e fluidos corpóreos são o principal produto consumido.

As perfurações foram feitas predominantemente na superfície oral e região oral central, principalmente na área anterior, em ambas as espécies de presas. Um padrão similar foi previamente observado por McClintock e Marion (1993) e Grun (2017) em outra espécie de Mellitidae. Em estudos com outros equinoides clipeasteroides recentes e fósseis, o padrão de perfuração na região central é bem conhecido (Zlotnik e Ceranka, 2005; Grun et al., 2014; Grun et al., 2017). Esta preferência compõe a adaptação do predador à sua especialidade alimentar que são os equinoides. Em bolachas-da-praia os órgãos internos localizam-se na região central circundada pelas extremidades proximais das lúnulas, sendo o estômago localizado predominantemente na área anterior da região central (Ziegler et al., 2016). Em ouriços-do-mar, a maior incidência da perfuração é na

região lateral do corpo (Hughes e Hughes, 1971; 1981) onde o predador pode garantir acesso rápido a tecidos de maior valor energético, uma vez que as cinco gônadas estão arranjadas dorsoventralmente e apoiadas lateralmente.

Tanto anatomicamente quanto ecologicamente, as espécies *Mellita quinquiesperforata* e *Encope emarginata* apresentam características distintas. As espécies diferem em tamanho corpóreo máximo, *M. quinquiesperforata* não excede 100 mm de altura, enquanto *Encope emarginata* alcança cerca de 130 mm (Harold e Telford, 1990). O elevado tamanho de *E. emarginata*, apesar de aparentar maior aporte energético, pode dificultar a manipulação desta presa principalmente se os predadores são jovens. Outra diferenciação morfológica marcante entre estas espécies, e que explica a preferência alimentar aqui encontrada diz respeito ao arranjo do sistema de suporte interno destes animais. A espécie *E. emarginata* apresenta uma grande quantidade de pilares de calcita, conectando as placas superior (face aboral) e inferior (face oral), que entram em anastomose dando origem a uma malha interna tridimensional formada por inúmeros microcanais presentes desde a margem até a região central (Seilacher 1979; Grun et al., 2016). A estrutura interna de *Mellita quinquiesperforata* é mais simples, com as conexões colunares reduzidas e limitadas à região marginal, facilitando a perfuração feita pelo gastrópode *Cassis tuberosa*, especialmente na região central.

Esta diferença na morfologia e complexidade estrutural interna dos organismos presas, explica ainda o tempo gasto para consumo destas pelo gastrópode predador. O maior tamanho e complexidade de *Encope emarginata* faz com que esta seja uma espécie mais difícil de manipular e consumir, o que torna o evento de predação mais demorado. Isto exige do predador um gasto maior de energia e provoca um maior tempo de consumo, com conseqüente menor taxa de consumo, considerando que o gastrópode cessa a alimentação ao amanhecer. Ao preda ouriços-do-mar, o tempo gasto por *Cassis tuberosa*

para consumi-los também aumentou em função do tamanho destas presas (Hughes e Hughes, 1971). O gastrópode desenvolve seu comportamento predatório diariamente por, em média, seis horas (tempo de busca, captura e consumo). Sendo assim, *Cassia tuberosa* pode consumir o dobro de indivíduos da espécie *Mellita quinquesperforata* comparado ao número de *E. emarginata* que pode ser consumido durante este período de atividade alimentar. Além disso, *E. emarginata* distribui-se majoritariamente ao longo de maiores profundidades do que *M. quinquesperforata*, onde suas populações permanecem quase totalmente submersas, caracterizando uma segregação espacial entre estas espécies, fato observado por Moore (1956) e Salsman e Tolbert (1965). A ocorrência de *E. emarginata* em regiões mais profundas, pode expor *C. tuberosa* aos seus predadores naturais como as raias, à medida que o gastrópode vá em busca desta espécie de presa.

O predador *Cassia tuberosa* apresenta maior taxa de atividade entre as primeiras horas da noite. O comportamento do gastrópode está estritamente relacionado a atividade de forrageio. Este predador deve desenvolver seu comportamento predatório em função da exposição de suas presas enquanto estas se movem sobre o substrato. Por exemplo, *Mellita quinquesperforata* tem hábitos essencialmente noturnos e suas atividades iniciam também nas primeiras horas da noite quando começam a se deslocar, arando o sedimento (Salsman e Tolbert, 1965). Ao desenvolver suas atividades alimentares, as bolachas-da-praia provocam um efeito de bioturbação do substrato em busca de alimento, e isto além de afetar diretamente a estrutura da microbiota bentônica, sua intensidade é influenciada pela densidade, biologia e ecologia destas espécies bioturbadoras (Findlay e White, 1983; Brustolin et al., 2016).

A estrutura populacional das bolachas-da-praia, principalmente da espécie *M. quinquesperforata*, pode ser afetada pela pressão de predação exercida pelo gastrópode *Cassia tuberosa*, que pode desenvolver um efeito controlador das populações destes

equinoides no ambiente, devido a elevada taxa de consumo diária desta espécie. Tal controle populacional deve também afetar os aspectos ecológicos capazes de determinar a ocorrência em simpatria das duas espécies de bolachas-da-praia aqui estudadas.

Finalmente, este estudo determinou experimentalmente a preferência alimentar de espécimes jovens de *Cassia tuberosa* pela bolacha-da-praia *Mellita quinquiesperforata* em relação a espécie simpátrica *Encope emarginata* a partir de indivíduos que coexistem na natureza em ambiente de praia arenosa. Os resultados sugerem possíveis apontamentos de vantagens anatômicas e ecológicas que justificam esta preferência, com base na premissa de maximização de energia que rege o estudo sobre escolhas alimentares de todos os organismos consumidores.

## 5. Conclusão

Nossos resultados demonstram através de análise experimental, que o gastrópode predador *Cassia tuberosa*, alvo do comércio internacional de conchas, tem preferência alimentar pela espécie de bolacha-da-praia *Mellita quinquiesperforata*. Pela primeira vez, um estudo experimental de preferência alimentar foi realizado para a espécie *C. tuberosa*, de forma a contribuir com o conhecimento sobre os aspectos comportamentais e necessidades alimentares deste gastrópode, cuja concha figura entre os principais objetos do comércio ornamental e de souvenirs (Dias et al. 2011).

Além da preferência alimentar, o gastrópode apresenta um padrão de perfuração da carapaça das presas, preferindo a superfície oral e a região anterior ao peristômio, local anatomicamente mais vantajoso em função do aporte visceral da presa localizado imediatamente sob esta região (internamente).

O predador consumiu as presas de maiores tamanhos dentre todas as ofertadas, o que demonstra uma seletividade de tamanho em função da disponibilidade. Além de escolher presas maiores, o gastrópode realizou perfuração em função do tamanho da presa, ou seja, presas maiores apresentaram diâmetro do furo maior. Estes fatores, seletividade de tamanho e diâmetro do furo proporcional, certamente estão relacionados com o aumento da eficácia no consumo da presa e da razão energética do comportamento predatório.

De maneira geral, o gastrópode é um predador tipicamente noturno, desenvolvendo seu comportamento de forrageio predominantemente nas primeiras horas da noite. Este comportamento, relaciona-se com a atividade de forrageio da sua presa preferida, *Mellita quinquiesperforata*, que é iniciado ao entardecer se estendendo pelas primeiras horas do período noturno. Em média, o predador passou 16 horas por dia (correspondente ao período diurno) enterrado no substrato arenoso, mantendo-se em baixa atividade durante o dia e reforçando seu hábito noturno.

Sugere-se que outros estudos sobre comportamento de forrageio de *Cassis tuberosa* sejam desenvolvidos levando em consideração outros cenários ambientais de disponibilidade de presas, uma vez que este gastrópode apresenta ao longo de sua distribuição uma dieta que inclui várias espécies de equinoides. Estudos como estes são importantes para que se possa entender o funcionamento de redes alimentares do bentos marinho, bem como destacar a importância do comportamento predatório de *C. tuberosa* na manutenção deste ecossistema.

## Ética

A pesquisa foi desenvolvida com autorização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) através da autorização de pesquisa N°. 51636-2.

**Interesses competitivos**

Os autores declaram que esta pesquisa foi desenvolvida sem nenhum conflito de interesse.

**Contribuição dos autores**

ELSM e TLPD conceberam o estudo e escreveram o texto. ELSM e RCSD desenvolveram as atividades de campo e laboratório, analisaram os dados e revisaram o texto final.

**Financiamento**

Esta pesquisa foi financiada pela PADI Foundation (2016 Grant # 21832) e Coordenação de Acompanhamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) através da bolsa de doutorado concedida a E.L.S. Mota.

**Agradecimentos**

Agradecemos a Dona Dalci, Sr. Belo e Daissinho pelo apoio logístico nas etapas de campo e laboratório, desde as primeiras idas ao litoral norte potiguar até esta pesquisa se concretizar alguns anos depois. Agradecimentos ao suporte logístico do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) da Universidade Federal da Paraíba, e ao Laboratório de Biologia Marinha da Universidade Estadual da Paraíba, Campus I.

**Referências**

Broderick, A.C., Godley, B., Reece, S., Downie, J., 2000. Incubation periods and sex ratios of green turtles: highly female biased hatchling production in the eastern Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 202, 273–281. <https://doi.org/10.3354/meps202273>.

Arruda, E.P., Domaneschi, O., Amaral, A.C.Z., 2003. Mollusc feeding guilds on sandy beaches in São Paulo State, Brazil. *Mar. Biol.*, 143, 691–701. <https://doi.org/10.1007/s00227-003-1103-y>.

Brustolin, M.C., Thomas, M.C., Mafra Jr, L.L., Lana, P.C., 2016. Bioturbation by the sand dollar *Encope emarginata* (Echinoidea, Mellitidae) changes the composition and size structure of microphytobenthic assemblages. *Hydrobiologia*, 779, 183–192. <https://doi.org/10.1007/s10750-016-2815-6>.

Brustolin, M.C., Thomas, M.C., Mafra Jr, L.L., Lana, P.C., 2014. Does *Encope emarginata* (Echinodermata: Echinoidea) affect spatial variation patterns of estuarine subtidal meiofauna and microphytobenthos? *J. Sea Res.* 91, 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2014.03.006>.

Challener, R., Miller, M., Furbish, D., McClintock, J., 2009. Evaluation of sand grain crushing in the sand dollar *Mellita tenuis* (Echinoidea: Echinodermata). *Aquat. Biol.* 7, 261–268.

Chiba, T., Sato, S., 2012. Size-selective predation and drillhole-site selectivity in *Euspira fortunei* (gastropoda: Naticidae): implications for ecological and palaeoecological studies. *J. Mollus. Stud.* 78, 205–212. <https://doi.org/10.1093/mollus/ey002>.

Cornman, I., 1963. Toxic properties of the saliva of *Cassis*. *Nature* 200, 88–89. <https://doi.org/10.1038/200088a0>.

Dias, T.L.P., Mota, E.L.S., 2015. First record of *Cassis tuberosa* spawning in the wild (northeast Brazil). *Mar. Biodivers. Rec.* 8, 1–3. <https://doi.org/10.1017/S1755267215001050>.

Dias, T.L.P., Leo-Neto, N.A. Alves, R.R.N., 2011. Molluscs in the marine curio and souvenir trade in NE Brazil: species composition and implications for their conservation and management. *Biodivers. Conserv.* 20, 2393–2405. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-9991-5>.

Dias, T.L.P., Mota, E.L.S., Duarte, R.C.S., Alves, R.R.N., 2017. What do we know about *Cassis tuberosa* (Mollusca: Cassidae), a heavily exploited marine gastropod? *Ethnobiol. Conserv.* 6, 16. <https://doi.org/10.15451/ec2017-08-6.16-1-13>.

Dumas, J.P., Langlois, T.J., Clarke, K.R., Waddington, K.I., 2013. Strong preference for decapod prey by the western rock lobster *Panulirus cygnus*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 439, 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.10.008>.

Engstrom, N.A., 1982. Immigration as a factor in maintaining populations of the sea urchin *Lytechinus variegates* (Echinodermata: Echinoidea) in seagrass beds on the southwest coast of Puerto Rico. *Stud. Neotrop. Fauna E.* 17, 51–60. <https://doi.org/10.1080/01650528209360601>.

Escobar, J.B., Knight, C., Navarrete, S.A., 2018. Predation on competing mussel species: Patterns of prey consumption and its potential role in species coexistence. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 504, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2018.03.008>.

Findlay, R.H., White, D.C., 1983. The effects of feeding by the sand dollar *Mellita quinquesperforata* (Leske) on the benthic microbial community. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 72, 25–41. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(83\)90017-5](https://doi.org/10.1016/0022-0981(83)90017-5).

Foster, R.W., 1947. *Cassis tuberosa* L. feeding on an echinoid (*Clypeaster rosaceus* L.). *The Nautilus* 61, 35–36.

Giberto, D.A., Bremec, C.S., Acha, E.M., Mianzan, H. 2004. Large-scale spatial patterns of benthic assemblages in the SW Atlantic: the Río de la Plata estuary and adjacent shelf waters. *Estuar. Coast. Shelf S.* 61, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2004.03.015>.



Gladfelter, W.B., 1978. General ecology of the Cassiduloid Urchin *Cassidulus caribbearum*. Mar. Biol. 47, 149–160. <https://doi.org/10.1007/BF00395636>.

Grun, T.B., 2017. Recognizing traces of snail predation on the Caribbean sand dollar *Leodia sexiesperforata*. Palaios 32, 448–461. <https://doi.org/10.2110/palo.2017.001>.

Grun, T.B., Nebelsick, J.H. 2017. Shell fouling and behavior of the Caribbean predatory gastropod *Cassis tuberosa*. Am. Malacol. Bull. 35, 55–58. <https://doi.org/10.4003/006.035.0107>.

Grun, T., Sievers, D., Nebelsick, J.H. 2014. Drilling predation on the clypeasteroid echinoid *Echinocyamus pusillus* from the Mediterranean Sea (Giglio, Italy). Hist. Biol. 26, 745–757. <https://doi.org/10.1080/08912963.2013.841683>

Grun, T.B., Koohi Fayegh Dehkordi, L., Schwinn, T., Sonntag, D., Von Scheven, M., Bischoff, M., Knippers, J., Menges, A., Nebelsick, J.H., 2016. The skeleton of the sand dollar as a biological role model for segmented shells in building constructions: a research review. In: Knippers, J., Nickel, K.G., Speck, T. (Eds.), Biomimetic Research for Architecture and Building Construction: Springer, Cham, pp. 217–242. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-46374-2\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-46374-2_11).

Hall, J.G., Todd, C.D., Gordon, A.D., 1982. The influence of ingestive conditioning on the prey species selection in *Aeolidia papillosa* (Mollusca: Nudibranchia). J. Anim. Ecol. 51, 907–921. <https://doi.org/10.2307/4013>.

Harold, A.S., Telford, M., 1990. Systematics, phylogeny and biogeography of the genus *Mellita* (Echinoidea: Clyasteroida). J. Nat. Hist. 24, 987–1026. <https://doi.org/10.1080/00222939000770621>.

Hendler, G., Miller, J.E., Pawson, D.L., Kier, P.M., 1995. Sea stars, sea urchins and allies: echinoderms of Florida and the Caribbean. Smithsonian Institution Press, Washington, 390 pp.

Hughes, R.N., 1980. Optimal foraging theory in the marine context. *Oceanogr. Mar. Biol.* 18, 423–481.

Hughes, R.N., Hughes, H.P.I., 1971. A study of the gastropod *Cassia tuberosa* (L.) preying upon sea urchins. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 7, 305–314, 1971. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(71\)90012-8](https://doi.org/10.1016/0022-0981(71)90012-8).

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

Hughes, R.N., 1986. A functional biology of marine gastropods. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland, 245 pp.

Kitchell J.A., Boggs, C.H., Kitchell, J.F., Rice, J.A., 1981. Prey selection by Naticid gastropods: experimental tests and application to the fossil record. *Paleobiology* 7, 533–552. <https://doi.org/10.1017/S0094837300025574>.

Lane, J.E.M., Lawrence, J.M., 1982. Food feeding and absorption efficiencies of the sand dollar, *Mellita quinquesperforata* (Leske). *Estuar. Coast. Shelf S.* 14, 421–431. [https://doi.org/10.1016/S0272-7714\(82\)80012-7](https://doi.org/10.1016/S0272-7714(82)80012-7).

Lane, J.M., Lawrence, J.M., 1979. Gonadal growth and gametogenesis in the sand dollar *Mellita quinquesperforata* (Leske, 1778). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 38, 271–285. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(79\)90072-8](https://doi.org/10.1016/0022-0981(79)90072-8).

Levitan, D.R., Genovese, S.J., 1989. Substratum-dependent predator-prey dynamics: patch reefs as refuges from gastropod predation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 130, 111–118. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(89\)90198-6](https://doi.org/10.1016/0022-0981(89)90198-6).

Martínez, S., Mooi, R., 2005. Extinct and extant sand dollars (Clypeasteroidea: Echinoidea) from Uruguay. *Rev. Biol. Trop.* 53, 1–7. <https://doi.org/10.15517/RBT.V53I3.26662>.

- McClintock, J.B., Marion, K.R., 1993. Predation by the King Helmet (*Cassid tuberosa*) on six-holed sand dollars (*Leodia sexiesperforata*) at San Salvador, Bahamas. Bull. Mar. Sci. 52, 1013–1017.
- Moore, D.R., 1956. Observations of predation on echinoderms by three species of Cassididae. The Nautilus 61, 73–76.
- Moss, J.W., Lawrence, J.M., 1972. Changes in carbohydrate, lipid and protein levels with age and season in the sand dollar *Mellita quinquiesperforata* (Leske). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 8, 225–239. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(72\)90062-7](https://doi.org/10.1016/0022-0981(72)90062-7).
- Nieto-Bernal, R., Chasqui V., L., Rodríguez R., A.M., Castro G., E., Gil-Agudelo, D.L., 2013. Composición, abundancia y distribución de las poblaciones de gasterópodos de importancia comercial en La Guajira, Caribe colombiano. Rev. Biol. Trop. 61, 683–700.
- O’Neil, R.V., 1969. Indirect estimation of energy fluxes in animal food webs. J. Theor. Biol. 22, 284–290. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(69\)90006-X](https://doi.org/10.1016/0022-5193(69)90006-X).
- Pequeno, A.P.L.C., Matthews-Cascon, H., 2001. Predation by young *Cassid tuberosa* Linnaeus, 1758 (Mollusca: Gastropoda) on *Mellita quinquiesperforata* (Clarck, 1940) (Echinodermata: Echinoidea), under laboratory conditions. Arq. Cienc. Mar. 34, 83–85.
- Pequeno, A.P.L.C., Matthews-Cascon, H., 2010. Predation by young *Cassid tuberosa* (Mollusca: Gastropoda: Cassidae) on *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea), under laboratory conditions. Arq. Cienc. Mar. 43, 55–58.
- Peterson, C.H., Renaud, P.E., 1989. Analysis of feeding preference experiments. Oecologia 80, 82–86. <https://doi.org/10.1007/BF00789935>.
- Post, D.M., Connors, M.E., Goldberg, D.S., 2000. Prey preference by a top predator and the stability of linked food chains. Ecology 81, 8–14. <https://doi.org/10.2307/177129>.
- Rapport, D.J., Turner, J.E., 1970. Determination of predator food preferences. J. Theor. Biol. 26, 365–372. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(70\)90089-5](https://doi.org/10.1016/0022-5193(70)90089-5).

Rios, E.C., 2009. Compendium of Brazilian Sea Shells. Rio Grande, FURG, 668pp.

Salsman, G.G., Tolbert, W.H., 1965. Observations on the sand dollar, *Mellita quinquiesperforata*. Limnol. Oceanogr. 10, 152–155.  
<https://doi.org/10.4319/lo.1965.10.1.0152>.

Schroeder, R.E., 1962. Urchin killer. Sea Front. 8, 156–160.

Serafy, D.K., 1979. Memoirs of the Hourglass cruises. V(HI): Echinoids (Echinodermata Echinoidea). Florida Department of Natural Resources, St. Petersburg, Florida. 120 pp.

Seilacher, A., 1979. Constructional morphology of sand dollars. Paleobiology 5, 191–221. <http://www.jstor.org/stable/2400256>.

Stallings, C.D., 2010. Experimental test of preference by a predator fish for prey at different densities. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 389, 1–5.  
<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2010.04.006>.

Steimle, F.N., 1989. Population dynamics, growth and production estimates for the sand dollar *Echinarachnius parma*. Fish. Bull. 88, 179–189.

Tavares, Y.A.G., Borzone, C.A., 2006. Reproductive cycle of *Mellita quinquiesperforata* (Leske) (Echinodermata, Echinoidea) in two contrasting beach environments. Rev. Bras. Zool. 23, 573–580. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752006000200033>.

Taylor, J.D., Morris, N. J., Taylor, C.N., 1980. Food specialization and the evolution of predatory prosobranch gastropods. Paleontology 23, 375–409.

Taylor, J.D., 1998. Understanding biodiversity: adaptive radiations of predatory marine gastropods. In: Morton, B. The Marine Biology of the South China Sea. British Museum (Natural History) and Cambridge University Press, pp. 229–240,

Tewfik, A., Scheuer, B., 2013. Ecology of the King Helmet, *Cassis tuberosa* (L.), in South Caicos. Caribb. Nat. 2, 1–10.

Tyler, C.L., Dexter, T.A., Portell, R.W., Kowalewski, M., 2018. Predation-facilitated preservation of echinoids in a Tropical marine environment. Palaios 33, 478–486.

Underwood, A.J., Chapman, M.G., Crowe, T.P., 2004. Identifying and understanding ecological preferences for habitat or prey. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 300, 161–187. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2003.12.006>.

Underwood, A.J., Clarke, K.R., 2005. Solving some statistical problems in analyses of experiments on choices of food and on associations with habitat. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 318, 227–237. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2004.12.014>.

Work, R.C., 1969. Systematics, ecology, and distribution of the mollusks of Los Roques, Venezuela. Bull. Mar. Sci. 19, 614–711.

Ziegler, A., Lenihan, J., Zachos, L.G., Faber, C., Mooi, R., 2016. Comparative morphology and phylogenetic significance of Gregory's diverticulum in sand dollars (Echinoidea: Clypeasteroida). Org. Divers. Evol. 16, 141–166. <https://doi.org/10.1007/s13127-015-0231-9>.

Zlatev, D.B., Lordon, M.C., Steffen, A.C., Grecco, A.E., Bystriansky, J.S., Lamontagne, J.M., 2019. Clam community composition and prey shell size impacts moon snail (Gastropod: Naticidae) drilling frequencies in South Carolina, USA. Mar. Ecol. 40, e12526. <https://doi.org/10.1111/maec.12526>.

Złotnik, M., Ceranka, T., 2005. Patterns of drilling predation of cassid gastropods preying on echinoids from the middle Miocene of Poland. Acta Palaeontol. Pol. 50, 409–428.

### CAPÍTULO 3

---

Manuscrito submetido ao periódico *Ethnobiology and Conservation*

#### **Pesca, comércio, e conhecimento ecológico local do gastrópode marinho, *Cassia tuberosa* – uma espécie alvo do comércio internacional de conchas**

##### **Resumo**

*Cassia tuberosa* tornou-se um dos gastrópodes marinhos mais explorados da costa brasileira, devido ao seu valor estético, sendo normalmente vendida no comércio ornamental marinho da região Nordeste do Brasil como um dos componentes mais importantes de artesanatos decorativos e utilitários. A ausência de informações de mapeamento e caracterização do comércio das espécies marinhas dificulta o estabelecimento de estratégias de gerenciamento de recursos eficaz. Esta é a primeira pesquisa que caracteriza a cadeia de captura e comércio de *C. tuberosa*, e aspectos do conhecimento ecológico tradicional de pescadores sobre a espécie. *Cassia tuberosa* sofre pressão de captura associada a atividades de pesca relacionadas a outros recursos-alvo como peixes, lagostas e polvos. Ao longo da cadeia de comercialização da espécie, a utilização da concha para fins ornamentais é a mais difundida, e esta demanda é potencializada pela intensidade do turismo na região. Conhecimentos sobre técnicas de captura e tratamento da espécie são transmitidos de forma vertical na comunidade. O conhecimento ecológico local aponta declínio populacional ao longo do tempo e atribui tal declínio ao aumento da captura. A caracterização fornecida neste estudo contribui para o planejamento de ações de manejo efetivo das populações da espécie.

Artesanato de conchas, comunidades costeiras, transmissão cultural, King Helmet, Etnoecology

## INTRODUÇÃO

Populações humanas vêm utilizando os moluscos marinhos antes mesmo do exercício da pesca (Diegues 1983), desde tempos pré-históricos, para uso como peças ornamentais e para alimentação (Wells 1981). Estima-se que pelo menos 5.000 espécies de moluscos são comercializadas para fins ornamentais, a grande maioria gastrópodes (Wood e Wells 1988). Devido ao seu valor estético, as conchas de gastrópodes têm movimentado um comércio internacional ainda pouco documentado cientificamente, e, sobretudo, pouco quantificado. Dentre as principais espécies de interesse comercial, destacam-se aquelas pertencentes a gêneros de grande porte como *Strombus* spp. (Strombidae) e *Cassis* spp. (Cassidae) (Nieto-Bernal et al. 2013).

Os moluscos são utilizados para variados propósitos incluindo alimentação, decoração, ferramentas, medicina popular e rituais mágico-religiosos (Alves et al. 2018a; Cross 1967; Dias et al. 2011; Diaz e Puyana 1994; Léo-Neto et al. 2012). Os vários tipos de uso registrados para algumas espécies revelam uma alta demanda por curiosidades marinhas e o aumento da pressão sobre as espécies exploradas. Isso tem despertado a preocupação de diversas nações quanto a sobreexploração destes recursos.

*Cassis tuberosa* é um dos gastrópodes de grande porte mais bonitos e explorados da costa brasileira (Dias et al. 2017). Na região do Caribe Colombiano, esse gastrópode figura como vulnerável (VU) na lista de espécies ameaçadas da Colômbia (Ardila et al. 2002), onde ocorre em densidades muito baixas (Nieto-Bernal et al. 2013). *C. tuberosa* ocorre da Carolina do Norte ao Brasil (Rios 2009), incluindo o Caribe, Golfo do México e as Ilhas Cabo Verde (na África) (Tewfik e Scheuer 2013). No Brasil, distribui-se do Pará ao Espírito Santo (Rios 2009; Dias et al. 2017). O estado de conservação desta espécie é desconhecido ao longo de sua distribuição, dificultando a sua inclusão em listas de espécies ameaçadas em nível mundial, a exemplo da Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN.

Há quase cinco décadas, *C. tuberosa* foi considerado um dos gastrópodes de grande porte mais abundantes do nordeste brasileiro (Matthews e Coelho 1972). Atualmente, ela está incluída na categoria ‘Near Threatened’ (NT) de acordo com o Ministério do Meio Ambiente. A exploração de *C. tuberosa* no habitat natural é facilitada por habitarem ambientes costeiros rasos e assim, serem facilmente capturados. Segundo Dias et al. (2011), conchas desta espécie são normalmente vendidas no comércio

ornamental marinho da região Nordeste do país como um dos componentes mais importantes de artesanatos decorativos e utilitários.

Apesar dos crescentes registros de *C. tuberosa* na literatura científica como alvo de vários tipos de uso pelos humanos, não há quantificação formal da extração da espécie em atividades pesqueiras. De maneira geral, a ausência de informações de monitoramento do comércio das espécies marinhas dificulta o estabelecimento de estratégias eficazes de gerenciamento de recursos (Wood 2001). Assim, para delimitação de estratégias de manejo sustentável é fundamental a identificação e caracterização da cadeia produtiva envolvendo recursos pesqueiros (Nascimento et al. 2017), sobretudo quando se trata de uma espécie possivelmente ameaçada.

Nesse contexto, informações oriundas dos atores envolvidos na exploração dos recursos, aliado ao conhecimento científico, são essenciais para o planejamento de ações de conservação e manejo. Os estudos etnozoológicos tem fornecido importantes contribuições para entender o contexto de exploração animal, suas implicações e possíveis estratégias para mitigar os impactos desta exploração (Alves et al. 2018b; Alves e Souto 2015). Em situações em que não há dados que forneçam uma linha histórica do desenvolvimento de sistemas ecológicos, o conhecimento ecológico local pode construir a base histórica através de um corpo de informações que são passadas pelas gerações sobre as relações entre os habitantes das comunidades tradicionais, as espécies e seu ambiente (Berkes et al. 2000).

Com base no conhecimento de pescadores artesanais, o presente estudo fornece uma caracterização da captura e do comércio de *C. tuberosa* em áreas costeiras no nordeste brasileiro onde há registros informais de sua exploração.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Áreas de estudo**

A pesquisa foi realizada em 6 comunidades costeiras do litoral do Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil, localizadas nos municípios de Rio Tinto, Lucena, Cabedelo, Conde e Pitimbu (Fig. 1). Em todas as áreas selecionadas haviam registros da ocorrência de *C. tuberosa*, bem como informações de sua intensa captura e comercialização.



A comunidade de Barra de Mamanguape ( $6^{\circ}46'42.23''\text{S}$ ;  $34^{\circ}55'22.91''\text{W}$ ), localizada no município de Rio Tinto, litoral norte do estado, está inserida nos limites da Área de Proteção Ambiental do Barra do Rio Mamanguape. As atividades pesqueiras da população são desenvolvidas na área de entorno e no próprio rio Mamanguape (Mourão e Nordi, 2003).

Lucena é um município localizado na margem esquerda do estuário do Rio Paraíba. A pesca, no entanto, se concentra na região marinha. Os recursos são vendidos na própria região, enviados para outras cidades, encomendados por bares e restaurantes, ou são consumidos pelos próprios pescadores e suas famílias. A comunidade estudada ( $6^{\circ}53'53.50''\text{S}$ ;  $34^{\circ}52'18.35''\text{W}$ ) desenvolve atividades de pesca voltadas principalmente para o arrasto de praia em que são obtidos recursos como peixes e crustáceos, em especial camarão.

A comunidade da praia de Formosa ( $6^{\circ}57'59.48''\text{S}$ ;  $34^{\circ}49'59.70''\text{O}$ ) está localizada no extremo norte da cidade de Cabedelo, distante cerca de 16.7 km da capital João Pessoa. A atividade da pesca artesanal é bastante comum na área, e os recursos pesqueiros são obtidos principalmente de áreas recifais localizadas paralelamente à linha da costa, há cerca de 1 km de distância da praia. O pescado é vendido nos bares e restaurantes das praias da própria comunidade ou são utilizados para consumo próprio.

A comunidade da praia de Jacumã ( $7^{\circ}17'18.43''\text{S}$ ;  $34^{\circ}48'8.93''\text{W}$ ) está localizada no litoral sul do estado a 34.7 km da capital João Pessoa, e pertence ao município de Conde. A atividade pesqueira é fortemente desenvolvida na comunidade, e a comercialização do pescado é direcionada principalmente para o consumo local, visando a atividade turística que é difundida em todo litoral sul da Paraíba.

A comunidade de Pitimbu ( $7^{\circ}28'27.40''\text{S}$ ;  $34^{\circ}48'24.96''\text{W}$ ) também localizada no litoral sul da Paraíba, desenvolve as atividades pesqueiras nos recifes rasos que distam cerca de 1 km da linha da costa. A pesca através do mergulho é mais utilizada, e os principais alvos são peixes, polvo e lagosta. A pesca da lagosta em alto mar também é muito praticada nos períodos permitidos de acordo com a legislação brasileira. A pesca é basicamente para abastecer o comércio local, que por sua vez, desenvolve-se em função do turismo bem frequente na região.

A comunidade de Acaú ( $7^{\circ}32'37.04''\text{S}$ ;  $34^{\circ}49'30.94''\text{W}$ ) está localizada nos limites da Reserva Extrativista (RESEX) Acaú-Goiana que fica no extremo sul do estado da Paraíba, no município de Pitimbu, nos limites com o estado de Pernambuco. A atividade pesqueira mais presente é a pesca da lagosta e da rede de arrasto em alto mar.

O pescado abastece o comércio local e é vendido em grande escala para outras regiões do Nordeste.



**Figura 1.** Mapa do litoral do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil, e indicação das comunidades estudadas.

### Coleta de dados

Para obtenção das informações, foram realizadas entrevistas com pescadores locais através de questionários semiestruturados (Albuquerque et al. 2014; Huntington 2000) e conversas informais. Os questionários incluíram informações sobre aspectos da atividade de pesca desenvolvida pelo entrevistado e questões específicas sobre captura, comércio e conhecimento ecológico local dos pescadores sobre o gastrópode *C. tuberosa*, tais como: frequência e propósito da captura, caracterização da venda, tipos de uso da concha, caracterização do habitat e dieta da espécie.

A amostra de entrevistados foi obtida através da técnica “bola-de-neve” (Bailey 1994), na qual pescadores inicialmente entrevistados indicavam outros que também capturavam *C. tuberosa*. Foram realizadas observações participantes do tipo não-membro (Stebbins 1987), visando confirmar informações concedidas nas entrevistas e fornecer dados etnográficos complementares.

Antes de cada entrevista, a natureza e os objetivos do trabalho foram explicados e foi requerido o consentimento do entrevistado, através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Este estudo foi aprovado pelo Ethics Committee of the Federal University of Paraíba (CAAE 05757512.5.0000.5208).

### **Análise dos dados**

As respostas para questões binárias foram tratadas como dados categóricos. Perguntas abertas (com respostas qualitativas) foram categorizadas em um processo interativo de acordo com os principais temas. Por exemplo, quando questionados sobre a justificativa para afirmar que a espécie está em declínio populacional, a resposta “porque tem mais pescador hoje do que antes”, foi categorizada como “intensificação da captura”. Perguntas abertas com uma resposta numérica (por exemplo, aquelas relativas à idade, tamanho do agregado familiar, rendimento da atividade de pesca, etc.) foram tratados como dados numéricos. As respostas categorizadas são quantificadas e apresentadas em porcentagem numérica.

Foram realizados Testes *t* para saber se a percepção dos pescadores sobre o declínio populacional da espécie diferia em função da idade e experiência de pesca dos entrevistados. A idade e a experiência do pescador (quantificados em anos) foram normalmente distribuídos (teste de normalidade Lilliefors: idade,  $p = ns$ ; experiência,  $p = ns$ ).

## **RESULTADOS**

Foram entrevistados 61 pescadores, com média de idade de  $47.1 \pm 12.3$  anos, variando de 22 a 76 anos. A média do tempo atividade de pesca foi de  $32.6 \pm 13.3$  anos.

Os pescadores são, em sua grande maioria (70%) residentes em suas comunidades há mais de 30 anos. A principal fonte de renda informada pelos entrevistados (80.3%) foi a pesca, porém outras atividades foram citadas (19.7%) como por exemplo, trabalhador de construção civil e comerciante. Mesmo com outras ocupações principais, todos os entrevistados exercem a atividade de pesca regularmente. Todos os entrevistados relataram que utilizam parte do pescado obtido na pesca também para consumo próprio.

### **Caracterização da atividade de pesca**

O recurso principal explorado pelos pescadores entrevistados são os peixes, que foram citados em maior proporção (48.1%) seguidos pela captura de crustáceos (33%) e moluscos (incluindo ostras, mariscos, polvos e grandes gastrópodes) (18.9%). A captura do gastrópode *C. tuberosa* como recurso principal foi citada por dois informantes.

Os pescadores exercem suas atividades de pesca em ambos os períodos diurno e noturno (50.8%), com mais de 10 saídas por mês (83.6%) e destes, 46.7% saem mais de 20 dias por mês para pescar. Os apetrechos utilizados pela maioria dos pescadores foram redes de pesca do tipo arrasto, tarrafa, de espera ou pesca de anzol. A pesca através de mergulho é utilizada por 26.7% dos pescadores entrevistados, e eles utilizam ferramentas (“visga” e “bicheiro”) apropriadas para a captura de polvo, lagostas e outros crustáceos.

### **Caracterização da captura, uso e comércio de *Cassia tuberosa***

Todos os entrevistados disseram conhecer o gastrópode, e grande parte (70.5%) afirmou observar frequentemente *C. tuberosa* na natureza. Sete nomes populares foram atribuídos a espécie segundo os entrevistados: ‘búzio’, ‘búzio roxo’, ‘búzio rajadinho’, ‘búzio comum’, ‘ferro de engomar’, ‘concha de dente’ e ‘caramujo’. As nomenclaturas fazem referência às características de morfologia, coloração e ornamentação da concha do gastrópode *C. tuberosa*.

Quando perguntados sobre um possível declínio populacional dos animais na natureza ao longo do tempo (cerca de 5 anos atrás), a maioria dos pescadores (54.1%; N = 33) reconheceu que aparentemente houve diminuição populacional do gastrópode nos últimos 5 anos. Ao relatar o motivo, o declínio foi atribuído ao aumento da captura do

gastrópode, relacionando esse fato ao aumento no número de pescadores ao longo dos anos. Apesar de uma leve maioria dos informantes apontarem uma diminuição na quantidade de espécimes no ambiente, esta percepção não diferiu entre os fatores idade ( $t = 0.16$ ;  $p = 0.8$ ) e experiência de pesca ( $t = 0.41$ ;  $p = 0.67$ ).

Espécimes vivos de *C. tuberosa* já foram capturados na natureza por 93.4% dos entrevistados. Quando questionados sobre quando foi a última captura de *C. tuberosa*, a maioria afirmou que foi há dias ou semanas (51.7%). 17.2% dos pescadores entrevistados capturou algum espécime há meses. Isso sugere uma frequência moderada a alta de remoção dos espécimes de seus habitats. Os informantes relataram que quando encontram o gastrópode, sempre capturam todos os espécimes que encontram, desde que seja viável transportá-los, devido ao grande tamanho dos gastrópodes.

De acordo com 63.9% dos pescadores ( $N = 39$ ), a captura de *C. tuberosa* é realizada preferencialmente durante o dia, porém 8.2% preferem realizá-la durante a noite, e 26.2% utilizam ambos os períodos. Os informantes que indicaram o período diurno alegam que a luz do dia facilita a procura pelo gastrópode, pois este pode estar enterrado na areia. Os informantes que indicaram o período noturno, indicam que sem o calor do dia, a espécie não se enterra e se desloca sobre o substrato livremente.

Segundo os entrevistados, a captura de *C. tuberosa* é influenciada por cinco motivações: ‘Para vender a concha’ ( $N = 11$ ), ‘Para comer’ ( $N = 11$ ), ‘Para presentear’ ( $N = 7$ ), ‘Pela beleza’ ( $N = 18$ ) e ‘Para coleção’ ( $N = 14$ ). É possível perceber que o ganho econômico não é a principal motivação para captura desta espécie.

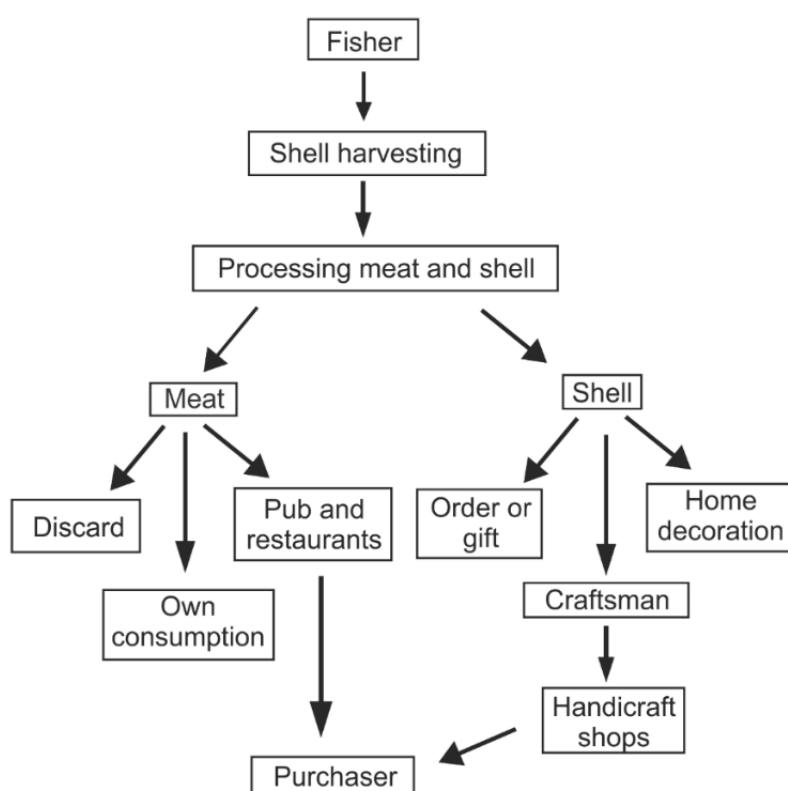
A prática de utilizar o gastrópode como recurso alimentício parece ser comum nas comunidades estudadas, sendo registrado em todas as localidades. De forma geral, 62.3% dos informantes já utilizaram a carne de *C. tuberosa* na alimentação. Quanto ao uso da concha, todos os entrevistados disseram possuir ou já haver possuído a concha como objeto decorativo em suas residências. Durante algumas visitas, foi registrada a presença da concha do gastrópode nas residências de 23% dos entrevistados (Fig. 2).



**Figura 2.** Usos da concha de *Cassis tuberosa* para fins ornamentais nas casas e estabelecimentos comerciais nas comunidades estudadas. (A) Concha usada como decoração de uma peixaria na comunidade de Jacumã. (B) Produtos de uma loja de artesanatos na comunidade de Pitimbu. (C-E) Conchas de *C. tuberosa* utilizadas como ornamento para decoração de casas. Photos: E.L.S.Mota.

Os informantes foram perguntados se sabiam de outras pessoas que comercializassem a concha ou carne de *C. tuberosa*. 73.8% dos entrevistados conhecem outros pescadores que vendem produtos com a espécie na própria comunidade. Isto sugere que a cadeia de captura e comércio do gastrópode se inicia e se desenvolve dentro das próprias comunidades, caracterizando um mercado interno. Observou-se que no comércio

de *C. tuberosa* nas áreas estudadas, não há obrigatoriamente a participação de atravessadores. Os próprios pescadores que capturam os espécimes, vendem os produtos para feiras de produtos decorativos e de artesanato, bares e restaurantes locais. A partir do relato de 14 informantes, foi possível descrever o processo completo de captura e venda da carne e concha do gastrópode direto ao consumidor final (i.e., turistas, banhistas locais). Os relatos dos pescadores indicam que a comercialização de produtos de *C. tuberosa* (e.g. carne e conchas) ocorre com mais intensidade no verão, período de maior visitação turística na região (Fig. 3).



**Figura 3.** Cadeia de produção da carne e da concha de *Cassis tuberosa* em comunidades estudadas ao longo do Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.

Quando questionados se todas as conchas encontradas serviriam para venda, 78.7% dos entrevistados afirmaram que todas as conchas, inclusive aquelas com organismos incrustantes aderidos, podem ser vendidas. Segundo os informantes, as

conchas são preparadas para venda, ocorrendo uma limpeza que envolve a remoção de organismos epibiontes (e.g. macroalgas, briozoários e cracas). Após a limpeza, as conchas são usadas como ‘Decoração’ (53 citações), ‘Para artesanato’ (29 citações) e ‘Instrumento sonoro’ (6 citações). Outros tipos de uso foram citados como ‘Dar de presente’, ‘Ouvir barulho do mar’ e ‘Fazer feitiço’. O uso como ‘Instrumento sonoro’ se refere a utilização da concha como instrumento para produzir som forte como um apito. Segundo os informantes, estes eram usados mais frequentemente há algumas décadas pela tripulação à bordo de embarcações, buscando avisar a população no continente sobre sua chegada.

O preço de venda da concha de *C. tuberosa* varia de acordo com o tamanho, variando de \$ 1.50 até \$ 30.00. Os entrevistados relataram que há alguns anos, uma concha chegou a custar \$ 35.00, porém atualmente, o valor é muito baixo. Em geral, os valores citados estão entre \$ 0.70 e \$ 1.60 (56.25% dos informantes indicaram essa faixa de preço) e foram atribuídos à venda unicamente da concha. Os maiores valores citados, entre \$ 15.00 e \$ 30.00, são atribuídos aos artesanatos que utilizam a concha de *C. tuberosa* como adorno.

Conforme descrição dos informantes, a captura de *C. tuberosa* ocorre de três formas: (1) através de mergulho livre durante a pesca de polvo e lagosta, eventualmente utilizando-se ferramentas (visga e bicheiro) para procurar espécimes enterrados na areia; (2) na pesca incidental com redes de arrasto de fundo, seja em áreas costeiras rasas ou profundas; ou (3) durante caminhada pela praia ou planícies arenosas intertidais, durante a maré baixa.

Com relação ao uso da carne do gastrópode, os pescadores relataram quatro maneiras de separar a carne da concha: (1) batendo várias vezes o gastrópode contra a areia da praia até a parte mole do animal desprender da concha; (2) o gastrópode é colocado em uma panela de água fervente até a parte mole soltar da concha; (3) um gancho de metal é fixado no pé muscular do gastrópode e este é pendurado em um varal, e através da gravidade, a concha, que é mais pesada, se desprende da parte mole e cai ao chão; e (4) o gastrópode é mantido em um recipiente com gelo, em que é anestesiado pela baixa temperatura e o pescador com uso da força e ferramentas como um gancho de metal, puxa e desprende a parte mole da concha. Os pescadores costumam enterrar as conchas dos gastrópodes por um período variado de tempo, para que ocorra um processo de limpeza interna, através da decomposição promovida por organismos detritívoros presentes no solo.



## Conhecimento ecológico local dos pescadores

Todos os pescadores descreveram características do hábitat onde *C. tuberosa* pode ser encontrada. Os ambientes mais citados foram pedra e areia, e o hábito de se enterrar no substrato arenoso foi frequentemente mencionado.

Sobre a dieta do gastrópode, 16 informantes não souberam responder. Os demais entrevistados (N=45) indicaram sete itens alimentares: ‘Equinoides’ (bolachas-da-praia e ouriços-do-mar; 11 citações), ‘algas’ (21 citações), ‘areia’ (12 citações), ‘mariscos’ (2 citações), ‘crustáceos’ (3 citações) e ‘peixes’ (2 citações). Um único entrevistado indicou ainda que o animal se alimenta filtrando a água do mar.

Quando perguntados sobre o predador do gastrópode, 28 pescadores não souberam informar, 24 citaram o ‘polvo’, e 7 citaram ‘tartaruga’. ‘Peixe’, ‘Homem’ e ‘Tubarão’ foram citados 3 vezes, enquanto ‘Golfinho’ e ‘Caranguejo’ foram citados 2 vezes. Três dos informantes acreditam que não há predadores para *C. tuberosa*.

## Observações participantes e dados adicionais

Foram realizados nove acompanhamentos de atividade de pesca com informantes de quatro das seis comunidades estudadas. Três atividades foram acompanhadas na comunidade de Barra de Mamanguape, duas na comunidade de Lucena, três na comunidade de Praia Formosa e uma na comunidade de Pitimbu.

Durante as atividades de pesca, observou-se que *C. tuberosa* não era o alvo principal das capturas. O foco principal da pesca foram os peixes, lagostas e polvos. Esse aspecto revela que o gastrópode não é o recurso de interesse principal dos pescadores, sendo capturado ocasionalmente se encontrado durante a atividade de pesca. Também percebeu-se que os informantes sabem indicar locais de frequente ocorrência do gastrópode. Em oito das nove pescarias acompanhadas, o gastrópode foi avistado. Os pescadores descreveram que a espécie costuma ficar próximo a pedras e na maioria das vezes está enterrada na areia. Relatam ainda que é difícil visualizar espécimes na natureza, devido ao hábito de enterrar-se do gastrópode.

Em uma das pescarias acompanhadas, registrou-se in loco uma das técnicas de retirada da carne de dentro da concha, ocorrida através de sucessivos arremessos do indivíduo contra a areia da praia (Fig. 4A). As pescarias foram comumente acompanhadas pelos filhos dos pescadores, que auxiliaram os pais na condução da embarcação e

pescando através do mergulho. Assim como os pais, os filhos dos pescadores utilizaram ferramentas específicas para a captura de polvo e lagosta. Em um das pescarias registradas, observou-se o processo de retirada da carne do gastrópode sendo exercido por uma criança de 12 anos de idade (Fig. 4C, D).



**Figura 4.** Pescadores desenvolvendo técnica de retirada da carne de um indivíduo de *Cassia tuberosa* capturado na Praia de Pitimbu. (A) Pescador arremessando o gastrópode contra a areia da praia. (B) Pescador desprendendo a carne da concha do espécime. (C-D) Criança aplicando a técnica de arremesso para retirada da carne da concha do gastrópode.

Algumas informações adicionais foram obtidas através de conversas informais com os entrevistados, e aspectos históricos, podem ser destacados. Por exemplo, foi constatado que a prática de utilização da carne do gastrópode *Cassis tuberosa* como alimento por comunidades locais é antiga, mas que apenas recentemente houve uma maior incidência da prática, conforme indica depoimentos dos entrevistados: “Antigamente, alguns restaurantes compravam a carne”, “De uns 10 anos para cá começaram a comer mais”, “Quando souberam que outras pessoas comeram e gostaram, começaram a pegar mais”. Dois dos informantes, chamam a atenção para um aspecto preocupante relacionado à prática da captura para consumo próprio da carne, indicando que a necessidade de um grande número de espécimes para compor uma refeição: “Para comer tem que pegar em torno de 10 búzios, para dar um bom ensopado”.

A coleta de *C. tuberosa* é comumente relacionada à captura de outros tipos de organismos, principalmente lagostas. Os informantes relatam que durante a pesca da lagosta a captura de *Cassis tuberosa* é facilitada e frequente: “Quando libera a pesca da lagosta é mais fácil conseguir o búzio”. Outra forma de captura do gastrópode comumente relatada é através da pesca de arrasto de fundo, em que muitos indivíduos são capturados acidentalmente (bycatch).

Em relação à venda da concha, foi possível observar uma discrepância de valores ao longo da cadeia de produção que envolve o gastrópode no comércio ornamental. Em relação à venda da concha, foi possível observar um aumento de valores ao longo da cadeia de comércio ornamental que envolve o gastrópode. Informantes (N=5) relataram que: “O pescador vende a concha barato para o artesão, 1 a 5 reais, e o artesanato vende (abajur) por até R\$ 100,00 para os turistas”.

Duas vezes foi relatada a crença popular de que ter uma concha de *Cassis tuberosa* em casa é sinal de má sorte. A concha foi indicada duas vezes para fins mágico-religiosos, como peça fundamental para uso em simpatias e cultos religiosos.

Os informantes reconhecem o declínio populacional das espécies e admitem que a captura através das atividades de pesca é uma das causas. Também ficou evidenciado que eles têm consciência que a captura da espécie é ilegal: “Se o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) pegar alguém pegando ou vendendo o búzio, prende”.

## DISCUSSÃO

A captura e o comércio de *Cassia tuberosa* ocorrem inteiramente em comunidades tradicionais de pescadores, sendo estes os coletores e vendedores diretos dos espécimes. Este estudo é pioneiro em documentar essa atividade no litoral brasileiro. Na cadeia de comércio de gastrópodes não existe a função do intermediário entre o pescador e companhias de exportação, a exemplo do que foi observado por Salim et al. (2017) na Índia. Esta característica difere da cadeia de comércio de algumas espécies de bivalves, que são de alta importância enquanto recurso alimentar e de renda para comunidades de pescadores do Nordeste do Brasil (Nishida et al. 2006), a qual apresenta forte dependência de intermediários para acessar os mercados e promover as vendas (Rocha e Pinkerton 2015). Sabe-se que o trabalho de intermediários pode tornar a cadeia de comércio mais complexa e, por isso, dificultar as políticas de proteção destas espécies (Cohen et al. 2013; Nijman et al. 2015). Além disso, a figura do intermediário encarece o produto e aumenta a discrepância entre o lucro do coletor e do vendedor final.

Os resultados aqui apresentados evidenciam a importância da espécie na composição dos recursos utilizados pelas comunidades de pescadores, seja para consumo e uso próprio, ou para complementação de renda familiar. Apesar do importante potencial econômico dos moluscos marinhos para fins ornamentais (Dias et al. 2011; Santhiya et al. 2013), e do comércio ornamental de conchas ser capaz de atingir grandes escalas (Nijman et al. 2015), um número ainda limitado de estudos tem identificado e caracterizado as cadeias de comércio de espécies de moluscos marinhos vendidos no comércio de conchas ornamentais (Nijman et al. 2016; Salim et al. 2017). Além disso, pouca atenção em pesquisa foi dada aos aspectos de meios de subsistência de comunidades de pescadores envolvendo o comércio de conchas (Simard et al. 2018).

A beleza da ornamentação da concha do gastrópode é o principal motivo que estimula a captura da espécie. *Cassia tuberosa* é uma das principais espécies alvo do comércio de curiosidade marinhas, e o grande porte e beleza da concha em todas as fases de crescimento estimula a retirada desta espécie da natureza (Dias et al. 2011; Dias et al. 2017). Esta captura é ainda facilitada devido à distribuição espacial da espécie em regiões rasas (Rios 2009) de fácil acesso para a comunidade tradicional e visitante.

Entre as formas de utilização da espécie identificadas ao longo do estudo, o uso para fins decorativos é o mais praticado. Como a captura de *Cassia tuberosa* é impulsionada pela beleza, porte e ocasionalidade do encontro de espécimes na natureza,

não sendo o recurso principal da pesca realizada nas comunidades estudadas, a exploração desta espécie pode ser considerada uma atividade cultural. Em várias regiões do mundo, espécies de gastrópodes são compradas ou coletadas como “memórias portáteis” por pessoas que frequentam áreas costeiras em que tais espécies ocorrem (Gibbons e Remaneva 2011; Gössling et al. 2004). A coleta de exemplares da espécie do ambiente enquanto uma tradição ou hábito de colecionador, pode ser um fator adicional que contribui para a redução significativa de seus estoques populacionais do ambiente (Newton et al. 1993).

Por outro lado, em uma perspectiva de conservação, o fato das comunidades pesqueiras utilizarem *C. tuberosa* como resultado de uma prática cultural, pode facilitar a tomada de medidas de controle e manejo. Uma vez que o recurso não é uma fonte de renda significativa, com papel relevante no sustento familiar, os impactos socioeconômicos de uma limitação ou proibição das capturas são menores.

Porém, assim como outras espécies de ocorrência tropical, marcadas pela atratividade da ornamentação natural de suas conchas, *Cassis tuberosa* participa do forte comércio ornamental existente dentro das comunidades que, bem como outras regiões ao longo da zona tropical, é uma atividade potencializada pelo turismo nestas áreas. O desenvolvimento do turismo tem aumentado o mercado de suvenires com consequentes pressões sobre recursos marinhos (Nijman e Lee 2016; Dias et al. 2011; Gössling et al. 2004). No caso da espécie *C. tuberosa*, o comprador pode obter a concha inteira como peça decorativa ou a concha pode compor peças de artesanato juntamente com outras espécies (Alves et al. 2018a).

Nesse cenário, torna-se primordial o papel dos órgãos de proteção do meio ambiente para ordenar o uso dos recursos, pois a remoção de espécies-chave da natureza traz consequências ecológicas que facilmente refletirão na paisagem dos ecossistemas costeiros e nas atividades turísticas. Um exemplo disto é o fato de *C. tuberosa* atuar como predador de ouriços-do-mar em ecossistemas recifais (ver revisão de Dias et al. 2017), onde o turismo é intenso. A retirada deste predador para comércio da concha poderá ocasionar uma superpopulação de ouriços-do-mar, o que afetará o uso turístico de determinados locais, seja pelo risco de acidentes ou pela bioerosão causada pelos ouriços.

O uso para alimentação também foi comumente registrado em todas as comunidades estudadas. Este tipo de uso, até então registrado apenas para congêneres da espécie e apenas para a região do Caribe (Abbott 1968; Cross 1967), destaca a participação da espécie enquanto recurso alimentar de populações tradicionais da costa

brasileira. O hábito de comer a carne do gastrópode apesar de comum, não ocorre de forma comercial, uma vez que a captura da espécie é ocasional durante a pesca artesanal que tem outros recursos-alvo. Apesar disto, a prática é preocupante, pois a medida que uma possível demanda pela carne se instale na região, essas capturas ocasionais podem se tornar direcionadas em um futuro próximo diante do colapso de outros recursos pesqueiros. Ainda, a captura de espécies feita artesanalmente, mesmo que ocasional, pode ter um impacto fortemente negativo nas populações naturais deste recurso.

A captura do gastrópode *Cassia tuberosa* comumente associada à pesca da lagosta, destaca a importância do monitoramento desta modalidade de pesca, pois a exploração da lagosta tem alcançado níveis elevados em vários pontos do litoral brasileiro, levando a sobreexploração deste recurso (Diegues 1999; Andrade 2015). Desta forma, as populações de *C. tuberosa* podem sofrer consequências também de sobreexploração devido a retirada indiscriminada de espécimes em função da intensa captura da lagosta.

O ‘bycatch’ ou captura incidental de *C. tuberosa* através da pesca de arrasto, cujo alvo são peixes e camarões, e não o gastrópode, foi uma forma de captura comumente mencionada pelos pescadores. O impacto do bycatch sobre populações de gastrópodes de grande porte é ainda pouco registrado (e.g. Carranza 2006; Carranza e Horta 2008; Peralta et al. 2016) e para as espécies da família Cassidae os registros são também reduzidos (Gibinkumar et al. 2012; Prabhu et al. 2013). As informações sobre registros de bycatch fornecidas pelos pescadores no presente estudo, apesar de ocorrências pontuais, são os primeiros registros para *Cassia tuberosa*. Tais registros norteiarão novos aspectos a serem estudados sobre a captura da espécie, como por exemplo a quantificação da captura incidental e consequentemente o impacto destes eventos sobre as populações ao longo da sua ocorrência.

Os espécimes que mais se destacam no comércio decorativo são os que apresentam os maiores tamanhos da concha, o que alerta para a frequente remoção de indivíduos maduros do ambiente. Um indivíduo de *C. tuberosa* com 19 cm de comprimento da concha foi registrado desovando sobre frondes de macroalgas (Dias e Mota 2015), atribuindo pela primeira vez uma relação entre o tamanho da concha e o estado de maturação da espécie. E ainda, mostrando a importância dos bancos de macroalgas como locais de desova (Dias e Mota 2015). Sendo assim, o esgotamento de indivíduos maduros na natureza pode resultar em uma rápida extinção local devido ao ‘Efeito de Allee’, em que as densidades de gametas se tornam muito baixas para produzir valores de recrutamento positivos (Stoner e Ray-Culp 2000).

Os pescadores descreveram uma alta frequência, quase semanal, de captura de *Cassia tuberosa* do ambiente, ainda assim eles não se reconhecem predadores da espécie, sugerindo que consequentemente eles podem não estar cientes sobre os impactos causados pela retirada do gastrópode da natureza. Neste sentido, a partir desta percepção dos pescadores é possível caracterizar a relação estabelecida entre homem-animal, que norteia objetivos práticos para criação de políticas e ações para a conservação da espécie e bem-estar da comunidade. A partir de tais informações, destacamos a importância de estudos etnobiológicos, pois a percepção da comunidade local fornece informações importantes sobre as observações, compreensões e interpretações das relações socio-ecológicas da comunidade (Bennett 2016). E dessa forma, a tomada de medidas pelos órgãos ambientais pode ser embasada pelo conhecimento popular e pelos usos empregados pelos pescadores.

Os pescadores percebem declínios populacionais da espécie ao longo do tempo e atribuem tal desaparecimento à alta frequência de captura. Esta percepção, desenvolvida pela intrínseca relação entre a comunidade e o ambiente, muitas vezes é a única fonte de informações sobre mudanças históricas nos estoques marinhos locais (Huntington 2000; Johannes et al. 2000), e deve ser utilizada quando da indisponibilidade de dados populacionais a longo prazo.

A observação de crianças acompanhando pescarias e reproduzindo o comportamento predatório sobre a espécie *Cassia tuberosa*, caracteriza a renovação de ciclos de exploração sobre a espécie. A transmissão cultural na fase infantil ocorre principalmente de forma vertical, sendo os pais os primeiros a transmitir conhecimentos acerca das técnicas de captura de organismos na natureza (Hewlett et al. 2011). Por isso, ações para conservação e manejo da espécie devem levar em consideração este aspecto para direcionar intervenções educativas dentro das comunidades tradicionais, principalmente no ambiente escolar.

Finalmente, reunimos neste estudo pela primeira vez, aspectos importantes da cadeia de captura e comércio do gastrópode marinho *Cassia tuberosa*, destacando o papel do conhecimento ecológico tradicional de seis comunidades de pescadores na costa Nordeste do Brasil. Este estudo mostrou que *C. tuberosa* tem uma importância relativa para os pescadores, não sendo um recurso primordial para a renda da população. As informações aqui apresentadas podem contribuir com órgãos e autoridades ambientais responsáveis pela gestão de recursos pesqueiros, a fim de que possam promover ações de conservação e manejo da espécie.

Sugerimos que qualquer ação de conservação voltada a proteção desta espécie inclua atividades educativas com os pescadores e crianças das comunidades, priorizando informações sobre o papel ecológico da espécie na natureza e como isso reflete sobre atividades de pesca e turismo. A biologia reprodutiva, tendências populacionais de médio prazo e o real impacto da remoção desta espécie da natureza são desconhecidos ao longo de sua distribuição. Por isso, promover a proteção desta espécie é um passo urgente em benefício de suas populações e dos ecossistemas onde está inserida.

## CONCLUSÕES

Em conclusão, reunimos, pela primeira vez, vários aspectos importantes da cadeia de captura e comércio do gastrópode marinho *C. tuberosa*, que destacam o papel do conhecimento ecológico tradicional de seis comunidades pesqueiras na costa nordeste do Brasil. Este estudo mostrou que *C. tuberosa* é de importância relativa para os pescadores e não é um recurso primário para a renda da população. As informações aqui apresentadas podem contribuir para o desenvolvimento de ações de conservação e manejo de *C. tuberosa* pelos órgãos ambientais e autoridades responsáveis pelo manejo dos recursos pesqueiros.

Recomendamos que qualquer ação de conservação que vise proteger esta espécie inclua atividades educativas comunitárias destinadas aos pescadores e seus filhos, que devem priorizar informações sobre o papel ecológico da espécie na natureza e como ela afeta as atividades de pesca e turismo. Os turistas também devem ser aconselhados a evitar comprar lembranças envolvendo grandes espécies de moluscos. A biologia reprodutiva, as tendências demográficas de médio prazo e os impactos da remoção desta espécie da natureza são desconhecidos em toda a sua distribuição. Portanto, precisamos urgentemente promover a proteção dessa espécie, em benefício das populações e seus ecossistemas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Jessica Lima, Heliene Mota e Rafaela Duarte pela ajuda com o trabalho de campo. Aos informantes-chave Arlindo, Romildo, Luís e Josivan, e a todos os



pescadores cujo conhecimento contribuiu para esta pesquisa. A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo suporte concedido a esta pesquisa através de uma bolsa de estudos para o ELS Mota. Pelo apoio financeiro essencial fornecido pela Fundação PADI (Grant # 8069) e Conchologists of America (Subsídios para Malacologia 2013). À Universidade Estadual da Paraíba (Laboratório de Biologia Marinha) e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC / UEPB) que forneceram apoio logístico essencial.

## REFERÊNCIAS

- Abbott, R.T. 1968. Helmet shells of the world (Cassidae): part 1. In *Indo-Pacif. Mollusca*, ed. R.T. Abbott, 2: 7-201. The department of Mollusks - Academy of Natural Sciences of Philadelphia.
- Albuquerque, U.P., L.V.F.C. Cunha, R.F.P. Lucena, and R.R.N. Alves. 2014. *Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology*. New York: Springer.
- Alves, R.R.N., E.L.S. Mota, and T.L.P. Dias. 2018a. Use and commercialization of animals as decoration. In: *Ethnozology: Animals in Our Lives*, ed. R.R.N. Alves, and U.P. Albuquerque, 261-275. London: Academic Press – Elsevier.
- Alves, R.R.N., J.S. Silva, L.S. Chaves, and U.P. Albuquerque. 2018b. Ethnozology and Animal Conservation. In: *Ethnozology: Animals in Our Lives*, ed. R.R.N. Alves, and U.P. Albuquerque, 481-496. London: Academic Press – Elsevier.
- Alves, R.R.N., and W.M.S. Souto. 2015. Ethnozology: A Brief Introduction. *Ethnobiology and Conservation* 4:1-13.
- Andrade, H.A. 2015. Stock assessment of the red spiny lobster (*Panulirus argus*) caught in the tropical southwestern Atlantic. *Latin American Journal of Aquatic Research* 43(1): 201-214.

Ardila, N., G.R. Navas, and J. Reyes. 2002. *Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia*. INVEMAR. Ministerio de Medio Ambiente. La serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia, Bogotá, Colombia.

Bailey, K. 1994. *Methods of social research*. The Free Press, New York.

Bennett, N.J. 2016. Using perceptions as evidence to improve conservation and environmental management. *Conservation biology* 30 (3): 582-592.

Berkes, F., J. Colding, and C. Folke. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological applications* 10 (5): 1251-1262.

Carranza, A. 2006. Large gastropods by-catch in the hake fishery at the argentinean-uruguayan common fishing zone. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 9: 61-67.

Carranza, A., and S. Horta. 2008. Megabenthic gastropods in the outer Uruguayan continental shelf: composition, distribution and some effects of trawling. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 43: 137-142.

Cohen, F.P.A., W.C. Valenti, and R. Calado. 2013. Traceability issues in the trade of marine ornamental species. *Reviews in Fisheries Science* 21 (2): 98-111.

Cross, E.R. 1967. Helmet Shell Chowder. *Hawaiian Shell News* 15 (5): 7.

Dias, T.L., N.A. Leo-Neto, and R.R. Alves. 2011. Molluscs in the marine curio and souvenir trade in NE Brazil: species composition and implications for their conservation and management. *Biodiversity and Conservation* 20: 2393–2405.

Dias, T.L.P., and E. L. S. Mota. 2015. First record of *Cassis tuberosa* spawning in the wild (north-east Brazil). *Marine Biodiversity Records* 8: 1–3.

Dias, T.L.P., E.L.S. Mota, R.C.S. Duarte, and R.R.N. Alves. 2017. What do we know about *Cassia tuberosa* (Mollusca: Cassidae), a heavily exploited marine gastropod? *Ethnobiology and Conservation* 6: 16.

Díaz, J.M., and H.M. Puyana. 1994. *Moluscos del Caribe Colombiano. Un catálogo ilustrado*. Colciencias - Fundación Natura-INVEMAR.

Diegues, A.C. 1983. *Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar*. São Paulo: Ática.

Diegues, A.C. 1999. A sócio-antropologia das comunidades de pescadores marítimos no Brasil. *Revista Etnográfica* 3(2): 361-375.

Gibbons E., and L. Remaneva. 2011. *Curio trade: Southwest Madagascar*. London: Reef Doctor.

Gibinkumar, T.R., S. Sabu, P. Pravin, and M.R. Boopendranath. 2012. Bycatch characterization of shrimp trawl landings off southwest coast of India. *Fishery Technology* 49: 132 – 140.

Gössling, S., T. Kunkel, K. Schumacher, and M. Zilger. 2004. Use of molluscs, fish, and other marine taxa by tourism in Zanzibar, Tanzania. *Biodiversity and Conservation* 13: 2623-2639.

Hewlett, B.S., H.N. Fouts, A.H. Boyette, and B.L. Hewlett. 2011. Social learning among Congo Basin hunter–gatherers. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 366: 1168-1178.

Huntington, H.P. 2000. Using traditional ecological knowledge in science: methods and applications. *Ecological Applications* 10: 1270-1274.

Johannes, R.E., M.M.R. Freeman, and R.J. Hamilton. 2000. Ignore fishers' knowledge and miss the boat. *Fish and Fisheries* 1:257-271.

- Leo-Neto, N.A., R.A. Voeks, T.L.P. Dias, and R.R.N. Alves. 2012. Mollusks of Candomblé: symbolic and ritualistic importance. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 8: 1-10.
- Matthews, H.R., and A.C.S. Coelho. 1972. Superfamília Tonnaceae do Brasil. IV – Família Cassidae (Mollusca, Gastropoda). *Arquivos de Ciências do Mar* 12 (1): 1-16.
- Mourão, J.S., and N. Nordi. 2003. Etnoictiologia de pescadores artesanais do estuário do rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 29 (1): 9-17.
- Nascimento, D.M., R.R.N. Alves, R.R.D. Barboza, A.J. Schmidt, K. Diele, and J.S. Mourão. 2017. Commercial relationships between intermediaries and harvesters of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) in the Mamanguape River estuary, Brazil, and their socio-ecological implications. *Ecological Economics* 131: 44-51.
- Newton, L.C., E.V.H. Parkes, and R.C. Thompson. 1993. The effects of shell collecting on the abundance of gastropods on Tanzanian shores. *Biological Conservation* 63: 241-245.
- Nieto-Bernal, R., L.V. Chasqui, A.M.R. Rodríguez, E.G. Castro, and D.L. Gil-Agudelo. 2013. Composición, abundancia y distribución de las poblaciones de gasterópodos de importancia comercial em La Guajira, Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical* 61 (2): 683-700.
- Nijman, V., D. Spaan, and K.A-I. Nekaris. 2015. Large-scale trade in legally protected marine mollusk shells from Java and Bali, Indonesia. *PLoS ONE* 10 (12): e0140593.
- Nijman, V., and P.B. Lee. 2016. Trade in nautilus and other large marine molluscs as ornaments and decorations in Bali, Indonesia. *Raffles Bulletin of Zoology* 64: 368–373.
- Nijman, V., D. Spaan, M. Sigaud, and K.A-I. Nekaris. 2016. Addressing the open illegal trade in large marine mollusk shells in Pangandaran, Indonesia. *Journal of Indonesian Natural History* 4 (1): 12-18.

Nishida, A.K., N. Nordi, and R.R.N. Alves. 2006. Mollusc gathering in Northeast Brazil: an ethnoecological approach. *Human Ecology* 34:133-145.

Peralta, A.C., P. Miloslavich, A. Carranza, and G. Bigatti. 2016. Impact of the clam *Arca zebra* artisanal fishery upon the population of the neogastropod *Voluta musica* in eastern Venezuela. *Latin American Journal of Aquatic Research* 44(4): 703-710.

Prabhu, P., U. Balasubramanian, and S. Purushothaman. 2013. Diversity of invertebrate trawl by catch off Mallipattinam, Sathubavasatherum, Memesal, southeast coast of India. *Advances in Applied Science Research* 4(6): 249-255.

Rios, E.C. 2009. *Compendium of Brazilian Sea Shells*. Rio Grande: FURG.

Rocha, L.M., and E. Pinkerton. 2015. Comanagement of clams in Brazil: a framework to advance comparison. *Ecology and Society* 20 (1): 7.

Salim, S.S., I. Jagadis, V. Venkatesan, M.R. Rahman, and M. Nashad. 2017. Gastropod landing, utilization and trade in India: A case study from Kollam, India. *Journal of the Marine Biological Association of India* 59 (1): 93-97.

Santhiya, N., S.B. Sanjeevi, M. Gayathri, and M. Dhanalakshmi. 2013. Economic importance of marine molluscs. *Research in Environment and Life Sciences* 6(4): 129-132.

Simard, N.S., T.A. Militz, J. Kinch, and P.C. Southgate. 2018. Artisanal, shell-based handicraft in Papua New Guinea: Challenges and opportunities for livelihoods development. *Ambio* 48: 374-384.

Stebbins, R.A. 1987. Fitting in: the researcher as learner and participant. *Quality and Quantity* 21 (1): 103-108.

Stoner, A.W., and M. Ray-Culp. 2000. Evidence for Allee effects in an over-harvested marine gastropod: density-dependent mating and egg production. *Marine Ecology Progress Series* 202: 297-302.

Tewfik, A., and B. Scheuer. 2013. Ecology of the King Helmet, *Cassis tuberosa* (L.), in South Caicos. *Caribbean Naturalist* 2: 1-10.

Wells, S.M. 1981. International trade in ornamental corals and shells. *Proceedings of the Fourth International Coral Reef Symposium* 1: 323-330.

Wood, E.M. 2001. Global Advances in Conservation and Management of Marine Ornamental Resources. *Aquatic Science Conservation* 3: 65-77.

Wood, E., and S. Wells. 1988. *The marine curio trade: conservation issues*. A report for the Marine Conservation Society, United Kingdom.

## CAPÍTULO 4

---

Manuscrito a ser submetido ao periódico Ocean & Coastal Management

### **Recomendações para a conservação do gastrópode marinho *Cassis tuberosa* no Brasil**

**Resumo:** Gastrópodes marinhos de grande porte, como os da espécie *Cassis tuberosa*, apesar de serem alvo do comércio internacional de conchas não são tratados pela legislação brasileira como recursos pesqueiros ao longo de sua distribuição. A espécie é frequentemente removida da natureza e alimenta um comércio ainda insuficientemente qualificado e quantificado. Na avaliação do status de conservação de espécies em vigor no Brasil, *Cassis tuberosa* é classificada como ‘Quase ameaçada’ de extinção (NT) por se aproximar dos limiares quantitativos dos critérios de ameaçada de extinção, e por isto, é uma espécie prioritária para o desenvolvimento de medidas que visem recuperar seu estado de conservação e evitar sua possível elevação a uma categoria mais preocupante. Partindo destes pressupostos o presente estudo apresenta os objetivos da proposta de conservação, os pontos de referências e as medidas sugeridas para a execução, destacando como se dará o processo de participação de todos os envolvidos. Este estudo, portanto, propõe a proibição total da captura de indivíduos sem distinção de tamanho da concha, considerando a prática de captura e comercialização de indivíduos da espécie como ilegal em todos os seus aspectos; fiscalização eficaz dos desembarques pesqueiros resultantes principalmente da pesca de peixes, polvos e lagostas; e o desenvolvimento contínuo de pesquisas científicas, mapeamentos e monitoramentos dos estoques populacionais da espécie.

**Palavras-chave:** Mollusca, captura, etnoecologia, gestão participativa, medidas de gestão, King Helmet

## 1. Introdução

Na década de 70, a espécie *Cassia tuberosa* foi registrada ao longo do litoral brasileiro, do Maranhão ao Espírito Santo, sendo caracterizada como uma das espécies de gastrópodes marinhos mais abundantes (Matthews e Coelho, 1972). Em 2011, a espécie é apontada como uma das mais comercializadas no comércio ornamental (Dias et al., 2011). No geral, os poucos estudos populacionais sobre a espécie apontam baixíssimas densidades do gastrópode ao longo de sua distribuição (Engstrom, 1982; Nieto-Bernal et al., 2013). No Caribe colombiano, a espécie é classificada, desde 2002, como ‘Vulnerável’ (VU) quanto à ameaça de extinção (Ardila, 2002). No Brasil, desde 2014, *Cassia tuberosa* é classificada como ‘Quase ameaçada’ de extinção (NT) (ICMBio, 2014). Sendo assim, é imprescindível a elaboração desta proposta pioneira para discussão de ações que, com base em informações obtidas até o momento sobre a espécie, possam mitigar os efeitos deletérios sobre seus estoques populacionais.

Gastrópodes de grande porte, como *Cassia tuberosa*, apesar de serem alvo do comércio internacional de conchas não são tratados pela legislação brasileira como recursos pesqueiros. Isso ocorre, provavelmente, por não serem utilizadas prioritariamente para fins alimentícios, dessa forma, espécies como esta, não são foco de medidas efetivas de conservação e manejo. No entanto, ao longo de sua distribuição, através dos mais diversos métodos individuais ou por apetrechos ocasionais, *Cassia tuberosa* é frequentemente removida da natureza e alimenta um comércio ainda insuficientemente qualificado e quantificado.

Nesta perspectiva, buscou-se reunir todos os dados existentes sobre a espécie *Cassia tuberosa* até o presente, utilizando-se como fonte de informações, artigos científicos, teses, dissertações e documentos legais, como listas de espécies ameaçadas nacionais e internacionais em vigor, entre outros. Além disso, Dias et al. (2017), fornecem uma revisão completa do estado da arte sobre *Cassia tuberosa* até aquela data.

Espera-se que este documento, ao ser difundido ao longo de todo território nacional, possa desencadear importantes discussões entre as superintendências dos órgãos gestores ambientais, centros de pesquisas e comunidade em geral. Esta proposta inicial apresenta um levantamento e a sistematização de informações, e identifica lacunas existentes no conhecimento, objetivando viabilizar a concepção de estratégias para orientar os esforços necessários para garantir os estoques populacionais do gastrópode *Cassia tuberosa* no litoral brasileiro, assegurando a manutenção de populações viáveis da



espécie em ambiente natural. E ainda, com base em todo o exposto, apresentamos recomendações de ações voltadas a conservação deste gastrópode e de seu habitat essencial.

## **2. Considerações gerais sobre a espécie**

### ***2.1 Biologia e sistemática da espécie***

#### **2.1.1 Morfologia**

A espécie pode ser reconhecida pela concha de formato subtriangular, grande, sólida e pesada. Calo parietal de cor creme, com manchas marrons ou roxas, robusto, em forma de escudo principalmente nos adultos, e prolongando-se à extremidade distal posterior da concha. Abertura da concha alongada e estreita, com opérculo córneo, alongado e muito pequeno em relação à abertura. Os lábios interno e externo da abertura são fortemente denteados nas margens. Canal sifonal acentuado dirigido ao dorso da concha. Face dorsal da concha de coloração creme com machas marrom, em alguns casos, manchas roxas, ornamentada por finas linhas de crescimento cortadas por finas linhas espirais, com nódulos na periferia dorsal da concha, cada vez mais proeminentes na fase adulta (Abbott, 1968; Matthews e Coelho, 1972) (Fig. 1).

As conchas dos Cassidae atingem tamanhos de médio a grande porte. Dentre as espécies que ocorrem no Brasil, *Cassis tuberosa* apresenta o maior alcance em termos de tamanho da concha, podendo atingir até 30 cm de comprimento total (Matthews e Coelho, 1972; Ardila et al., 2002).

As características morfológicas da espécie são a base para os vários nomes vulgares pelos quais o gastrópode é conhecido ao longo de sua distribuição. O nome vernacular em inglês é ‘King Helmet’, que quer dizer “capacete rei”. No Brasil existe uma diversidade de nomenclaturas que podem variar em função da localidade, dentre elas: ‘Búzio’, ‘Búzio da boca roxa’, ‘Búzio rajadinho’, ‘Ferro de engomar’, ‘Búzio de dente’ e ‘Búzio de toca’.



**Figura 1.** Conchas de *Cassis tuberosa* em diferentes posições. Foto: Thelma Dias.

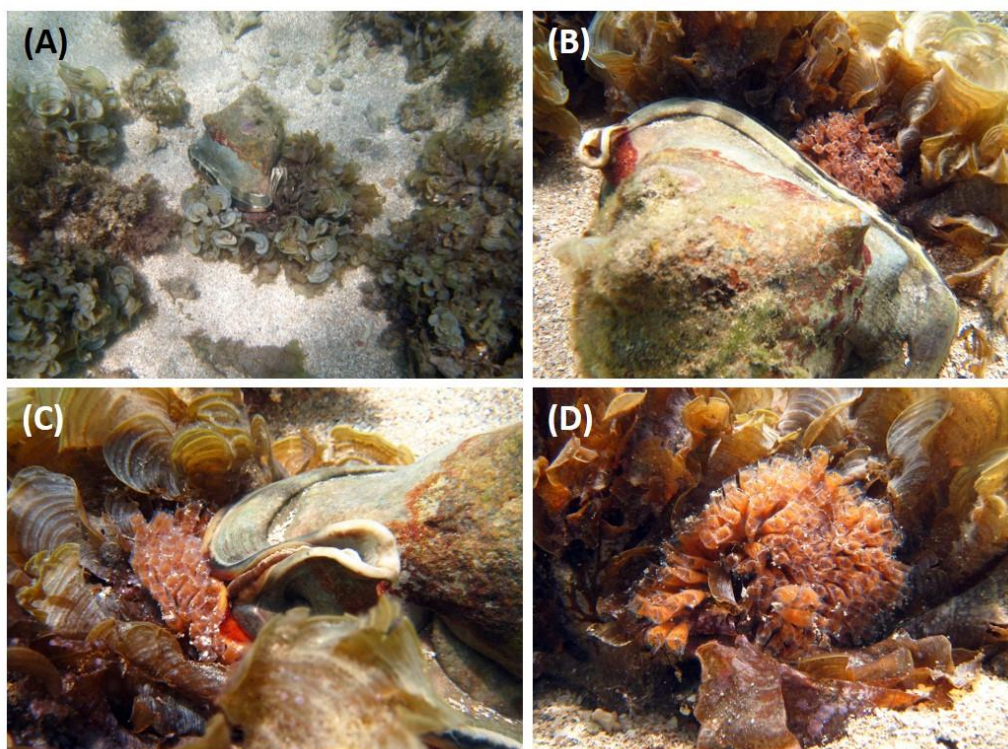
### 2.1.2 Reprodução

De acordo com Riedel (1995), indivíduos do gênero *Cassis* chegam a liberar em torno de 600.000 embriões por desova e todos atingem o estágio zooplancônico. Um congênere da espécie, o gastrópode *Cassis madagascariensis*, utiliza substrato consolidado para desova de sua massa de ovos. As ootecas são organizadas em uma única camada para formar uma massa elipsoidal, 11 cm por 8 cm, e seus pedúnculos são espaçados 2 ou 3 mm de distância acima da base. A massa de ovos contém cerca de 260 cápsulas que tem formato vasiforme (D'Asaro, 1963).

No nordeste brasileiro, um indivíduo de *Cassis tuberosa* foi observado pela primeira vez desovando em uma área de recifes costeiros dentro de uma zona de exclusão de pesca da maior unidade de conservação marinha do Brasil (Fig. 2). O espécime media 19 cm de comprimento da concha e, na ocasião, estava apoiado sobre um tufo de algas do gênero *Padina*, sobre a qual as cápsulas ovígeras estavam sendo depositadas. A desova de *Cassis* media cerca de 13 x 10 cm, sendo composta por aproximadamente 200 cápsulas vasiformes, com coloração alaranjada. A desova foi observada durante o dia, às 12:00 durante a maré baixa, a 1,8 m de profundidade (Dias e Mota, 2015).

No entanto, estimativas sobre taxa de sobrevivência e sucesso de recrutamento são ainda inexistentes. Outros aspectos biológicos sobre a espécie, principalmente no que

concerne sobre a determinação da maturidade sexual das populações e padrão de crescimento/desenvolvimento do corpo, ainda não foram estudados.



**Figura 2.** *Cassia tuberosa* durante a desova: (a) vista geral do indivíduo sobre as algas, (b-c) vista detalhada da deposição, e (d) toda a desova sobre o tufo de algas do gênero *Padina*. Fotos: Thelma Dias.

### 2.1.3 Classificação taxonômica

O gastrópode marinho *Cassia tuberosa* pertence à Família Cassidae. As características taxonômicas da família são bem conhecidas e discutidas (Iredale, 1927; Clench, 1944; Abbott, 1968; Riedel, 1995), porém aspectos ecológicos de maneira geral são ainda pouco compreendidos. A família Cassidae é uma das três famílias pertencentes à superfamília Tonnoidea (Riedel, 1995), engloba 2 subfamílias (Cassiniae e Phalinae) e atualmente compreende cerca de 10 gêneros e 60 espécies distribuídas principalmente em regiões tropicais (Rehder et al., 2009) podendo algumas espécies alcançarem regiões temperadas e águas frias. Para o Atlântico Ocidental são registrados 8 gêneros (Matthews e Coelho, 1972). No Brasil, a família Cassidae é representada por 6 gêneros e 8 espécies

(Rios, 2009). As espécies do gênero *Cassis* parecem ser confinadas a mares quentes sendo longitudinalmente distribuídas em todo o mundo (Riedel, 1995).

De acordo com a atual classificação, a espécie está sistematicamente como a seguir:

Filo Mollusca  
Classe Gastropoda  
Subclasse Caenogastropoda  
Ordem Littorinimorpha  
Superfamília Tonnoidea  
Família Cassidae  
Subfamília Cassinae  
Gênero *Cassis*

## **2.2 Aspectos ecológicos**

### **2.2.1 Avaliações dos estoques populacionais**

No Brasil, a espécie já foi caracterizada como um dos gastrópodes de grande porte mais abundantes na costa Nordeste (Matthews e Coelho, 1972). Desde então estudos sobre estoques populacionais da espécie no país são ainda restritos a uma pequena faixa do litoral brasileiro.

De maneira geral, o gastrópode demonstra ser uma espécie com baixas abundâncias e densidades ao longo de sua distribuição (Engstrom, 1982; Nieto-Bernal et al., 2013; Tewfik e Scheuer, 2013) o que sugere que suas populações podem facilmente ser mais diminuídas mediante algum evento de mortalidade, como por exemplo, aumento da pressão de captura ou a descaracterização de hábitat, que reduz o número de indivíduos e potencial de recuperação da população.

No estudo de Tewfik e Scheuer (2013) a densidade de *Cassis tuberosa* associada a bancos de fanerógamas marinhas (*Thalassia testudinum*) variou de 2,6 a 15,8 indivíduos/ha. No Caribe Colombiano, Nieto-Bernal et al. (2013) relataram as densidades mais baixas já registradas, variando entre 0,3 e 0,8 indivíduos/ha. Outro registro publicado por Engstrom (1982), mencionou um indivíduo/660 m<sup>2</sup> (=15 indivíduos/ha) em

Pitahaya e um indivíduo/14.000 m<sup>2</sup> (=0,7 indivíduos/ha) em Guayacan, ambos em Porto Rico.

Na costa brasileira, os esforços para avaliar os estoques populacionais da espécie são ainda recentes. Mota (2014) avaliou populações do gastrópode *Cassis tuberosa* em uma praia arenosa do Rio Grande do Norte, no município de Macau, onde observou uma densidade de 11 ind/ha. Além desta localidade, o mesmo estudo avaliou uma população da espécie em ambiente recifal do litoral sul do estado de Pernambuco (recifes de Tamandaré). Nesta localidade, a abordagem utilizada foi comparativa entre uma área dentro de uma zona de exclusão de atividades de pesca e turismo (APA Costa dos Corais), e uma área permissiva a estas ações. A densidade de *C. tuberosa* foi maior na área aberta (40 ind/ha) do que na área fechada (30 ind/ha). Estas foram as maiores densidades populacionais já registradas para a espécie em todas suas ocorrências.

Esta alta densidade observada, destaca a importância das Unidades de Conservação como ferramenta efetiva na conservação de populações viáveis desta espécie em ambiente natural. Outros estudos têm sido desenvolvidos ao longo da costa Nordeste do Brasil. Mota (neste trabalho de tese), avaliou os estoques populacionais do gastrópode em recifes costeiros do litoral do Estado da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Neste estudo, a maior densidade populacional da espécie foi observada nos recifes de Pirangi (RN) com 15 ind/ha, seguido por Areia Vermelha e Parrachos de Cabedelo que apresentaram densidade de 8,3 ind/ha, e a menor densidade observada foi nos recifes do Seixas com 1,7 ind/ha.

### 2.2.2 Alimentação

O gênero *Cassis* se alimenta de vários equinodermos sendo especialistas da classe Echinoidea, que inclui os ouriços-do-mar e bolachas-da-praia (Schroeder, 1962; Foster, 1947; Lyman, 1937; Moore, 1956; Cornman, 1963). De maneira geral, *Cassis tuberosa* exerce predação sobre uma variedade de espécies equinoides. Foram até o presente, quinze espécies registradas, pertencentes a dez famílias da classe Echinoidea.

**Tabela 5.** Revisão de espécies presas consumidas pelo gastrópode *Cassia tuberosa*.

Presa Echinoidea	Referência
Regular	
Diadematidae	
<i>Diadema antillarum</i> Philippi, 1845	Schroeder, 1962; Hughes e Hughes, 1981
Echinometridae	
<i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)	Hughes e Hughes, 1971
Toxopneustidae	
<i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)	Pequeno e Matthews-Cascon, 2010; Mota, 2014
<i>Tripneustes ventricosus</i> (Lamarck, 1816)	Hughes e Hughes, 1971
Arbaciidae	
<i>Arbacia</i> sp. Gray, 1835	Work, 1969
Irregular	
Clypeasteridae	
<i>Clypeaster rosaceus</i> (Linnaeus, 1758)	Foster, 1947
<i>Clypeaster subdepressus</i> (Gray, 1925)	Work, 1969
Mellitidae	
<i>Leodia sexiesperforata</i> (Leske, 1778)	McClintock e Marion, 1993
<i>Mellita quinquiesperforata</i> (Leske, 1778)	Pequeno e Matthews-Cascon, 2001
<i>Encope emarginata</i> (Leske, 1778)	Mota, 2019 (este trabalho de tese)
Cassidulidae	
<i>Cassidulus caribaeorum</i> Lamarck, 1801	Gladfelter, 1978
Brissidae	
<i>Meoma ventricosa</i> (Lamarck, 1816)	Work, 1969; Gerace e Lindsay, 1992
<i>Plagiobrissus grandis</i> (Gmelin, 1791)	
Echinoneidae	
<i>Echinoneus</i> sp. Leske, 1778	Work, 1969
Schizasteridae	
<i>Moiria</i> sp. A. Agassiz, 1872	Work, 1969

Ao envolver sua presa com seu pé muscular, o gastrópode *C. tuberosa* produz uma substância com princípios neurotóxicos que imobiliza o equinoide (Cornman, 1963). Em seguida, projeta sua probóscide em direção a carapaça da presa e com sua rádula especializada perfura o esqueleto, criando um pequeno orifício através do qual irá consumir os tecidos internos (Hughes e Hughes, 1971).

Sabe-se que *Cassia tuberosa* desenvolve, em um ambiente de praia arenosa nas Bahamas, uma alta pressão de predação sobre a espécie de bolacha-da-praia *Leodia sexiesperforata* (MCClinton Marion, 1993). Outras evidências de que a predação exercida pelo gastrópode é um fator significativo no controle populacional de suas presas, foi mostrada através de estudos de densidade de *C. tuberosa* e do ouriço *Lytechinus variegatus* por Engstrom (1982) que inferiu que a mortalidade do ouriço em bancos da fanerógama *Thalassia testudinum* foi fortemente influenciada pelo comportamento predatório do molusco. Gladfelter (1978) também indica *C. tuberosa* como o principal agente de mortalidade do ouriço *Cassidulus caribaeorum* na Baía de Loblolly, Ilhas Virgens. Desta forma, ao exercer forte pressão de predação sobre as populações de suas presas, a espécie *C. tuberosa* desempenha satisfatoriamente sua função ecológica de mesopredador no ambiente costeiro e marinho.

Em um cenário de disponibilidade de mais de uma espécie de presa em potencial, *Cassia tuberosa* mostrou desenvolver preferência alimentar. Na primeira tentativa de estudo sobre hábito alimentar e escolha entre espécies de presas equinoides, Hughes e Hughes (1971) utilizaram várias espécies de ouriços e bolachas-da-praia. Neste estudo inicial, foi possível evidenciar que na presença de algumas espécies de presas, *C. tuberosa* ignorou completamente outras ofertadas simultaneamente.

Em estudo experimental recente, duas espécies de bolacha-da-praia (*Mellita quinquiesperforata* e *Encope emarginata*) que co-ocorrem com o gastrópode em uma região de praia arenosa do Nordeste do Brasil, são ofertadas simultaneamente à espécie *Cassia tuberosa* sob condições de laboratório, e esta demonstra preferência alimentar pela espécie *Mellita quinquiesperforata* (Mota, neste trabalho de tese).

Estes estudos de preferência alimentar, devem ser levados em consideração para observância de necessidades ecológicas, neste caso alimentares, da espécie *Cassia tuberosa*, a fim de garantir as condições mínimas de desenvolvimento de suas populações ao longo das suas áreas de ocorrência. Também evidenciam a importância ecológica da espécie predadora, ao exercer controle populacional de suas presas e consequente equilíbrio da comunidade biológica no ecossistema marinho.

No contexto da rede alimentar da qual participa, apesar de ser um predador, *Cassia tuberosa* também pode ser utilizado como presa de uma variedade de invertebrados, como polvos (*Octopus* spp.) e caranguejos eremitas (*Petrochirus diogenes* e *Panulirus* spp.) que podem usar o gastrópode para alimentação e sua concha como proteção. Peixes predadores de topo como raias (*Aetobatus narinari* e *Hypanus* spp.) e tubarões-lixia (*Ginglymostoma cirratum*), são capazes de fragmentar a concha do gastrópode durante seu comportamento predatório sobre a espécie (Tewfik, 2015).

### 2.2.3 Habitat

Estudos recentes buscaram identificar se existe um padrão dos tipos de substratos que compõem o habitat utilizado por *Cassia tuberosa*. Observa-se que os principais componentes de microhabitat do gastrópode foram similares, possivelmente em função do período diurno, durante o qual foram realizadas as amostragens.

A espécie *Cassia tuberosa* é uma espécie pouco ativa durante o dia permanecendo enterrada durante a maior parte deste período. Sua maior taxa de atividade se dá durante a noite, momento em que a espécie desenvolve seu comportamento de forrageio (Hughes e Hughes, 1971; Mota, neste trabalho de tese). Em estudo desenvolvido na APA Costas dos Corais, no litoral sul do Estado de Pernambuco, a população analisada apresentou indivíduos predominantemente adultos, e seu microhabitat era compostos principalmente por ‘Areia’, ‘Algas frondosas’ e ‘Cascaho’ (Mota, 2014).

Ao analisar populações associadas a recifes costeiros dos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, observou-se que os indivíduos eram predominantemente jovens e os principais componentes de microhabitat foram os substratos não consolidados como ‘Areia’, ‘Cascaho’ e ‘Argila’ (Mota, neste trabalho de tese).

Ao longo de toda sua distribuição, populações do gastrópode podem ser encontradas associadas ao mais variados tipos de substrato marinho, como por exemplo os bancos de fanerógamas (Engstrom, 1982; Levitan e Genovese, 1989; Tewfik e Scheurer, 2013), substratos arenosos (McClintock e Marion 1993; Mota, 2014) e recifes de corais (Martinez, 2012; Mota, 2014).

### 2.2.4 Distribuição



Representantes da família Cassidae podem ser encontrados ao longo de toda zona costeira do território brasileiro e a distribuição da espécie *Cassis tuberosa* abrangendo a costa do país foi registrada pela primeira vez por Clench (1944). A espécie, que é considerada comum na região do Caribe (Abbott, 1968), distribui-se atualmente, da Carolina do Norte até o Brasil (até o sul da Bahia) (Rios, 2009). O alcance batimétrico dos Cassidae em geral pode chegar a 1.100 metros de profundidade (Abbott, 1968). *C. tuberosa* distribui-se em áreas costeiras rasas, em profundidades registradas de até 18 metros (Matthews e Coelho, 1972).

No Brasil, os registros feitos, há quase 50 anos, mostram que a espécie é bem distribuída em todo litoral da região Nordeste do país (Matthews e Coelho, 1972). Atualmente, a atual distribuição é conhecida através de registros pontuais recentes e relacionados a uma pequena faixa entre o estado do Ceará (Pequeno e Matthews-Cascon, 2010), Rio Grande do Norte (Mota, 2014; Martinez, 2012), Paraíba (Gondim et al., 2011) e Pernambuco (Dias e Mota, 2015). A ausência de contínuos mapeamentos de populações ao longo da sua ocorrência, aliada à forte pressão de captura sobre a espécie, podem mascarar o real estado de conservação do gastrópode no litoral brasileiro.

## **2.3 Ameaças e estado de conservação**

### **2.3.1 Finalidades da captura e comércio**

A espécie *Cassis tuberosa* é alvo de exploração para a finalidade dos mais variados tipos de uso. Entre estes tipos, destaca-se o uso como recurso para o comércio decorativo e ornamental (Ardila et al., 2002; Gasparini et al., 2005; Dias et al., 2011; Nieto-Bernal et al., 2013; Alves et al., 2018). A concha é encontrada em muitas feiras de artesanato e suvenires localizadas principalmente em regiões turísticas litorâneas, e pode ser vendida apenas a concha ou esta pode compor peças de artesanato, como luminárias, juntamente com outras espécies de gastrópode de grande porte também exploradas para tal finalidade (Dias et al., 2011) (Fig. 3).

Além deste tipo de uso, há registros de uso do gastrópode, por povos antigos, como instrumento musical, bem como pedaços de conchas servindo como colheres (Mckenzie e Stehlik, 2001). Abbott (1968) aponta que durante muitos séculos, conchas do gastrópode eram utilizadas como matéria prima de esculturas de valor chamadas de ‘Camafeus’. Díaz e Puyana (1994) relatam a comercialização de espécimes de *Cassis*

*tuberosa* em feiras de artesanato destinadas a turistas na região do Caribe Colombiano, sendo vendidas como pesos de portas (“atranca puertas”).

Conchas de *Cassis tuberosa* compõem o conjunto de conchas de várias espécies de moluscos utilizadas para fins mágico-religiosos em cerimônias de raízes africanas (Leo-Neto et al., 2012), e para fins medicinais (Alves e Dias, 2010).

A carne de gastrópodes marinhos de grande porte é consumida e apreciada em muitos lugares do mundo (Abbott, 1968; Cross, 1967). Na Colômbia, a espécie foi registrada sendo consumida por pescadores locais (Ardila et al. 2002).



**Figura 3.** Comércio de *Cassis tuberosa*: (a) espécimes capturados por pescadores para venda da concha, (b-d) luminárias confeccionadas com conchas de *C. tuberosa*, c-e) conchas avulsas a venda em barracas de praia no litoral da Paraíba. Fotos: Thelma Dias.

### 3. Caracterização da pesca e do comércio do búzio

Devido às características morfológicas externas, que conferem beleza à concha em todas as etapas da vida e o fácil acesso aos ambientes em que ocorre, *C. tuberosa* é alvo de captura para suprir os mais variados comércios, com destaque para os fins ornamentais e de curiosidades marinhas e souvenirs (Dias et al., 2011).

Sobre a caracterização da captura e comércio da espécie, uma única avaliação foi realizada por Mota et al. (submetido). Este estudo, realizado em comunidade de pescadores distribuídas ao longo do litoral do Estado da Paraíba, mostrou que a captura de *Cassis tuberosa* é motivada pela beleza de sua concha, visando predominantemente o uso ornamental.

Apesar haver registros do consumo da carne do gastrópode, o uso para fins alimentícios não é feito de forma comercial. De maneira geral, considerando os tipos de uso registrados pelo estudo, a captura e o comércio da espécie *Cassis tuberosa* não tem uma considerável contribuição no aspecto socioeconômico das comunidades estudadas. Por não ser um recurso pesqueiro capaz de apresentar grande rentabilidade para os pescadores, a captura da espécie configura-se como uma prática fortemente cultural. A cultura de coleta de gastrópodes como *C. tuberosa* tem perpassado gerações, sendo possível observar a prática de captura e processamento do espécime por crianças que acompanham os adultos em expedições de pescaria.

A captura do gastrópode está fortemente relacionada com a pesca de outros recursos marinhos como peixes, polvo e lagosta. Os pescadores não direcionam sua atividade pesqueira diretamente ao gastrópode, a espécie é capturada ao acaso durante outros tipos de pesca, principalmente através de mergulho.

A cadeia de comércio do gastrópode ocorre de forma simples, sem haver necessariamente uma rede complexa de atores envolvidos. A venda da concha e/ou produtos produzidos a partir destas é feita diretamente pelos próprios pescadores, não havendo a necessidade de um atravessador do produto. Além disso, é imprescindível destacar que o fluxo turístico nessas comunidades e o consequente interesse por souvenirs marinhos, impulsionam o comércio de conchas nestas regiões.

#### **4. Proposta de medidas de manejo da espécie *Cassia tuberosa***

De acordo com a Portaria Nº 43 de 31 de Janeiro de 2014 do Ministério do Meio Ambiente, em seu artigo 2º inciso II, define-se a categoria ‘Quase Ameaçada de Extinção (NT) como uma espécie que “se aproxima dos limiares quantitativos dos critérios de ameaçada, sendo provável que venha a enquadrar-se em uma categoria de ameaça em futuro próximo”. De acordo ainda com esta normativa, em seus artigos 5º e 6º, espécies sob esta classificação são prioritárias para o desenvolvimento de pesquisas que avaliem o atual do estado de conservação, que possam gerar medidas para mitigar as ameaças, recuperar seu estado de conservação e evitar sua possível elevação a uma categoria mais preocupante.

Partindo destes pressupostos legais, a seguir, são apresentados o objetivo da proposta de conservação, os pontos de referências e as medidas sugeridas para a execução, destacando como se dará o processo de participação de todos os envolvidos.

##### **4.1 Objetivos**

Contribuir com a conservação dos atuais estoques populacionais do gastrópode *Cassia tuberosa* e de suas exigências ecológicas, de habitat e alimentação, considerando os aspectos biológicos, ecológicos, pesqueiros, socioeconômicos e da pesquisa científica, e assegurando a produção contínua de conhecimento acerca da espécie para a execução desta proposta.

##### **4.2 Objetivos específicos**

Considerando que *Cassia tuberosa* é comercializada no Brasil e tem uma ampla variedade de utilização por parte das comunidades tradicionais, e com potencial alto de dispersão para o comércio internacional de conchas, a seguir, os objetivos específicos para esta espécie.

#### *4.2.1 Biológicos*

Promover a conservação dos estoques populacionais naturais da espécie, realizando estudos sobre a estrutura da população a fim de definir padrões de faixa etária destas, identificando áreas de berçário e áreas de população potencialmente reprodutiva.

#### *4.2.2 Ecológicos*

Assegurar a recuperação e a manutenção dos habitats preferenciais da espécie, mapear e monitorar as áreas de ocorrência da espécie no Brasil, quantificar o percentual de habitat da espécie, na costa do País, e mitigar as ações antrópicas que impactam os habitats em que ocorre a espécie.

#### *4.2.3 Pesqueiros*

Estabelecer restrições a todas as formas de captura e uso da espécie que devem permanecer em vigência até a primeira avaliação e revisão deste plano, quando então, serão reavaliadas as condicionantes desta proibição.

#### *4.2.4 Socioeconômicos*

Ampliar a identificação dos atores envolvidos com a exploração da espécie ao longo de toda sua distribuição no litoral brasileiro, a fim de identificar variações locais na cadeia de comércio. Além de integrar os atores sociais no processo de manejo da espécie, reduzir conflitos socioambientais, identificar potencialidades das comunidades usuárias do recurso, para propor atividades alternativas à extração (ecoturismo, monitoramento e pesquisa etc.).

#### *4.2.5 Pesquisa científica*

Estimular o desenvolvimento de pesquisas que possam preencher lacunas sobre a biologia da espécie (e.g. desenvolvimento ontogenético, aspectos reprodutivos, idade e crescimento), atualizar o mapeamento de estoques naturais do gastrópode, e realizar estudos ecológicos complementares aos já existentes.

### 4.3 Pontos de referência

#### 4.3.1 Mapeamento das áreas de ocorrência da espécie

Considerando que: (1) o gastrópode *Cassia tuberosa*, já foi registrado há quase 50 anos, como a espécie de gastrópode de grande porte mais abundante do Nordeste e desde então poucos esforços foram realizados para mapear e dimensionar seus estoques populacionais (Matthews e Coelho, 1972); (2) que os registros mais recentes da espécie ao longo do litoral brasileiro são pontuais e restritos a uma pequena porção litorânea (Pequeno e Matthews-Cascon, 2010; Martinez et al., 2012; Mota, 2014, 2019), é imprescindível o registro, através de mapeamento continuado, de populações do gastrópode ao longo de todo o litoral Nordeste do Brasil, bem como do monitoramento das condições ecológicas e ameaças destas populações.

#### 4.3.2 Definir categorias de densidades populacionais

Considerando que: (1) em situações de baixa densidade populacional (por exemplo, quando o estoque está muito reduzido pela pesca excessiva) a vulnerabilidade é maior do que em situações de alta densidade; (2) o gastrópode *Cassia tuberosa* é considerada uma espécie solitária, o que influencia naturalmente na probabilidade de encontros reprodutivos que possam garantir valores de recrutamento positivos, e pode ser agravado pela redução de indivíduos adultos na natureza devido a sobreexploração (Moore, 1956; Stoner e Ray-Culp, 2000); (3) embora as populações da espécie *C. tuberosa* geralmente apresentem baixas densidades no ambiente, pelo menos em algumas populações, as baixas densidades provavelmente sejam oriundas da sobrepesca (Nieto-Bernal et al., 2013); (4) estudo realizado no Brasil registrou uma correlação entre baixas densidades de *Cassia tuberosa* com registro de pesca da espécie em localidades no Nordeste (Mota et al., 2019), é imprescindível o estabelecimento de categorias de densidades populacionais (ex: alta, baixa) que possam ser utilizadas como pontos de referência para avaliar a efetividade das ações propostas por este plano.

### 4.3.3 Definir áreas de exclusão à captura

Considerando que: (1) populações naturais de *Cassia tuberosa*, encontradas sob proteção de uma Unidade de Conservação brasileira, apresentam as maiores densidades já registradas mundialmente para a espécie, com uma alta taxa de indivíduos considerados adultos e desenvolvendo seu potencial reprodutivo na área (Dias e Mota, 2015; Mota, 2014), recomenda-se que áreas de ocorrência de populações deplecionadas da espécie sejam prioritárias para a implementação de Unidades de Conservação, com exclusão à captura, a fim de promover a recuperação da densidade populacional da espécie na área.

### 4.3.4 Minimizar os efeitos da pesca

Considerando que: (1) os estudos realizados no Brasil revelaram a ocorrência da espécie associada a áreas recifais de livre e fácil acesso à população (Martinez et al., 2012; Mota, 2014); (2) a captura da espécie está fortemente relacionada à pesca de outros tipos de recursos como peixe, polvo e lagosta através do mergulho (Mota et al., 2019 - submetido); (3) o comércio ocorre ainda dentro das comunidades tradicionais em especial aquelas localizadas imediatamente próximas as áreas de ocorrência da espécie; (4) há relatos de captura incidental da espécie através da pesca com redes de arrasto; (5) o turismo é um aspecto motivador da retirada da espécie da natureza para produção de artesanatos e suvenires; é necessário propor ações efetivas de fiscalização e monitoramento do aporte pesqueiro das comunidades tradicionais, exercendo um trabalho eficaz junto às associações/colônias de pescadores ao longo de todo litoral de ocorrência da espécie.

## 4.4 Programas de trabalho propostos

### 4.4.1 Programa de pesquisa

Sabendo da importância dos dados científicos para fundamentar medidas efetivas de manejo de espécies em risco de sobreexploração, faz-se necessário criar e manter um programa de pesquisa e de monitoramento para a obtenção dos melhores dados científicos para subsidiar a implantação e execução do plano de manejo. Os seguintes tópicos devem ser priorizados: (1) estimativas de densidade, definindo categorias de densidades

populacionais; (2) zoneamento espaço-temporal da espécie, com resultados pelo menos bianuais; (3) investigação e estabelecimento de métricas sobre a estatística da captura da espécie – manter bancos de dados com cobertura nacional contemplando retirada (pesca dirigida ou incidental), e abrangência do comércio interno (na comunidade tradicional e feiras) e externo (e-commerce); (4) determinar a estrutura populacional, englobando estudos genéticos e seus desdobramentos taxonômicos e pesqueiros; (5) registrar continuamente os aspectos populacionais, história de vida e avaliação de estoque; (6) qualificar e quantificar (percentual de cobertura) a disponibilidade de microhabitats; (7) realizar estudos socioeconômicos que englobem toda a cadeia de usuários da espécie; (8) realizar estudos etnoecológicos incorporando aspectos que possibilitem a valorização do saber tradicional; (9) monitorar os hábitos alimentares dos gastrópodes e as interações tróficas em ambiente natural; (10) desenvolver estudos que avaliem os padrões de dispersão e assentamento das espécies.

#### *4.4.2 Programa de educação ambiental*

Tendo em vista a importância de prover a sociedade de informações que resultem na conservação da espécie, minimizando conflitos e favorecendo o diálogo entre os atores sociais envolvidos, os seguintes aspectos são imprescindíveis: (1) preparação de materiais e disseminação de informações, inclusive via internet, a fim de promover a sensibilização e participação dos vários grupos de atores sociais na conservação da espécie; (2) promoção do intercâmbio de experiências entre as comunidades tradicionais, visando disseminar estratégias não predatórias do gastrópode; (3) identificação de áreas com os principais conflitos e a subsequente priorização de um trabalho, inclusive do ponto de vista legal, para superá-los; (4) conscientização econômica das comunidades tradicionais sobre o impacto insignificante, da captura e comércio da espécie, na renda familiar; (5) integração dos atores envolvidos com a exploração do gastrópode à aplicabilidade do plano de manejo da espécie; (6) disseminação dos instrumentos legais relacionados às medidas de proteção da espécie; (7) promoção de passeios ecológicos que envolvam apenas o turismo contemplativo do ambiente como um todo, esta prática surge como alternativa ao comércio de suvenires; (8) sensibilização e conscientização dos turistas a fim de desencorajá-los a comprar conchas e/ou artesanatos como objeto de recordação.

#### *4.4.3 Programa de fiscalização*



Considerando a necessidade de assegurar que as ações a serem adotadas no plano sejam de fato implementadas, é de fundamental importância criar e manter um programa de controle e de fiscalização, coibindo as práticas consideradas ilegais, com especial ênfase no fortalecimento dos mecanismos institucionais que viabilizem um trabalho continuado de fiscalização, incluindo as seguintes ações: (1) inviabilização da captura, transporte, desembarques e comércio de espécimes de *Cassia tuberosa*; (2) realização de vistorias periódicas nas principais áreas de ocorrência do gastrópode, conforme mapeamento a ser realizado, de desembarques e comércio; (3) controle e fiscalização com foco nas Unidades de Conservação; (4) estabelecimento de parcerias entre instituições federais, estaduais e municipais; (5) viabilização da implementação de sistemas integrados de informações sobre captura e comércio de espécimes, bem como dados sobre tamanho e origem do exemplar; (6) monitoramento das atividades turísticas (passeios ecológicos) relacionadas com a observação subaquática, em que possa haver contato direto com espécimes.

## 5. Conclusões

Uma vez que a captura e comércio da espécie *Cassia tuberosa* não apresentam um potencial impacto econômico na renda familiar das comunidades tradicionais (onde tipicamente ocorre a cadeia de produção dos espécimes), considera-se a medida de manejo mais adequada com relação à pesca, a proibição total da captura de indivíduos sem distinção de tamanho da concha. Desta forma, deve-se considerar a prática de captura e comercialização de indivíduos da espécie como ilegal em todos os seus aspectos.

Sabendo-se que a captura de indivíduos da espécie está fortemente relacionada à pesca de recursos pesqueiros como peixe, polvo e lagosta, recomenda-se o exercício de uma fiscalização eficaz dos desembarques pesqueiros resultantes principalmente da pesca destes recursos supracitados, a fim de coibir a prática de exploração indevida do gastrópode.

Por fim, considera-se imprescindível o desenvolvimento contínuo de pesquisas científicas conforme os aspectos sugeridos nesta proposta, bem como a realização de mapeamentos e monitoramentos dos estoques populacionais da espécie ao longo de toda sua distribuição no que concerne ao território brasileiro.

## 6. Referências bibliográficas

Abbott, R.T., 1968. Helmet shells of the world (Cassidae): part 1. In: Abbott, R.T. (Ed.), Indo-Pacif. Mollusca. The department of Mollusks - Academy of Natural Sciences of Philadelphia, vol. 2, pp. 7–201.

Alves, R.R.N., Dias, T.L.P., 2010. Usos de invertebrados na medicina popular no Brasil e suas implicações para conservação. Trop. Conserv. Sci. 3(2), 159–174. <https://doi.org/10.1177/194008291000300204>

Alves, R.R.N., Mota, E.L.S., Dias, T.L.P., 2018. Use and commercialization of animals as decoration. In: Alves, R.R.N., Albuquerque, U.P. (Ed.), Ethnozoology: Animals in Our Lives, London: Academic Press – Elsevier, 261-275.

Ardila, N., Navas, G.R., Reyes, J., 2002. Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia. INVEMAR. Ministerio de Medio Ambiente. La serie Libros rojos de espécies amenazadas de Colombia, Bogotá, Colombia.

Clench, W.J., 1944. The genera *Casmaria*, *Galeodea*, *Phalium*, and *Cassis* in the western Atlantic. Johnsonia 16, 1–16.

Cornman, I., 1963. Toxic properties of the saliva of *Cassis*. Nature 200, 88-89. <https://doi.org/10.1038/200088a0>

Cross, E.R., 1967. Helmet Shell Chowder. Hawaii. Shell News 15 (5), 7.

D'Asaro, C.N., 1963. The spawn of the emperor helmet shell, *Cassis madagascariensis* Lamarck, from South Florida. Bull. Mar. Sci. 19, 905–910.

Dias, T.L.P., Mota, E.L.S., 2015. First record of *Cassis tuberosa* spawning in the wild (north-east Brazil). Mar. Biodivers. Rec. 8, 1–3. <https://doi.org/10.1017/S1755267215001050>

Dias, T.L.P., Neto, N.A.L., Alves, R.R.N., 2011. Molluscs in the marine curio and souvenir trade in NE Brazil: species composition and implications for their conservation and management. *Biodivers. Conserv.* 20, 2393–2405. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-9991-5>

Dias, T.L.P., Mota, E.L.S., Duarte, R.C.S., Alves, R.R.N., 2017. What do we know about *Cassis tuberosa* (Mollusca: Cassidae), a heavily exploited marine gastropod? *Ethnobiol. Conserv.* 6, 16. <https://doi.org/10.15451/ec2017-08-6.16-1-13>.

Díaz, J.M., Puyana, H.M., 1994. Moluscos del Caribe Colombiano. Un catálogo ilustrado. Colciencias - Fundación Natura-INVEMAR.

Engstrom, N.A., 1982. Immigration as a factor in maintaining populations of the sea urchin *Lytechinus variegates* (Echinodermata: Echinoidea) in seagrass beds on the southwest coast of Puerto Rico. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 17, 51–60, 1982. <https://doi.org/10.1080/01650528209360601>

Foster, R.W., 1947. *Cassis tuberosa* L. feeding on an echinoid (*Clypeaster rosaceus* L.). *The Nautilus* 61, 35–36.

Gasparini, J.L., Floeter S.R., Ferreira, C.E.L., Sazima, I., 2005. Marine ornamental trade in Brazil. *Biodivers. Conserv.* 14, 2883–2899. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-0222-1>

Gerace, D.T., Lindsay, W., 1992. *Cassis* in captivity: na ongoing research project. *Proc. 4<sup>th</sup> Symp. Nat. Hist. Bahamas. Bahamian Field Station* 59–66.

Gladfelter, W.B., 1978. General ecology of the Cassiduloid Urchin *Cassidulus caribbearum*. *Mar. Biol.* 47, 149–160. <https://doi.org/10.1007/BF00395636>

Gondim, A.I., Dias, T.L.P., Campos, F.F., Alonso, C., Christoffersen, M. L., 2011. Macrofauna benthica do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo, Paraíba, Brasil. *Biota Neotrop.* 11 (2), 75–86. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000200009>

Hughes, R.N., Hughes, H.P.I., 1971. A study of the gastropod *Cassia tuberosa* (L.) preying upon sea urchins. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 7, 305–314. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(71\)90012-8](https://doi.org/10.1016/0022-0981(71)90012-8)

Hughes, R.N., Hughes, H.P., 1981. Morphological and behavioural aspects of feeding in the Cassidae (Tonnacea, Mesogastropoda). Malacologia 20, 385–402.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2014. Lista de espécies Quase Ameaçadas e com Dados Insuficientes. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies-dados-insuficientes>> Acesso em: 10 Maio de 2019

Iredale, T., 1927. A review of Australian helmet shells (family Cassidae - phylum Mollusca). Rec. Aust. Mus. 15 (5), 321–354. <https://doi.org/0.3853/j.0067-1975.15.1927.819>

Léo-Neto, N.A., Voeks, R.A., Dias, T.L.P., Alves, R.R.N., 2012. Mollusks of Candomblé: symbolic and ritualistic importance. J. Ethnobiol. Ethnomed. 8: 1–10. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-10>

Levitan, D.R., Genovese, S. J., 1989. Substratum-dependent predator-prey dynamics: patch reefs as refuges from gastropod predation. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 130, 111–118. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(89\)90198-6](https://doi.org/10.1016/0022-0981(89)90198-6)

Lyman, F.B., 1937. Food of *Cassia madagascariensis*. The Nautilus 51, 34.

Martinez, A.S., Mendes, L.F., Leite, T.S., 2012. Spatial distribution of epibenthic molluscs on a sandstone reef in the Northeast of Brazil. Braz. J. Biol. 72 (2), 287–298. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842012000200009>

Matthews, H.R., Coelho, A.C.S., 1972. Superfamília Tonnaceae do Brasil. IV – Família Cassidae (Mollusca, Gastropoda). Arq. Ciên. Mar 12 (1), 1–16.

MCClinton, J. B., Marion, K.R., 1993. Predation by the King Helmet (*Cassis tuberosa*) on six-holed sand dollars (*Leodia sexiesperforata*) at San Salvador, Bahamas. Bull. Mar. Sci. 52, 1013–1017.

McKenzie, C.L., Stehlik, L.L., 2001. Las pesquerías de moluscos en la costa caribenha de Honduras y Nicaragua. Rev. Invest. Mar. 22 (2), 133–141.

Moore, D.R., 1956. Observations of predation on echinoderms by three species of Cassidae. The Nautilus 61, 73–76.

Mota, E.L.S., 2014. Ecologia populacional de *Cassis tuberosa* (Mollusca: Cassidae) em habitats costeiros do Nordeste brasileiro. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Estadual da Paraíba, Brasil. pp. 85.

Nieto-Bernal, R., Chasqui L.V., Rodríguez, A.M.R., Castro, E.G., Gil-Agudelo, D.L., 2013. Composición, abundancia y distribución de las poblaciones de gasterópodos de importancia comercial en La Guajira, Caribe colombiano. Rev. Biol. Trop. 61 (2), 683–700.

Pequeno, A.P.L.C., Matthews-Cascon, H., 2001. Predation by young *Cassis tuberosa* Linnaeus, 1758 (Mollusca: Gastropoda) on *Mellita quinquiesperforata* (Clarck, 1940) (Echinodermata: Echinoidea), under laboratory conditions. Arq. Ciên. Mar 34, 83–85.

Pequeno, A.P.L.C., Matthews-Cascon, H., 2010. Predation by Young *Cassis tuberosa* (Mollusca: Gastropoda: Cassidae) on *Lythechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea), under laboratory conditions. Arq. Ciên. Mar 43 (2), 55–58.

Rehder, H.A., 2009. The Audubon Society Field Guide to North American Seashells. Knopf, New York, pp. 894.

Riedel, F., 1995. An outline of Cassoidean phylogeny (Mollusca, Gastropoda). Contr. Tert. Quatern. Geol. 32 (4), 97–132.

Rios, E.C., 2009. Compendium of Brazilian Sea Shells. Rio Grande: FURG, pp. 668.

Schroeder, R.E., 1962. Urchin killer. *Sea Frontiers* 8, 156–160.

Stoner, A.W., Ray-Culp, M., 2000. Evidence for Allee effects in an over-harvested marine gastropod: density-dependent mating and egg production. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 202, 297–302. <http://dx.doi.org/10.3354/meps202297>

Tewfik, A., 2015. Losing the Shell Game: Consequences of Seascapes without Predatory Gastropods. *Proc. 67th Gulf and Carib. Fish. Inst.* 331–338.

Tewfik, A., Scheuer, B., 2013. Ecology of the King Helmet, *Cassis tuberosa* (L.), in South Caicos. *Carib. Nat.* 2, 1–10.

Work, R.C., 1969. Systematics, ecology, and distribution of the mollusks of Los Roques, Venezuela. *Bull. Mar. Sci.* 19 (3), 614 – 711.

## ANEXO I



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

## Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 51636-2	Data da Emissão: 19/02/2018 10:13	Data para Revalidação*: 21/03/2019
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

## Dados do titular

Nome: Eliori Laise Silva Mota	CPF: 082.309.804-46
Título do Projeto: ESTRUTURA POPULACIONAL, HABITAT, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E COMÉRCIO DE Cássis tuberosa (GASTROPODA: CASSIDAE): IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO E MANEJO	
Nome da Instituição: UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA	CNPJ: 24.096.477/0001-10

## Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Pesquisa socioambiental	12/2015	11/2019
2	Coleta de dados	12/2015	11/2019
3	Experimento	03/2016	06/2017

## Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico <a href="http://www.ibama.gov.br">www.ibama.gov.br</a> (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em <a href="http://www.mma.gov.br/cgen">www.mma.gov.br/cgen</a> .
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

## Outras ressalvas

1	O pesquisador deverá anexar no relatório apresentado ao SISBIO toda a publicação científica resultante de suas atividades na APA Costa dos Corais. Não será permitido atividades na Zona de Preservação da Vida Marinha (verificar Plano de Manejo da UC no site: <a href="http://www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais">www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais</a> ) Se houver previsão de coleta na Zona de Visitação o pesquisador precisará de autorização específica, portanto, deverá encaminhar solicitação específica, formulário disponível em: <a href="http://www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais/o-que-fazemos/pesquisa-cientifica.html">http://www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais/o-que-fazemos/pesquisa-cientifica.html</a>
---	---

## Equipe

#	Nome	Função	CPF	Doc. Identidade	Nacionalidade
1	Luís Carlos Pereira Damasceno	Auxiliar de campo	024.460.504-17	249612692 SSP-CE	Brasileira
2	Jacieleide Macedo Oliveira	Pesquisadora e auxiliar de campo	087.910.284-50	3988085 SSP-PB	Brasileira

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 58991117



Página 1/5



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 51636-2	Data da Emissão: 19/02/2018 10:13	Data para Revalidação*: 21/03/2019
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Eliori Laise Silva Mota	CPF: 082.309.804-46
Título do Projeto: ESTRUTURA POPULACIONAL, HABITAT, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E COMÉRCIO DE <i>Cassia tuberosa</i> (GASTROPODA: CASSIDAE): IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO E MANEJO	
Nome da Instituição: UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA	CNPJ: 24.098.477/0001-10

3	Thelma Lúcia Pereira Dias	Pesquisadora e orientadora de pesquisa	010.231.864-62	2226068 SSP-PB	Brasil
4	Rafaela Cristina de Souza Duarte	Pesquisadora e auxiliar de campo	077.865.564-43	3045220 SSP-PB	Brasil
5	Camile Dias Avelino	Pesquisadora e auxiliar de campo	105.600.237-90	4091008 ssds-PB	Brasil
6	Unaldo Lutz de Oliveira	Pesquisador e auxiliar de campo	115.028.724-12	4059063 SSDS-PB	Brasil

#### Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	MAXARANGUAPE	RN	Área de Proteção Ambiental dos Recifes de Corais (APARC)	Fora de UC Federal
2		RN	Recifes de Pirambóis	Fora de UC Federal
3		RN	Recifes de Rio do Fogo	Fora de UC Federal
4	BARRA DE SANTO ANTONIO	AL	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL COSTA DOS CORAIS	UC Federal
5		RN	Diogo Lopes	Fora de UC Federal
6		RN	Macau	Fora de UC Federal
7		RN	Guamaré	Fora de UC Federal
8		RN	Porto do Mangue	Fora de UC Federal
9		RN	Areia Branca	Fora de UC Federal
10		RN	Tibau do Norte	Fora de UC Federal
11	CABEDELO	PB	Parque Estadual Marinho Areia Vermelha	Fora de UC Federal
12		PB	Selas - João Pessoa	Fora de UC Federal
13		PB	Picãozinho - João Pessoa	Fora de UC Federal
14		PB	Cabo Branco - João Pessoa	Fora de UC Federal
15		PB	Recifes de Cabedelo - Cabedelo	Fora de UC Federal
16		PB	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA BARRA DO RIO MAMANGUAPE	UC Federal
17		PB	Lucena	Fora de UC Federal
18		PB	Praia da Penha	Fora de UC Federal
19		PB	Praia do Bessa	Fora de UC Federal

#### Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Melitta quinquesperforata ("Qtde: 70), Cassis tuberosa ("Qtde: 8), Leodia sexiesperforata ("Qtde: 70), Encope emarginata ("Qtde: 70)
2	Manutenção temporária (até 24 meses) de invertebrados silvestres em cativeiro	Cassis tuberosa
3	Observação e gravação de imagem ou som de taxon em UC federal	Cassis tuberosa

\* Quantidade de indivíduos por espécie, por localidade ou unidade de conservação, a serem coletados durante um ano.

#### Material e métodos

1	Método de captura/coleta (invertebrados)	Coleta manual, Captura manual
---	--	-------------------------------

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 58991117



Página 2/5





Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 51636-2	Data da Emissão: 19/02/2018 10:13	Data para Revalidação*: 21/03/2019
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Eliori Laise Silva Mota	CPF: 082.309.804-46
Título do Projeto: ESTRUTURA POPULACIONAL, HABITAT, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E COMÉRCIO DE Cassis tuberosa (GASTROPODA: CASSIDAE): IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO E MANEJO	
Nome da Instituição : UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA	CNPJ: 24.098.477/0001-10

2	Método de captura/coleta (Invertebrados Aquáticos)	Captura manual, Coleta manual
---	--	-------------------------------

#### Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAIBA	colecção

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 58991117



Página 3/5



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 51636-2	Data da Emissão: 19/02/2018 10:13	Data para Revalidação*: 21/03/2019
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Eliori Laise Silva Mota	CPF: 082.309.804-46
Título do Projeto: ESTRUTURA POPULACIONAL, HABITAT, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E COMÉRCIO DE <i>Cassia tuberosa</i> (GASTROPODA: CASSIDAE): IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO E MANEJO	
Nome da Instituição: UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA	CNPJ: 24.098.477/0001-10

### Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº 03/2014, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Taxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 58991117



Página 4/5



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 51636-2	Data da Emissão: 19/02/2018 10:13	Data para Revalidação*: 21/03/2019
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Eliori Laise Silva Mota	CPF: 082.309.804-46
Título do Projeto: ESTRUTURA POPULACIONAL, HABITAT, PREFERÊNCIA ALIMENTAR E COMÉRCIO DE <i>Cassia tuberosa</i> (GASTROPODA: CASSIDAE): IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO E MANEJO	
Nome da Instituição : UFPB - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA	CNPJ: 24.098.477/0001-10

\* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 58991117



Página 5/5

## ANEXO II

**UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DA PARAÍBA**



Continuação do Parecer: 2.413.974

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovado.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa.

Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_798426.pdf	20/11/2017 16:13:57		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_ElloriLSMota.pdf	20/11/2017 16:12:30	Ellori Laíse Silva Mota	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Ellori_Mota.pdf	20/11/2017 16:08:55	Ellori Laíse Silva Mota	Aceito
Outros	Certidao_Departamento.pdf	18/04/2017 11:57:12	Ellori Laíse Silva Mota	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Ellori_Mota.pdf	14/02/2017 18:48:40	Ellori Laíse Silva Mota	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

JOAO PESSOA, 04 de Dezembro de 2017

Assinado por:

**Eliane Marques Duarte de Sousa**  
(Coordenador)

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com

## ANEXO III

### NORMAS PARA FORMATAÇÃO DE MANUSCRITO AQUATIC CONSERVATION

#### PREPARING THE SUBMISSION

##### Cover Letters

Cover letters are not mandatory; however, they may be supplied at the author's discretion.

##### Parts of the Manuscript

The manuscript should be submitted in separate files: main text file (including tables); figures.

##### Main Text File

The text file should be presented in the following order:

- i. A short informative title containing the major key words. The title should not contain abbreviations (see Wiley's best practice SEO tips);
- ii. The first names and surnames of the authors;
- iii. The author's institutional affiliation where the work was conducted (but not the full postal address), with a footnote for the author's present address if different from where the work was conducted;
- iv. Abstract and keywords;
- v. Main text, divided (where appropriate) into the following numbered sections:

- Introduction
- Methods
- Results
- Discussion

vi. Acknowledgements;

vii. References;

viii. Tables (each table complete with title and footnotes);

ix. Figure legends;

x. Appendices (if required; occasionally as part of the published text, but usually as 'Supporting Information').

Figures and supporting information should be supplied as **separate files**.

##### Authorship

Please refer to the journal's Authorship policy in the **Editorial Policies and Ethical Considerations** section for details on author listing eligibility.

##### Conflict of Interest Statement

Authors will be asked to provide a conflict of interest statement during the submission process. For details on what to include in this section, see the 'Conflict of Interest' section in the **Editorial Policies and Ethical Considerations** section below. Submitting authors should ensure they liaise with all co-authors to confirm agreement with the final statement.

##### Abstract

Supply an abstract of up to 300 words for all articles. An abstract is a concise summary of the whole paper, not just the conclusions, and is understandable without reference to the rest of the paper. It should contain no citation to other published work, and consist of a series of short, numbered paragraphs.

##### Keywords

Include 6-10 keywords underneath the Abstract, separated by comma, in alphabetical order, and in lower cases.

##### Main Text

- The main text should be divided into numbered sections entitled Introduction, Methods, Results and Discussion. Pages must be numbered, and each line of the manuscript

should be numbered sequentially from the beginning of the Abstract to the end of the Reference List.

- The journal uses British spelling (Oxford English Dictionary); however, authors may submit manuscripts using either British or American spelling, as spelling of accepted papers is converted during the production process.
- Manuscripts should not be written in the first person (i.e. sentences involving words such as 'we', 'us', 'our') as our journal uses third-person sentence construction: 'Samples were taken at 15 sites...' rather than 'We took samples from 15 sites...'. In *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* we reserve the use of first-person sentence construction for places where authors are voicing their opinion: e.g. 'We consider that further research is required in this area'.
- Footnotes to the text are not allowed and any such material should be incorporated into the text as parenthetical matter.

### Acknowledgements

Contributions from anyone who does not meet the criteria for authorship should be listed, with permission from the contributor, in an Acknowledgements section. Financial and material support should also be mentioned.

### References

References should be prepared according to the Publication Manual of the American Psychological Association (6th edition). The table below gives examples of required format for citations with 1 author, 2 authors, 3-5 authors, and 6 or more authors. Note that where two or more references are cited together in the text, these should be listed in alphabetical order and not in date order.

<b>Number of authors</b>	<b>Citations in the text</b>	<b>Reference list</b>
1 author	Crawford (2016) OR (quotation) (Crawford, 2016, 613)	Crawford, L. (2016). The impact of introduced signal crayfish <i>Pacifastacus leniusculus</i> on stream invertebrate communities. <i>Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems</i> , 16, 611–621.
2 authors	(Vélez-Espino & Koops, 2009) OR (quotation) (Vélez-Espino & Koops, 2009, 678)	Vélez-Espino, L. A., & Koops, M. A. (2009). Quantifying allowable harm in species at risk: Application to the Laurentian black redbreast ( <i>Moxostoma duquesnei</i> ). <i>Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems</i> , 19, 676–688.
3-5 authors	Name all authors: (James, Hart, Bailey, & Blinn, 2009) OR (quotation) (James, Hart, Bailey, & Blinn, 2009, 250)	James, K. R., Hart, B. T., Bailey, P. C. E., & Blinn, D. W. (2009). Impact of secondary salinisation on freshwater ecosystems: Effect of experimentally increased salinity on an intermittent floodplain wetland. <i>Marine and Freshwater Research</i> , 60, 246-258.

	<p>*NOTE: Although the first in-text citation for a work with 3-5 authors/editors includes all of the names of the authors/editors, subsequent citations include only the first author's/editor's surname, followed by et al. and the year.</p>	
6 authors or more	<p>(San Miguel et al., 2004) OR (quotation) (San Miguel et al., 2004, 1375)</p>	<p>San Miguel, E., Monserrat, S., Fernández, C., Amaro, R., Hermida, M., Ondina, P., &amp; Altaba C.R. (2004). Growth models and longevity of freshwater pearl mussels (<i>Margaritifera margaritifera</i>) in Spain. <i>Canadian Journal of Zoology</i>, 82: 1370–1379.</p> <p>If there are 6 or 7 authors all the names should be given</p> <p>If there are 8 or more authors include the first six authors' names, then insert three ellipsis points, and add the last author's name:</p> <p>Lopes-Lima, M., Sousa, R., Geist, J., Aldridge, D. C., Araujo, R., Bergengren, J., ... Van Damme, D. (2016). Conservation status of freshwater mussels in Europe: State of the art and future challenges. <i>Biological Reviews</i> DOI: 10.1111/brv.12244</p>

#### Notes:

- The first word after a colon in the title of a reference should be written with an initial capital.
- In the text, insert commas before "&" (ampersand) for three or more authors.
- If there are two or more citations with the same lead author and date, give as many additional names as needed to identify them, e.g., (Smith, Jones, et al., 1991) and (Smith, Burke, et al., 1991).
- Insertions of suffixes is used for references with the same authors published in the same year.

#### 1. Journal Article

Journal title should be given in full and italicized

##### **When accepted for publication:**

Smith, J. In press. Title of paper. *Name of Journal*.

##### **For Journal articles (published online in Early View but not yet allocated a volume and page number:**

Armendáriz, G., Quiroz-Martínez, B., & Alvarez, F. (2016) Risk assessment for the Mexican

freshwater crayfish: The roles of diversity, endemism and conservation status. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, DOI: 10.1002/aqc.2671.

**For Journal articles (published with volume and page numbers allocated):**

Rivadeneira, M. M., Santoro, C. M., & Marquet, P. A. (2010). Reconstructing the history of human impacts on coastal biodiversity in Chile: Constraints and opportunities. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 20, 74-82.

**Please note:** Authors do not need to add DOIs to journal articles already published with volume and page numbers, as these DOIs are added by the publisher during the production of the proof.

## **2. Books**

**For books:**

Naiman, R. J. (1994). *Principles of conservation biology* (2nd ed.). Sunderland, MA: Sinauer Associates.

**For articles in edited volumes (e.g. books, special issues, conference proceedings):**

Meyer, J. L. & Wallace, J. B. (2001). Lost linkages and lotic ecology: Rediscovering small streams. In Press, M. C., Huntly, N. J., & Levin, S. (Eds.), *Ecology: Achievement and challenge* (pp. 295-317), Oxford, UK: Blackwell Scientific.

## **3. Reports/Thesis/Directives:**

**For reports:**

Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D., & Stribling, J. B. (1999). Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish. Washington, DC: US Environmental Protection Agency Office of Water.

**For theses**

Jerling, H. L. (1994). Feeding ecology of mesozooplankton in the Sundays River Estuary (PhD thesis). University of Port Elizabeth, South Africa.

**For European directives:**

Council of the European Communities (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council of 23rd October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities* (L327), pp. 1-72.

## **4. Software**

**For software packages:**

SAS. 2002. JMP version 5 statistics and graphics guide. SAS, Cary, NC.

## **5. Websites**

**For online references**

Scottish Natural Heritage. 2000. <http://www.snh.org.uk/> [14 June 2000].

## **6. Personal Communications**

Not allowed in reference list. Cite in text only, (e.g., J. Smith, pers. comm., April 2010).

## **Tables**

Tables should be self-contained and complement, not duplicate, information contained in the text. They should be supplied as editable files, not pasted as images. Legends should be concise but comprehensive – the table, legend, and footnotes must be understandable without reference to the text. All abbreviations must be defined in footnotes. Footnote symbols: †, ‡, §, ¶, should be used (in that order) and \*, \*\*, \*\*\* should be reserved for P-values. Statistical measures such as SD or SEM should be identified in the headings.

## **Figure Legends**

Legends should be concise but comprehensive – the figure and its legend must be understandable without reference to the text. Include definitions of any symbols used and define/explain all abbreviations and units of measurement.

## **Figures**

Upload each figure as a separate file in either .tiff or .jpeg format, together with the figure number. Compound figures e.g. 1a, b, c should be uploaded as one figure. Tints are not acceptable. Lettering must be of a reasonable size that would still be clearly legible upon reduction, and consistent within each figure and set of figures. Where a key to symbols is



required, please include this in the artwork itself, not in the figure legend. All illustrations must be supplied at the correct resolution:

- Black and white and colour photos - 300 dpi
- Graphs, drawings, etc - 800 dpi preferred; 600 dpi minimum
- Combinations of photos and drawings (black and white and colour) - 500 dpi

**Figures submitted in colour** may be reproduced in colour online free of charge

#### **Additional Files**

#### **Appendices**

Appendices (if required in the main body of the text, and not as Supplementary Information) will be published after the references. For submission they should be supplied as separate files but referred to in the text.

#### **Supporting Information**

Supporting information is information that is not essential to the article, but provides greater depth and background. It is hosted online and appears without editing or typesetting. It may include tables, figures, videos, datasets, etc. [Click here](#) for Wiley's FAQs on supporting information.

Note: if data, scripts, or other artefacts used to generate the analyses presented in the paper are available via a publicly available data repository, authors should include a reference to the location of the material within their paper.

#### **General Style Points**

The following points provide general advice on formatting and style.

- **Species Names:** Naming authorities need not be given, except in cases where the species identity is a focus of the scientific content (for instance where identity is being established, or is controversial or in question). In such cases naming authorities should be given only on first mention and should not be given in the title or summary.
- **Abbreviations:** In general, terms should not be abbreviated unless they are used repeatedly and the abbreviation is helpful to the reader. Initially, use the word in full, followed by the abbreviation in parentheses. Thereafter use the abbreviation only.
- **Units of measurement:** Measurements should be given in SI or SI-derived units. Visit the Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) website at [www.bipm.fr](http://www.bipm.fr) for more information about SI units.
- **Numbers:** numbers under 10 are spelt out, except for: measurements with a unit (8mmol L<sup>-1</sup>); age (6 weeks old), or lists with other numbers (11 fish, 9 oysters, 4 turtles).
- **Trade Names:** Chemical substances should be referred to by the generic name only. Trade names should not be used. Drugs should be referred to by their generic names. If proprietary drugs have been used in the study, refer to these by their generic name, mentioning the proprietary name and the name and location of the manufacturer in parentheses.

## ANEXO IV

### NORMAS PARA FORMATAÇÃO DE MANUSCRITO JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY

#### PREPARATION

##### **Abstract**

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separate from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, they must be cited in full, without reference to the reference list. Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself. Abstracts must not be longer than 400 words.

##### *Graphical abstract*

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site.

Authors can make use of Elsevier's [Illustration Services](#) to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

##### **Keywords**

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

##### *Abbreviations*

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

##### *Acknowledgements*

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

##### *Formatting of funding sources*

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements: Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding. If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

### Nomenclature and Units

1. Authors and editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the International Code of Botanical Nomenclature, the International Code of Nomenclature of Bacteria, and the International Code of Zoological Nomenclature.
2. All biota (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is used, with the exception of common domestic animals.
3. The first mention of the scientific names of the species used in the work - in title or text - should be accompanied by the taxonomic authority unless they can all be referred to a general work in which the authorities are given. Scientific names of species referred to in other studies need no authority. Generic names should only be abbreviated when immediately preceded in the text by the mention of the same species or another of the same genus.
4. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.
5. For chemical nomenclature, the conventions of the International Union of Pure and Applied Chemistry and the official recommendations of the IUPAC-IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature should be followed.
6. When referring to salinity, please do not use units i.e. no PSU or 0/00. Please use "a salinity of X, or salinity" instead of adding units.

### Artwork

#### Electronic Artwork

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
  - Save text in illustrations as 'graphics' or enclose the font.
  - Only use the following font in your illustrations: Arial.
  - Number the illustrations according to their sequence in the text.
  - When labelling composite figures, please label as A,B,C, etc. in Arial font, positioned on the upper left corner, on the panel whenever possible. Please do not include any periods, parentheses, etc.
  - Use a logical naming convention for your artwork files.
  - Provide captions to illustrations separately.
  - Produce images near to the desired size of the printed version.
  - Submit each figure as a separate file.
  - Extra frames and boxes around figures should be eliminated.
- Please include only X and Y (and Z if applicable) axes. Background lines on figures should only be included when absolutely necessary.
- Legend material and explanations of symbols, etc. should be on the panel, not hanging off to the side of the figure. No frame is necessary. If this material does not fit on the panel, it should be included in the actual figure legend.
  - Submitting figures as they are printed from Excel or other spread sheets is not acceptable formatting for publication.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<https://www.elsevier.com/artworkinstructions>

**You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.** *Formats*

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF: Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required. If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is'. **Please do not:**

- Supply files that are optimised for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

#### *Color Artwork*

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see

<https://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting color figures to 'gray scale' (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition highresolution black and white versions of all the color illustrations. Simply printing color as black and white is not acceptable.

#### *Figure captions*

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

#### *Tables*

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

#### *References*

##### *Citation in text*

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

##### *Web references*

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

##### *Data references*

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

### *References in a special issue*

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

### *Reference management software*

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software](#).

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/journal-of-experimental-marine-biology-and-ecology>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plugins for Microsoft Word or LibreOffice.

### *Reference style*

*Text:* All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication. Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references can be listed either first alphabetically, then chronologically, or vice versa.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999).... Or, as demonstrated (Jones, 1999; Allan, 2000)... Kramer et al. (2010) have recently shown ...'

*List:* References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

### *Examples:*

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. J. Sci.

Commun. 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2018. The art of writing a scientific article.

Heliyon. 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. The Elements of Style, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), Introduction to the Electronic Age. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK.

<http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. Mendeley Data, v1.

<https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

## ANEXO V

### NORMAS PARA FORMATAÇÃO DE MANUSCRITO ETHNOBIOLOGY AND CONSERVATION

#### 1. General

Manuscripts may be submitted only in American or British English (never a combination of both). It is important that authors check whether all files (manuscript, figures, tables, etc.) have been duly sent.

A Cover Letter should be sent with the manuscript. This letter should emphasize the manuscript's relevance and must include a statement that all authors are aware of the contents of the paper.

Authors are requested to submit the names and emails of 3-5 potential referees working outside their home institution(s). Authors may also indicate referees they would prefer not to review the manuscript. Such suggestions will be regarded as a guide only and the Editors are under no obligation to follow them. An Editor-in-Chief will select the most appropriate Editor to manage peer-review of each manuscript, and authors must request a particular Editor.

In case of acceptance, authors must pay a fee, which is fully reverted to hosting maintenance and improvements of the journal. The publication fee is USD 200.

#### 2. Nomenclatures, non-English names, units and abbreviations

The species names should follow the international standard codes (e.g., International Code of Botanical Nomenclature, International Code of Zoological Nomenclature). Use *italics* for non-English words in the text, except in proper names. Non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined upon their first mention. Only SI units should be used.

#### 3. Ethical considerations

Investigations with human subjects must state in the Methods section that the research followed the guidelines of the Declaration of Helsinki and Tokyo for humans, and was approved by the institutional human experimentation committee or equivalent, and that informed consent was obtained.

Studies using experimental animals must state in the Methods section that the research was conducted in accordance with the internationally accepted principles for laboratory animal use. For cases of wild species collected, the license number of the collection must be provided, as well as the name of the agency that granted the approval.

The absence of information about the ethical procedures of the work may result in rejection of the author's paper by referees and/or editors.

#### 4. Plant and animal collections

The authors should cite the institutions where the collected biological material was deposited. Especially in the case of plants, it is necessary to also refer to the number of the collector or number of deposit of each specimen.

#### 5. Chemical formulas and equations

Chemical formulas should be sent as figures. Simple equations (one line), if possible, should be typed in the text (In these cases, use the solidus "/" for small fractional terms). "Powers of e" are often more conveniently denoted by exp. Already complex equations should be sent only as figures. Please, do not embed in text Microsoft© Mathematics™ equations, Microsoft© Office™ 2007/2010 equations or any other equation originating from text editor tools that you use.

#### 6. Types of papers

6.1. **Short communication (SC).** This is a brief manuscript with a concise but independent report, representing a significant contribution. *SC is not a way of publishing preliminary results.* A SC should possess up to 5 pages (according to the paper template) and follow the same structure as a full paper. A maximum of 3 illustrations (figures or tables) are allowed.

6.2. **Original research article.** This paper should include the following items: Title page (with Abstract), Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgments and References.

6.3. **Review.** This work addresses a subject that is related to the scope this journal. The authors are free to establish the subdivisions of the review paper.

6.4. **Hypothesis.** A hypothesis article should present an untested original hypothesis backed up solely by a survey of previously published results rather than any new evidence. Hypothesis articles should not be reviews and should not contain new data. A hypothesis should possess up to 3 pages (including references) in the format of submission. A maximum of 3 illustrations (figures or tables) are allowed.

## 7. Text formatting

### 7.1. General formatting of manuscripts:

Publication of any paper in EC requires strict conformance to the paper template available [here](#). [RV1] Standard font is Arial (12 pt), and the entire body in single space, with all pages numbered and all text *justified-aligned*, except for the manuscript title which should appear in bold and centered. For indentations, use tab stops or other commands, not the space bar. The default page size is A4 with all margins at 2.5 cm.

The file formats acceptable for the main manuscript document are **docx** (Microsoft® Word™ 2007 or higher) or **doc** format (compatible with all versions of the MS Word™ and most other text editors – e.g., OpenOffice, LibreOffice/BrOffice).

### 7.2. Article structure

#### Title Page

This page should include:

Manuscript Title – Original and concise, in bold and centered.

Author names and affiliations – Provide full author names. The authors' affiliations should be placed immediately below the list of authors. Indicate all affiliations with a lower-case superscript number immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Affiliations must have the full postal address and e-mail address. The corresponding author should be indicated with a superscript asterisk (\*) after his/her affiliation number

**Abstract:** Insert an abstract up to 250 words in title page. The abstract should contain brief information that addresses the study, with emphasis on the main results. Three to five keywords should also be given after the abstract.

#### Sections

The main sections of the manuscript should be: Introduction, Material and Methods, Results and Discussion (combined or separated), Conclusions and References. The headings should be indicated in bold. If subsections are necessary, they shall have their headings highlighted in italics. Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full.

The title page and the sections should follow the example of arrangement and organization as demonstrated in the template.

#### Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text (e.g., Table 1, Table 2). Tables should also have a title (above the table) that summarizes the whole table. A detailed legend may then follow, but it should be concise.

Tables should be formatted using the 'Table object' in MS Word™ processing program or equivalent to ensure that columns of data are kept aligned when the file is sent electronically for review. Columns and rows of data should be made visibly distinct by ensuring that the borders of each cell display as black lines. Commas should not be used in place of decimal points. Color and shading may not be used; parts of the table can be highlighted using symbols or bold text, the meaning of which should be explained in a table legend.

The tables should be inserted in the text with the respective indications and information.

Larger datasets or tables too wide for a landscape page can be uploaded separately as additional files. Additional files will not be displayed in the final, laid-out PDF of the article, but a link will be provided to the files as supplied by the author.

## Figures

Number the illustrations according to their sequence in the text. Use a logical naming convention for your artwork files (Ex: For Figure 1, the file name can be Figure 1.tif).

For vector graphics, the preferred format is EPS.

For color or grayscale photographs (halftones): Use TIFF format and minimum of 300 dpi.

In other types of images use at least 600 dpi and choose the tiff format.

The figures should be inserted in the text with the respective indications and information. In addition, we ask authors to send the figures in separate files.

## Additional Files

Additional files should also be indicated in the text in sequential order (Add file 1, 2, ...) and should be submitted in separate files with logical names (e.g., Add file 1.mpg, 2.xls Add file, etc. ...) Similar figures, captions or legends for additional files must be specified after the references.

## References

### Citation

Citations must be organized in alphabetical order. Cite references in the text by name and year in parentheses. Cite only the first author followed by "et al." for studies with three or more authors. Different citations should be separated by a semicolon. If a citation includes sources by the same author, published in the same year, distinguishing letters from the references (a, b, c, etc.) are used, separated by a comma but no space.

Examples:

*While zootherapeutic practices have wide geographical distributions and deep cultural origins* (Alves et al. 2010; Cooper 2008),

*...including use for treatment of diseases in humans and animals* (Albuquerque et al. 2007; Barboza et al. 2007; Vieira et al. 2009a,b,c).

According to Alves and Rosa (2006, 2007)...

"Personal communication" will not be accepted as a reference. Citation of a reference as "in press" implies that the item has been accepted for publication.



### Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text (published or accepted for publication). Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. References should be listed in alphabetical order, with the mention of all authors in each study.

References should follow the style format below:

#### Journal article

- Albuquerque UP, Lucena RFP, Monteiro JM, Florentino ATN, Almeida CFCBR (2006) **Evaluating Two Quantitative Ethnobotanical Techniques**. *Ethnobotany Research & Applications* 4:51-60
- Alves RRN, Rosa IL (2007a) **Zooththerapy goes to town: The use of animal-based remedies in urban areas of NE and N Brazil**. *Journal of Ethnopharmacology* 113:541-555.
- Alves RRN, Rosa IL (2007b) **Zootherapeutic practices among fishing communities in North and Northeast Brazil: A comparison**. *Journal of Ethnopharmacology* 111: 82-103.

#### Article by DOI

- Kretser RE, Johnson MF, Hickey LM, Zahler P, Bennett EL (2012) **Wildlife trade products available to U.S. military personnel serving abroad**. *Biodiversity and Conservation* doi: 10.1007/s10531-012-0232-3

#### Book/ Edited book

- Alves RRN, Souto WMS, Mourão JS (2010) **A Etnozootologia no Brasil: Importância, Status atual e Perspectivas**. 1 ed. NUPEEA, Recife, PE, Brazil
- Berg BL (2001) **Qualitative research methods for the social sciences**. 14 ed. Allyn & Bacon - A Pearson Education Company, Boston, USA
- Berkes F (2008) **Sacred Ecology**. 2 ed. Routledge, New York/ Oxon, UK

#### Book chapter

- Stearman AM (2000) **A Pound of Flesh: Social Change and Modernization as Factors in Hunting Sustainability Among Neotropical Indigenous Societies**. In: Robinson JG, Bennett EL (eds) *Hunting for sustainability in tropical forests*. 1 ed. Columbia University Press, New York, pp. 233-250
- Pellens R, Garay I, Grandcolas P (2009) **Biodiversity conservation and canagement in the Brazilian Atlantic Forest: Every fragment must be considered**. In: Kudrow NJ (ed) *Conservation of Natural Resources*. 1 edn. Nova Science Publishers, Inc., New York, pp. 101-136

#### Web page

- Bleisch B, Brockelman W, Timmins RJ, Nadler T, Thun S, Das J, Yongcheng L (2008) **Trachypithecus phayrei** (In: **IUCN Red List of Threatened Species 2011**). IUCN. [<http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/22040/0>] Accessed 29 April 2011
- Gravlee L (2002) **The Uses and Limitations of Free Listing in Ethnographic Research**. [<http://gravlee.org/ang6930/freelists.htm>] Accessed 30 December 2010

#### PhD thesis/ Dissertations

- Henfrey TB (2002) **Ethnoecology, Resource Use, Conservation and Development in a Wapishana Community in the South Rupununi, Guyana**. PhD Thesis, University of Kent, Canterbury, UK
- Contesso C (2009) **Bushmeat and European migratory birds conservation**. MSc. dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, Falls Church, VA, USA
- Swensson J (2005) **Bushmeat Trade in Techiman, Ghana, West Africa**. Undergraduate thesis, Uppsala University, Uppsala, Sweden

## ANEXO V

### NORMAS PARA FORMATAÇÃO DE MANUSCRITO OCEAN & COASTAL MANAGEMENT

## GUIDE FOR AUTHORS

### PREPARATION

#### *Article structure*

##### *Subdivision - numbered sections*

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to "the text". Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

To facilitate the reviewers and the later manuscript production process, it is recommended to use page numbers and line numbers.

##### *Introduction*

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

##### *Material and methods*

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

##### *Results*

Results should be clear and concise.

##### *Discussion*

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. The Results and Discussion sections need to be separated. If the author thinks that a combination is more appropriate then they need to contact the editor in advance for approval. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

##### *Conclusions*

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

##### *Appendices*

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

### Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

### Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view [example Highlights](#) on our information site.

### Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

### Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site.

Authors can make use of Elsevier's [Illustration Services](#) to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

### *Abbreviations*

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

### *Acknowledgements*

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

### *Formatting of funding sources*

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

### *Units*

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI. Large numbers must be represented as groups of three digits separated by narrow spaces, but commas or any other grouping marks other than narrow spaces are not allowed.

### *Footnotes*

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article.

## **Artwork**

### *Electronic artwork General points*

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
- For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables within a single file at the revision stage.

- Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate source files. A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

**You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here. *Formats***

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

### **Please do not:**

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low.
- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

### *Color artwork*

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

### *Figure captions*

Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

### **Tables**

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

## References

### *Citation in text*

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

### *Reference links*

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

### *Web references*

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

### *Data references*

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

### *References in a special issue*

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

### *Reference management software*

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and

citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software.](#)

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/ocean-and-coastal-management>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plugins for Microsoft Word or LibreOffice.

#### *Reference formatting*

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/ book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

#### *Reference style*

*Text:* All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication. Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references can be listed either first alphabetically, then chronologically, or vice versa.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999).... Or, as demonstrated (Jones, 1999; Allan, 2000)... Kramer et al. (2010) have recently shown ...'

*List:* References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

#### *Examples:*

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2018. The art of writing a scientific article. *Heliyon*. 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK.  
<http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. Mendeley Data, v1.  
<https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

#### *Journal abbreviations source*

Journal names should be abbreviated according to

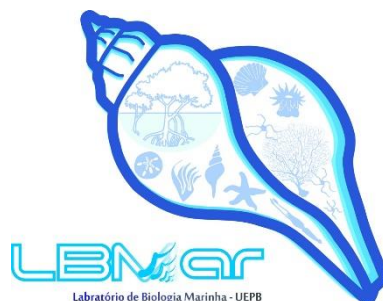
Index Medicus journal abbreviations: <http://library.caltech.edu/reference/abbreviations/>.



“Reza a mitologia que,  
Oxumarê (Orixá de todos os movimentos e ciclos) foi chamado para curar Olokum,  
o dono do mar, pai de Yemanjá.  
E Olokum estava deitado na areia, morrendo, doente.  
Oxumarê veio, preparou uma bebida com ervas  
e colocou na boca de Olokum.  
E então Olokum foi curado!  
Curado, Olokum se levantou e pediu parte de todas  
as riquezas do mar e deu a Oxumarê, em forma de gratidão.  
Oxumarê se torna um dos orixás mais ricos e poderosos,  
subindo aos céus e  
ficando acima de outros orixás considerados divindades.  
Entre as riquezas do mar estavam perólas, conchas e búzios, entre estes,  
*Cassis tuberosa.*”

### **Mitologia Afro**

## APOIO



**PADI FOUNDATION**

*A California Non-Profit Public Benefit Corporation*

