

INSTITUTO FEDERAL

Rio de Janeiro

Campus Arraial do Cabo

Programa de Pós-Graduação *lato sensu*

Especialização em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras

Campus Arraial do Cabo

David Braga Quintanilha

**ESTUDO DA POPULAÇÃO DE *Brachidontes exustus* (LINNÉ, 1758) (BIVALVIA,
MYTILIDAE) EM UM COSTÃO ROCHOSO NA DESEMBOCADURA DE UM
CANAL NA PRAIA DO PONTAL, EM ARRAIAL DO CABO - RJ.**

Arraial do Cabo - RJ

2017

David Braga Quintanilha

ESTUDO DA POPULAÇÃO DE *Brachidontes exustus* (LINNÉ, 1758) (BIVALVIA, MYTILIDAE) EM UM COSTÃO ROCHOSO NA DESEMBOCADURA DE UM CANAL NA PRAIA DO PONTAL, EM ARRAIAL DO CABO - RJ.

Monografia apresentada como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Especialista em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Flavio da Costa Fernandes

Arraial do Cabo - RJ

2017

Ficha catalográfica elaborada por
Monica de Oliveira Tinoco
CRB7 4850

Q7

Quintanilha, David Braga.

Estudo da população de *Brachidontessexustus* (linné, 1758) (*Bivalvia*, *Mytilidade*) em um costão rochoso na desembocadura de um canal na Praia do Pontal, em Arraial do Cabo - RJ / David Braga.

43 f. : Il.(algumas. color.) ; 21 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2017.

Orientador: Prof. Dr. Flavio da Costa Fernandes.

1. Mexilhão – Arraial do Cabo (RJ). 2. Bivalvia (Molusco) I.Fernandes, Flavio da Costa (Orient.). II. Título.

IFRJ/CAC/CoBib

CDU 594.124(815.3)

David Braga Quintanilha

ESTUDO DA POPULAÇÃO DE *Brachidontes exustus* (LINNÉ, 1758) (BIVALVIA, MYTILIDAE) EM UM COSTÃO ROCHOSO NA DESEMBOCADURA DE UM CANAL NA PRAIA DO PONTAL, EM ARRAIAL DO CABO - RJ.

Monografia apresentada como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Especialista em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia.

Data da aprovação: 31 de Julho de 2017.

Prof. Dr. Flavio da Costa Fernandes (Orientador)
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira - IEAPM

Prof. Dra. Ana Paula da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ

Prof. Dr. Luiz Ricardo Gaelzer
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira - IEAPM

Arraial do Cabo-RJ

2017

A Deus, meu Senhor, que em todos os momentos da minha vida veio em meu socorro, auxílio e amparo, mostrando-me o caminho a seguir.

AGRADECIMENTOS

Sobretudo, agradecer a Deus pelo dom da vida, que me proporcionou realizar não só esse trabalho, mas tudo em minha vida.

À minha esposa, Patrícia de Oliveira Paiva Quintanilha, pelo incentivo, compreensão, companheirismo, por ter me apoiado e vivido comigo todos os momentos para a realização deste trabalho. Te amo!

Ao meu orientador, Dr. Flavio da Costa Fernandes, uma pessoa pela qual tenho grande admiração e respeito, que aceitou o meu pedido de orientação e me deu a oportunidade de trabalhar com Biologia Marinha. Obrigado pelos ensinamentos e principalmente a confiança em meu trabalho. Pela generosidade e por se mostrar sempre disposto em me ajudar, demonstrando atenção e cuidado com a pesquisa. Sua orientação e conselhos contribuíram muito na minha formação profissional e pessoal.

Aos Professores que compuseram a Banca, Dra. Ana Paula da Silva e Dr. Luiz Ricardo Gaelzer, pelas correções e sugestões que contribuíram para a melhoria da versão final deste trabalho.

A todos os professores, funcionários e colegas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Arraial do Cabo, com os quais tive o prazer de aprender um pouco mais e por contribuírem na minha formação profissional.

Ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira pela viabilização deste trabalho através da infraestrutura dos laboratórios de pesquisa.

Ao Casarin que fez a análise das amostras de água. A Bruna pela ajuda na triagem dos organismos em laboratório, ao Giuseppe pela ajuda com os gráficos e ao Sávio pelo apoio e incentivo.

Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a concretização deste trabalho.

“O Conhecimento é um patrimônio e ninguém pode tirá-lo de você”

Joe Moghrabi

RESUMO

Os costões rochosos são considerados um dos mais importantes habitats costeiros bentônicos, devido à alta riqueza de espécies de grande importância ecológica e econômica, como mexilhões, ostras, crustáceos e uma variedade de peixes. Em Arraial do Cabo, *Brachidontes solisianus* é a espécie dominante nos costões rochosos, mas na região de desembocadura do canal construído pela Companhia Nacional de Álcalis (CNA), na Praia do Pontal, ocorre uma população de mexilhões da espécie *Brachidontes exustus*, molusco bivalve da família Mytilidae. Apesar de sua ampla distribuição geográfica no Oceano Atlântico, ocorrendo na costa leste dos Estados Unidos, Caribe e América do Sul, em ambientes de manguezais, estuários e ilhas oceânicas, até o momento não havia registro de uma densa população estabelecida em Arraial do Cabo. Possivelmente a construção do canal pela CNA possibilitou a criação de um pequeno ambiente estuarino que viabilizou o aparecimento da espécie em sua desembocadura. O objetivo do presente trabalho é conhecer a única população de mexilhões da espécie *Brachidontes exustus* que ocorre em Arraial do Cabo, avaliar sua área de cobertura e a estrutura populacional, compreender os fatores que viabilizaram o estabelecimento dessa espécie no costão, bem como caracterizar a qualidade da água do canal através de parâmetros físico-químicos. A coleta dos mexilhões foi feita em triplicata com auxílio de uma espátula e de um amostrador quadrado de 100 cm² em locais de maior densidade da espécie no costão rochoso, durante a maré baixa. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados e transportadas até o laboratório do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), onde foram contados, medidos e pesados. A fauna associada aos bivalves também foi identificada até o nível taxonômico mais específico possível. A caracterização da qualidade físico-química da água foi feita através da medição da salinidade, temperatura, pH e oxigênio dissolvido em cinco pontos a cada 10 m ao longo do canal, a partir da desembocadura. Essas medidas foram tomadas com o auxílio de um sensor HORIBA. Após a coleta, foi feito o acompanhamento mensal da recomposição da fauna da área raspada, através da observação visual e registro fotográfico. Todo o material coletado foi depositado na coleção do Laboratório do IFRJ e IEAPM. A população de *Brachidontes exustus* representou 35% entre todos os organismos, enquanto a fauna associada foi de 65%. A densidade média de *B. exustus* foi de 24.000 ind/m² e o comprimento máximo da espécie foi 30mm. As análises morfométricas mostraram forte correlação positiva com r² acima de 0,90. As variáveis físico-químicas analisadas revelaram resultados semelhantes aos do mar adjacente ao canal na maré alta, enquanto na maré baixa houve redução dos valores para todas as variáveis, exceto a temperatura. Observou-se a redução das áreas raspadas para amostragem, provavelmente pelo espalhamento da espécie e pela presença da ostra *Crassostrea brasiliiana*. Sugere-se a realização de estudos de laboratório para avaliar se a salinidade é a variável ambiental que limita o crescimento populacional de *Brachidontes solisianus* e favorece o estabelecimento de *Brachidontes exustus* na desembocadura do canal.

Palavras-chave: Costão Rochoso, *Brachidontes exustus*, Mexilhões, Arraial do Cabo

ABSTRACT

Rocky shores are considered one of the most important benthic coastal habitats due to the high abundance of species of great ecological and economic importance such as mussels, oysters, crustaceans and a variety of fish. In Arraial do Cabo, *Brachidontes solisianus* is the dominant species in the rocky shores, but in the region of the canal built by the National Company of Álcalis (CNA) in Pontal Beach, a population of mussels of the species *Brachidontes exustus*, bivalve of the Mytilidae family occurs. Despite its wide geographic distribution, occurring on the eastern coast of the United States, the Caribbean and South America, in mangrove, estuary and oceanic environments, there was no record of a dense population established in Arraial do Cabo. Possibly the construction of the canal of the CNA made possible the creation of a small estuarine environment that enabled the appearance of the species at its mouth. The objective of the present work is to perform a descriptive study of the unique population of *Brachidontes exustus* mussels existing in Arraial do Cabo, to evaluate their vertical distribution and population structure, to understand the factors that allowed the establishment of this species in the coast, as well as to characterize the canal water quality through physical-chemical parameters. The mussels were collected in triplicate using a spatula and a 100 cm² square sampler in places of higher density of the species in the rocky shore during low tide. The samples were stored in properly labeled plastic bags and transported to the laboratory of the Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), where they were counted, measured and weighed. The fauna associated with bivalves was also identified to the most specific taxonomic level possible. The characterization of the physical-chemical quality of the water was done by measuring the salinity, temperature, pH and oxygen dissolved in five points every 10 m along the canal, from the mouth. These measurements were taken with the aid of a HORIBA sensor. After the collection, it was done the monthly monitoring of the fauna recomposition of the shaved area, through visual observation and photographic record. All collected material was deposited in the collection of the IFRJ Laboratory and IEAPM. The population of *Brachidontes exustus* represented 35% among all organisms, while the associated fauna was 65%. The mean density of *B. exustus* was 24,000 ind / m² and the maximum length of the species was 30mm. Morphometric analyzes showed a strong positive correlation with r^2 above 0.90. The physical-chemical parameters analyzed revealed results similar to the sea adjacent to the canal at high tide, while at low tide there was a reduction of values for all variables except temperature. The reduction of the scraped areas for sampling was observed, probably due to the spreading of the species and the presence of the *Crassostrea brasiliiana* oyster. It is suggested to carry out laboratory studies to evaluate if salinity is the environmental variable that limits the population growth of *Brachidontes solisianus* and favors the establishment of *Brachidontes exustus* at the mouth of the canal.

Keywords: Rocky shore, *Brachidontes exustus*, Mussels, Arraial do Cabo

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Zona costeira do Brasil, destacando os 17 Estados Litorâneos que compõem sua porção terrestre e o limite da zona econômica exclusiva (200 milhas náuticas). Fonte: Oliveira e Nicolodi (2012)5
- Figura 2.** Distribuição dos organismos no costão rochoso. Fonte: Pereira e Gomes (2002).....8
- Figura 3.** Costão Rochoso da Ponta da Fortaleza em Arraial do Cabo. As setas mostram o supralitoral, o médio litoral e o infralitoral. (Foto do autor).....9
- Figura 4.** Principais espécies de mexilhões de importância econômica encontrados na costa brasileira. (A) *Perna perna* (Linnaeus, 1758), (B) *Mytella guayanensis* (Lamarck, 1819) e (C) *Mytella falcata* (d'Orbigny, 1846). Fonte: www.conchasbrasil.org.br.....11
- Figura 5.** Indivíduos de *Brachidontes exustus* aderidos a rochas na região entremarés do canal da Álcalis na Praia do Pontal, em Arraial do Cabo. (Foto do autor).....12
- Figura 6.** Distribuição moderna de *Brachidontes sp.* na América ao longo da costa do Oceano Atlântico e do Oceano Pacífico. Fonte: Aguirre *et al.* (2006)14
- Figura 7.** Localização da Área de Estudo, Praia do Pontal em Arraial do Cabo. A seta indica a desembocadura do canal do Pontal. Fonte: Google Earth.....15
- Figura 8.** Vista parcial do canal na Praia do Pontal em Arraial do Cabo. Fonte: www.wikimedia.org.....16
- Figura 9.** População de *Brachidontes exustus* em Arraial do Cabo. (Foto do autor).....17

Figura 10. Pontos de medição das variáveis físico-químicas no canal da Álcalis. Fonte: Google Earth.....	19
Figura 11. Organismos depositados em bandeja de vidro para triagem. (Foto do autor)	20
Figura 12. Identificação dos organismos com um microscópio estereoscópico. (Foto do autor)	21
Figura 13. Representação esquemática das medidas da concha de <i>Brachidontes exustus</i> (C = comprimento; A = altura; L = largura)	22
Figura 14. Medição do comprimento de um indivíduo de <i>Brachidontes exustus</i> . (Foto do Autor).....	22
Figura 15. Mexilhões mantidos em repouso sobre o papel filtro para a determinação do penso úmido. (Foto do Autor).....	23
Figura 16. Determinação do peso úmido de <i>Brachidontes exustus</i> com uma balança digital. (Foto do Autor).....	23
Figura 17. Área raspada para amostragem logo após a coleta.....	35
Figura 18. Estágio atual de recuperação Biológica.....	35

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1.** Proporção entre o número de *Brachidontes exustus* e o número de organismos da fauna associada.....25
- Gráfico 2.** Proporção da fauna associada encontrada no costão rochoso da desembocadura do canal da Álcalis.....26
- Gráfico 3.** Distribuição em classes de tamanho do *Brachidontes exustus*.....28
- Gráfico 4.** Relação entre o comprimento e a altura da concha de *Brachidontes exustus*.....29
- Gráfico 5.** Relação entre o comprimento e a largura da concha de *Brachidontes exustus*.....29
- Gráfico 6.** Relação entre o comprimento e o peso total da concha de *Brachidontes exustus*.....30
- Gráfico 7.** Variação da salinidade ao longo do canal estudado na maré alta e baixa.....32
- Gráfico 8.** Variação da temperatura (°C) ao longo do canal estudado em maré alta e baixa.....33
- Gráfico 9.** Variação do oxigênio dissolvido (mg/L) ao longo do canal estudado em maré alta e baixa.....34
- Gráfico 10.** Variação do pH ao longo do canal na maré alta e baixa.....34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Densidade, porcentagem, média e desvio padrão dos organismos do costão rochoso.....27
- Tabela 2.** Relações morfométricas das dimensões das conchas dos indivíduos de *Brachidontes exustus*: C = comprimento, L = largura, A = altura, P = peso, r^2 = coeficiente de correlação e n = número de indivíduos.....30
- Tabela 3.** Variáveis físico-químicas da água no canal.....31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 JUSTIFICATIVA	3
3 OBJETIVO GERAL.....	4
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
4 REFERENCIAL TEÓRICO	5
4.1 A REGIÃO COSTEIRA	5
4.2 OS COSTÕES ROCHOSOS	7
4.3 OS MITILÍDEOS.....	9
4.4 O <i>Brachidontes exustus</i>	11
5 ÁREA DE ESTUDO	15
6 MATERIAL E MÉTODOS	18
6.1 PROCEDIMENTOS NO CAMPO	18
6.1.1 Coleta dos organismos.....	18
6.1.2 Avaliação da recuperação biológica.....	18
6.1.3 Medição das variáveis físico-químicas.....	18
6.2 PROCEDIMENTOS NO LABORATÓRIO.....	19
6.2.1 Lavagem	19
6.2.2 Triagem	20
6.2.3 Identificação dos organismos	21
6.2.4 Análise morfométrica de <i>Brachidontes exustus</i>	21
6.3 ANÁLISE DE DADOS	24
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
7.1 DENSIDADE DE <i>Brachidontes exustus</i> E DA FAUNA ASSOCIADA.....	25
7.2 ESTRUTURA DE TAMANHO	27
7.3 ANÁLISE MORFOMÉTRICA	28
7.4 VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA.....	31
7.5 RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS RASPADAS PARA AMOSTRAGEM.....	35
CONCLUSÕES.....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

A região costeira corresponde ao espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra (BRASIL, 2004). É uma região onde ocorrem numerosas interações entre os seres vivos e o ambiente (SCHIEGELOW, 2004) e que abriga uma variedade de ecossistemas e habitats, incluindo manguezais, recifes de corais, dunas, restingas, marismas, lagoas, estuários, praias arenosas e costões rochosos (MMA, 2017).

Os costões rochosos estão entre os ambientes marinhos mais produtivos do planeta e são considerados um dos mais importantes habitats costeiros bentônicos, devido à sua diversidade biológica (CUNHA *et al.*, 2011). Apresentam alta riqueza de espécies de grande importância ecológica e econômica, principalmente peixes, ostras, crustáceos e mexilhões (COUTINHO e ZALMON, 2009).

Os mexilhões estão presentes nos oceanos de todo o mundo e são muito abundantes em áreas litorâneas (LEE e FOIGHIL, 2004). Apresentam importância ecológica e econômica, sendo algumas espécies utilizadas para o consumo humano (OLIVEIRA, 2005). São organismos bentônicos que vivem aderidos pelo bisco a substratos duros consolidados e ocorrem especialmente nos costões rochosos na região entremaré (AGUIRRE *et al.*, 2006).

Na Praia do Pontal, em Arraial do Cabo, há um costão rochoso que possui uma declividade suave com uma profundidade média de 4 a 5 m, onde deságua o canal construído pela Companhia Nacional de Álcalis (CNA) (CORREAL, 2011). Esse canal foi utilizado pelas embarcações da CNA no transporte de conchas para a produção de barrilha (PEREIRA, 2010). Atualmente, o canal encontra-se desativado e apresenta água salobra de coloração escura e imprópria para contato primário (CORREAL, 2011).

Na desembocadura do canal Álcalis, na Praia do Pontal, ocorre uma população de mexilhões da espécie *Brachidontes exustus*, molusco bivalve da família Mytilidae. Apesar de sua ampla distribuição geográfica na costa ocidental do Oceano Atlântico, ocorrendo da Carolina do Norte até a Argentina em (RIOS, 1994; LEE e FOIGHIL, 2004; OLIVEIRA, 2005; TROVANT *et al.*, 2016), até o presente estudo, não havia registro de uma densa população de *B. exustus* estabelecida nos costões rochosos de Arraial do Cabo.

A construção do canal da Álcalis pode ter viabilizado a formação de um pequeno ambiente estuarino que permitiu o aparecimento de *Brachidontes exustus* no costão da desembocadura do canal. Dessa maneira, é importante conhecer a única população de mexilhões da espécie *B. exustus* que ocorre em Arraial do Cabo e buscar compreender os fatores que viabilizaram o estabelecimento dessa espécie no costão.

Grande parte dos estudos sobre mexilhões em Arraial do Cabo se referem ao *Brachidontes solisianus* que são dominantes em seus costões rochosos (COUTINHO e ZALMON, 2009; TROVANT *et al.*, 2016). Assim, os dados gerados no presente estudo serão de grande importância para o levantamento da biodiversidade de Arraial do Cabo e para futuras ações de manejo e monitoramento ambiental.

2 JUSTIFICATIVA

Apesar da ampla distribuição geográfica dos *Brachidontes exustus*, que ocorre da costa leste dos Estados Unidos, Caribe e América do Sul, em ambientes de manguezais, estuários e ilhas oceânicas, até o momento, não havia registro de uma densa população dessa espécie estabelecida em Arraial do Cabo. Parece que a abertura do canal da Álcalis, possibilitou a criação de um pequeno ambiente estuarino que viabilizou o aparecimento desta espécie em sua desembocadura. Dessa forma, é de extrema importância o conhecimento desta população e das características ambientais que permitiram o seu estabelecimento.

3 OBJETIVO GERAL

Conhecer a população dos mexilhões da espécie *Brachidontes exustus* que ocorre em um costão rochoso na região entremarés, na desembocadura do canal da Companhia Nacional de Álcalis, na Praia do Pontal, em Arraial do Cabo.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a área de cobertura e a estrutura populacional de *Brachidontes exustus*.
- Descrever os organismos da fauna associada mais evidentes que ocorrem na faixa dos mexilhões.
- Caracterizar a água na maré alta e maré baixa através das seguintes variáveis físico-químicas: salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido e pH.
- Verificar o tempo necessário para a recuperação biológica das áreas raspadas para a amostragem.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A REGIÃO COSTEIRA

A região costeira do Brasil se estende desde a foz do rio Oiapoque, no Estado do Amapá, até a foz do arroio Chuí, no Estado do Rio Grande do Sul (OLIVEIRA e NICOLODI, 2012). Essa região limita-se a oeste pela faixa dos 395 municípios costeiros distribuídos ao longo dos 17 estados litorâneos, e a leste pelas 200 milhas náuticas, incluindo as áreas em torno do Atol das Rocas, dos arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo, e as ilhas de Trindade e Martin Vaz (OLIVEIRA e NICOLODI, 2012) (Figura 1).

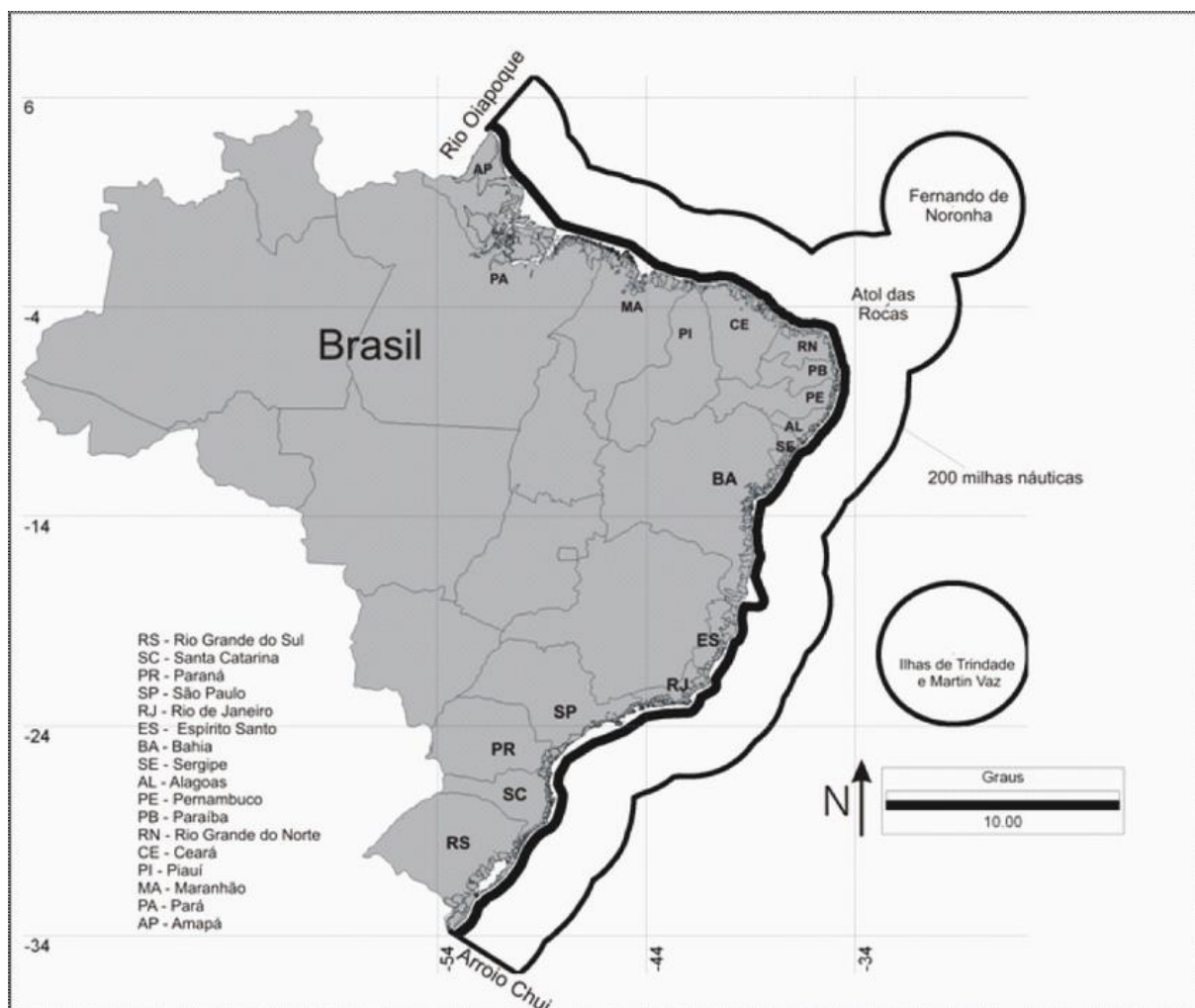


Figura 1. Zona costeira do Brasil, destacando os 17 Estados Litorâneos que compõem sua porção terrestre e o limite da zona econômica exclusiva (200 milhas náuticas). Adaptado de Oliveira e Nicolodi (2012).

De acordo com o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II), a região costeira brasileira corresponde ao espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, que inclui seus recursos renováveis e não-renováveis abrangendo uma faixa marítima e uma faixa terrestre (BRASIL, 2004). A faixa marítima (ou oceânica) compreende doze milhas náuticas, medidas a partir das linhas de base estabelecidas de acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar de 1982, abrangendo a totalidade do Mar Territorial (LOITZENBAUER e MENDES, 2014). A faixa terrestre (ou continental) é formada pelos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos que ocorrem na zona costeira, sendo aqueles defrontantes com o mar e os não defrontantes com o mar, porém localizados nas regiões metropolitanas litorâneas ou distantes até cinquenta quilômetros da linha da costa, e que contemplem, em seu território, atividades ou infraestruturas de grande impacto ambiental (LOITZENBAUER e MENDES, 2014).

Por se tratar de uma parcela importante do território nacional, seja pela grande concentração da população e desenvolvimento econômico, seja pela grande biodiversidade, a zona costeira brasileira é reconhecida como Patrimônio Nacional pela Constituição Federal de 1988 (ASMUS *et al.*, 2006; OLIVEIRA e NICOLODI, 2012). Apesar da atenção especial conferida pelo poder público a essa região, a ocupação da zona costeira vem se intensificando nas últimas décadas. Segundo Moraes (2007), os principais vetores dessa ocupação tem sido a urbanização, a industrialização e a exploração turística.

A intensa ocupação da zona costeira tem causado impactos ambientais e acelerado a degradação de ambientes costeiros e marinhos (MMA, 2010). Considerada a área mais vulnerável à degradação ambiental e a ação antrópica, a zona costeira é importante por fornecer recursos valiosos em termos de diversidade biológica e riqueza de habitats, onde ocorrem numerosas interações entre os seres vivos e o ambiente (SCHIEGELOW, 2004). Constitui um dos ambientes mais dinâmicos, onde os ecossistemas, as características físico-química da água e a biota sofrem influência da atividade humana (ADORNO, 2003).

É possível verificar a existência de um quadro preocupante quanto aos impactos ambientais registrados nessa região, ressaltando a necessidade de adoção de mecanismos de recuperação e conservação da biodiversidade (MMA, 2010). A criação de mosaicos, corredores ecológicos e unidades de conservação, estão entre

as ações de recuperação e conservação ambiental mais recomendadas para a zona costeira (MMA, 2010). Além disso, tem se buscado recuperação de ecossistemas costeiros impactados por empreendimentos imobiliários e pela ocupação urbana, principalmente em áreas de preservação e em unidades de conservação (PREVE, 2012).

Os ecossistemas costeiros e marinhos proporcionam serviços essenciais à sobrevivência humana (MMA, 2010). Entre esses serviços essenciais estão a manutenção do clima, a proteção costeira, o turismo e o lazer (MMA, 2010). Além dos serviços ambientais, as áreas costeiras contêm a maior parte da biodiversidade do planeta, principalmente da flora e da fauna, e abrigam uma variedade de ecossistemas e habitats (MMA, 2004). Dentre os ecossistemas e habitats presentes na região costeira, estão manguezais, recifes de corais, dunas, restingas, marismas, lagoas, estuários, praias arenosas e costões rochosos (MMA, 2017).

4.2 OS COSTÕES ROCHOSOS

Os costões rochosos são ambientes costeiros formados por rochas situadas na transição entre os meios terrestres e aquáticos (MMA, 2010). São considerados uma extensão do ambiente marinho, uma vez que a maioria dos organismos que o habitam estão relacionados ao mar (BERCHEZ e CARVALHAL, 2017). Devido à alta riqueza de espécies de grande importância ecológica e econômica, os costões rochosos são reconhecidos como um dos mais importantes habitats bentônicos e abrigam uma variedade de peixes, cracas, ostras, crustáceos e mexilhões (COUTINHO e ZALMON, 2009).

De um modo geral, a diversidade de organismos nos costões rochosos e sua distribuição estão relacionadas a fatores físicos, químicos e biológicos (SILVA e COUTINHO, 2007). Entre esses fatores destacam-se o gradiente de emersão/dessecação, a ação das ondas, a dinâmica da maré, a temperatura, a salinidade, a orientação do substrato, a heterogeneidade topográfica, além da predação, da competição, da perturbação e sucessão, a herbivoria e o recrutamento (SALOMÃO e COUTINHO, 2007).

A distribuição dos organismos em um costão rochoso se dá em faixas horizontais em toda sua extensão (ROCHA e MORENO, 2012). Segundo Coutinho e

Zalmon (2009), cada faixa é conhecida como zona e são observadas três zonas nos costões rochosos, o supralitoral, o mediolitoral e o infralitoral (Figura 2). Essas zonas podem ser caracterizadas pelo tipo de organismo mais abundante onde as condições ambientais favorecem sua sobrevivência, dentro de uma zona ótima particular, onde acima ou abaixo da qual, sua abundância declina (ROCHA e MORENO, 2012). As faixas horizontais se sucedem verticalmente, desde o nível mais baixo da maré até os níveis mais altos do costão, sendo esse padrão vertical comum nos costões de todo mundo (COUTINHO e ZALMON, 2009).

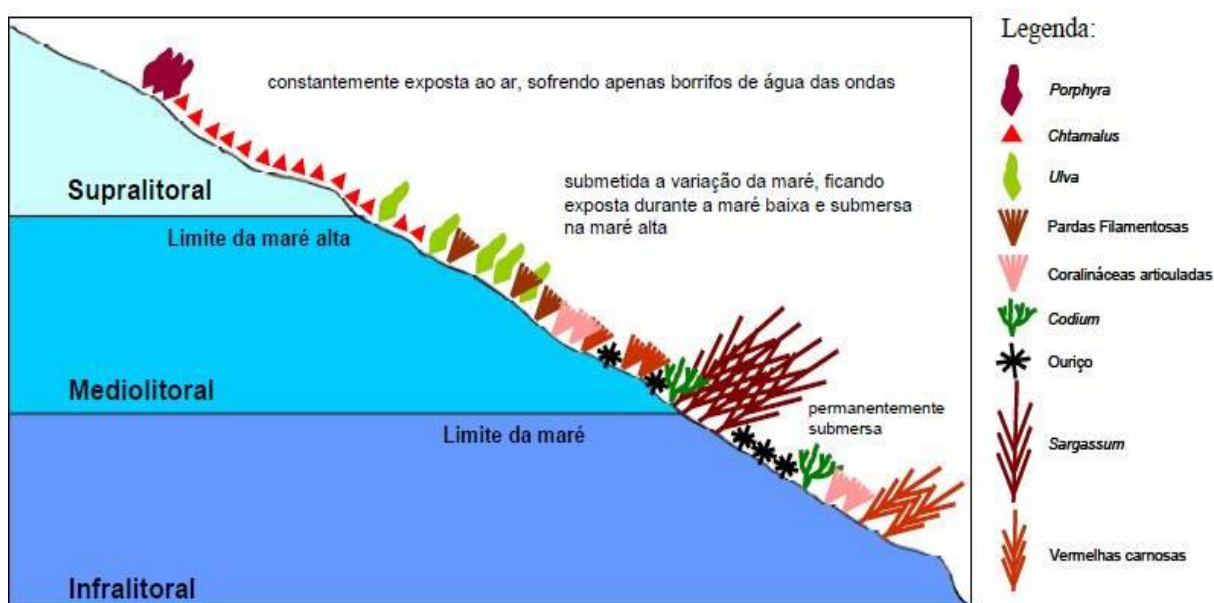


Figura 2. Distribuição dos organismos no costão rochoso. Fonte: Pereira e Gomes (2002).

Na costa brasileira, os costões rochosos estão presentes por toda extensão. (COUTINHO e ZALMON, 2009). Na região norte, onde a costa se caracteriza por sedimentos não consolidados, os costões são formados por recifes de arenito consolidado e quase sem inclinação, com faixa entremarés mais estreita (ROCHA e MORENO, 2012). Na região sul e sudeste, entre os estados Espírito Santo e Santa Catarina, principalmente, estão os costões verdadeiros, caracterizados por afloramentos rochosos encontrados junto ao mar (ROCHA e MORENO, 2012).

Em Arraial do Cabo, observa-se um padrão de zonação dos costões rochosos que se baseia na distribuição dos organismos, ou zonas biológicas definidas (COUTINHO e ZALMON, 2009). No supralitoral são abundantes *Chthamalus*

bisinuatus e *Nodilittorina zic-zac* (SILVA e COUTINHO, 2007). O médio litoral é ocupado por *Tetraclita squamosa* e principalmente por *Brachidontes solisianus* (SILVA e COUTINHO, 2007). No infralitoral, é comum, entre outros organismos, *Megabalanus cocopoma*, *Sargassum furcatum* e *Ulva lactuca* (SILVA e COUTINHO, 2007).

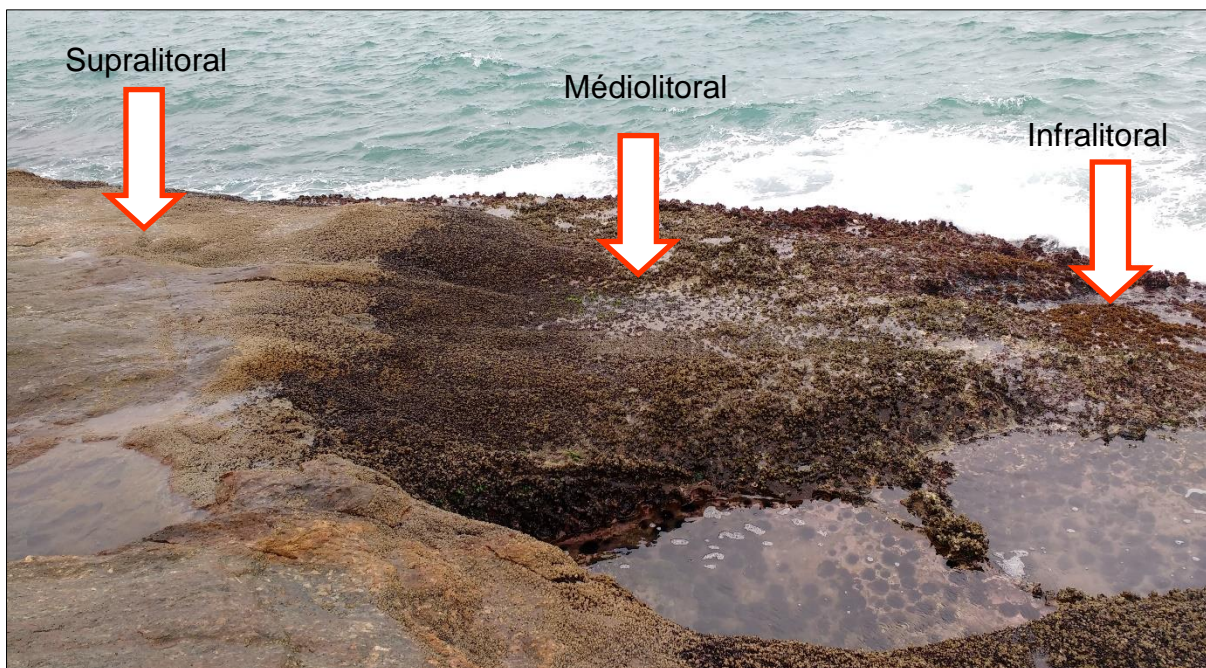


Figura 3. Costão Rochoso da Ponta da Fortaleza em Arraial do Cabo, com destaque para o supralitoral, o médio litoral e o infralitoral. (Foto do autor).

Nos costões rochosos de Arraial do Cabo, os *Brachidontes solisianus*, que ocupam a faixa superior do mediolitoral, são dominantes principalmente nos costões protegidos da ação das ondas (RIOS, 1994; AGUIRRE *et al.*, 2006; SILVA e COUTINHO, 2007).

4.3 OS MITILÍDEOS

Os Mitilídeos são todos os organismos da família Mytilidae e estão classificados na classe Bivalvia e no Filo Mollusca, o segundo mais abundante em diversidade, com cerca de 300.000 espécies descritas (RUPPERT, 2005). Essa família é composta por organismos tipicamente aquáticos e são abundantes na

região litorânea (AGUIRRE *et al.*, 2006) e habitam todos os oceanos do mundo (LEE e FOIGHIL, 2004).

Conhecidos como mexilhões, os mitilídeos são organismos bentônicos que vivem aderidos a substratos duros consolidados e podem formar bancos naturais especialmente em regiões entremarés (AGUIRRE *et al.*, 2006). Os bancos naturais formados por mexilhões têm grande importância ecológica, pois fornecem alimento, refúgio e espaço para inúmeros organismos que nele habitam e também para espécies visitantes, tais como aves e peixes (BORDON, 2009).

Os mexilhões são animais filtradores, obtêm os nutrientes da água e material particulado pelo processo de filtração (BALBAS, 2014). Devido a sua capacidade de filtração, esses organismos podem concentrar elementos que podem ser nocivos aos seres humanos, especialmente metais pesados (OLIVEIRA, 2005). Por isso, são considerados importantes indicadores de poluição e da qualidade da água (BAEZA e GONZÁLEZ, 2012).

Os Mitilídeos apresentam importância econômica principalmente através do cultivo de mexilhões, chamado de Mitilicultura (OLIVEIRA, 2005). No Brasil, a principal espécie cultivada é *Perna perna*, sendo que a produção se concentra quase que totalmente no Estado de Santa Catarina, responsável por 96% da produção (BORDON, 2009). Além de *Perna perna*, há outros mitilídeos de importância econômica encontrados na costa brasileira, por exemplo, *Mytella guayanensis* e *Mytella falcata* (figura 4), porém seu cultivo ainda não é tecnicamente viabilizado (BORDON, 2009). Esses bivalves são empregados na alimentação humana como fonte de proteína animal de baixo custo e de alto valor nutricional (REIS JÚNIOR *et al.*, 2016).

A família Mytilidae está representada por 32 gêneros entre eles o gênero *Brachidontes* (AGUIRRE *et al.*, 2006). O gênero *Brachidontes* é caracterizado por indivíduos com conchas de tamanho pequeno a médio variando entre de 10 a 49 mm de comprimento e de grande variabilidade morfológica (AGUIRRE *et al.*, 2006). Apresentam ornamentação externa (estrias de crescimento comarginal e nervuras radiais de espessuras variáveis), coloração de castanho claro a roxo (AGUIRRE *et al.*, 2006). Todas estas características, geralmente, variam intraspecificamente de acordo com diferentes habitats e áreas geográficas. Dentre as espécies do gênero *Brachidontes* que têm sido amplamente estudadas, destaca-se a espécie

Brachidontes exustus (BENNETT, 2009; BENNETT *et al.*, 2011, TROVANT *et al.*, 2016).

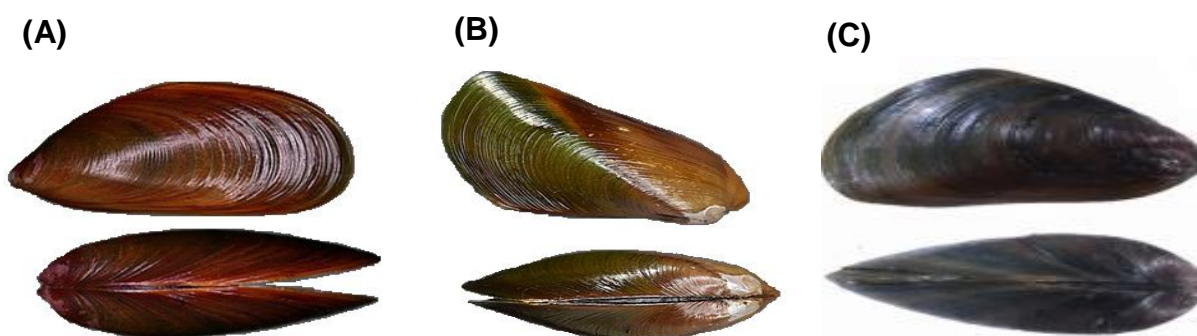


Figura 4. Principais espécies de mexilhões de importância econômica encontrados na costa brasileira. (A) *Perna perna* (Linnaeus, 1758), (B) *Mytella guayanensis* (Lamarck, 1819) e (C) *Mytella falcata* (d'Orbigny, 1846). Fonte: www.conchasbrasil.org.br

4.4 O *Brachidontes exustus*

Os mexilhões da espécie *Brachidontes exustus* (Linnaeus, 1758) são moluscos bivalves da família Mytilidae. São caracterizados por uma fina concha em forma de leque com nervuras radiais divergentes na superfície externa, mais evidentes na borda e o umbo está presente no final da extremidade anterior (RIOS, 1994). A superfície externa da concha pode variar de azul-cinza a amarelo-marrom escuro e a interior apresenta manchas púrpuras-castanhas com um a quatro dentes disodontes arroxeados na charneira (RIOS, 1994).

Segundo Sweeney e Walker (1998), *B. exustus* são encontrados geralmente associados a substratos duros na região entremarés, aderidos por meio de uma estrutura de fixação chamada bisso (figura 5). São dominantes em alguns afloramentos rochosos e podem formar densas camadas associados a outros organismos como ostras e algas (OLIVEIRA e MANSO, 2016).

Em costões da Flórida, esses mexilhões apresentam dois períodos de reprodução, sendo um na primavera, entre março e abril, e outro no outono, entre setembro e novembro (BARBER *et al.*, 2005). As larvas desses indivíduos podem permanecer no plâncton em torno de 40 dias, o que facilita sua dispersão, e seus períodos de desova estão correlacionados com as mudanças na temperatura da água (BARBER *et al.*, 2005; LEE e FOIGHIL, 2005). São animais filtradores que se

alimentam de partículas em suspensão na água, principalmente microalgas e partículas orgânicas e seus principais predadores são alguns gastrópodes e caranguejos (OLIVEIRA e MANSO, 2016). São organismos tolerantes à variação de temperatura e salinidade (TROVANT *et al.*, 2016).

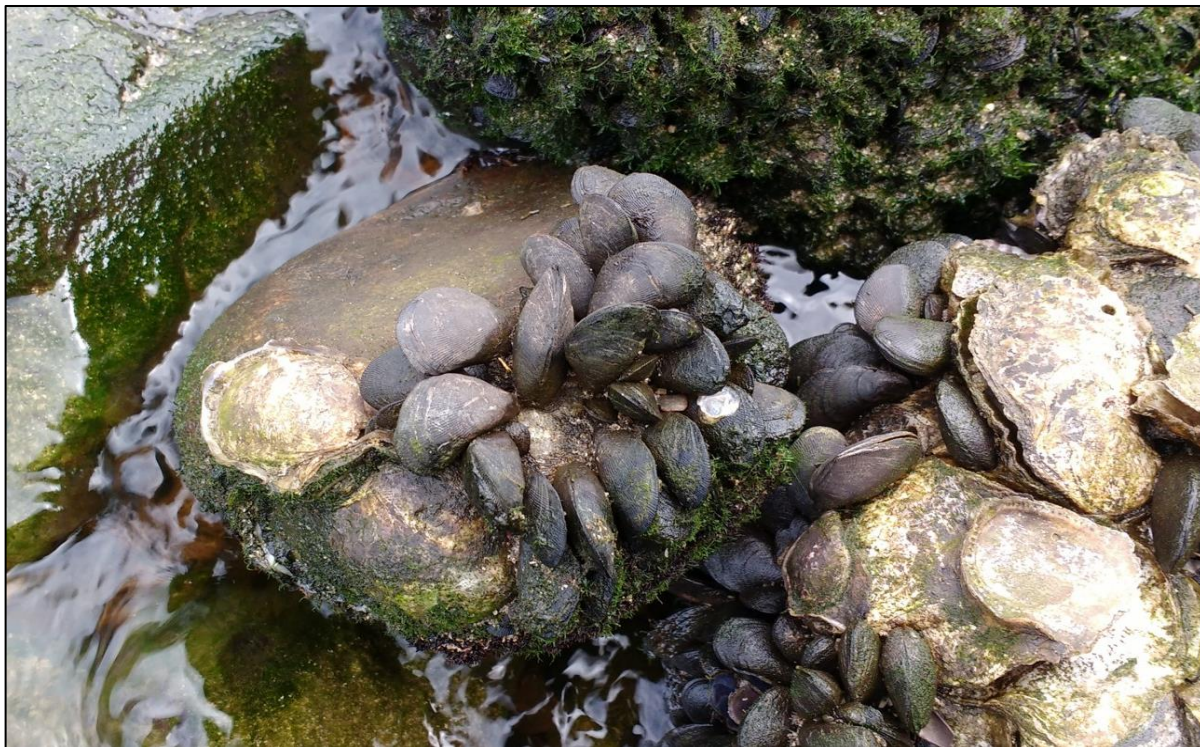


Figura 5. Indivíduos de *Brachidontes exustus* aderidos a rochas na região entremarés do canal da Álcalis na Praia do Pontal, em Arraial do Cabo. (Foto do autor).

O *Brachidontes exustus* são organismos que apresentam uma ampla distribuição geográfica, sendo registrados na Carolina do Norte, Flórida, Caribe, Golfo do México, no Brasil, incluindo Fernando de Noronha, Uruguai e na Argentina, habitando diferentes ambientes como estuários, manguezais e ilhas oceânicas (RIOS, 1994; LEE e FOIGHIL, 2004; OLIVEIRA, 2005; TROVANT *et al.*, 2016). Essa espécie tem sido encontrada habitando diferentes ambientes ao longo da costa do Oceano Atlântico, como a Baía da Flórida, nos Estados Unidos (BENNETT *et al.*, 2011), a Baía de Chetumal no México (BAEZA e GONZÁLEZ, 2012), em costões rochoso na Argentina (AGUIRRE *et al.*, 2006) e em manguezais da Venezuela (BALBAS, 2014).

Assim como outras espécies de moluscos, *B. exustus* foi descrito com base na morfologia da concha (AGUIRRE *et al.*, 2006; BENNETT, 2009). No entanto, tem

sido observado a ocorrência da variabilidade dos caracteres da concha dentro de uma mesma espécie e existem casos de fortes semelhanças morfológicas da concha entre indivíduos de diferentes espécies que cobrem uma mesma área geográfica (AGUIRRE *et al.*, 2006; BENNETT, 2009). Essa associação se deve a fatores ambientais como o tipo de substrato que as espécies habitam e o batimento das ondas que influenciam fortemente a forma da concha (BENNETT, 2009). Tal como outros mexilhões, assumiu-se que *B. exustus* apresenta morfologia variável em resposta a condições ambientais verificadas durante seu desenvolvimento (BENNETT *et al.*, 2011).

Devido a variabilidade da morfologia da concha foi introduzida por vários autores uma confusão taxonômica ao sinonimizar reciprocamente outros táxons como *Brachidontes exustus*, em diversas localidades do Atlântico Ocidental (AGUIRRE *et al.*, 2006; BENNETT, 2009). Foram registradas quatro espécies que receberam nomes informais que correspondem às suas principais áreas geográficas, como Golfo, Atlântico, Bahamas Antilhas e Caribe Ocidental (BENNETT, 2009).

Embora esses autores estivessem trabalhando em diferentes regiões geográficas, suas conclusões combinadas sugeriram que *Brachidontes exustus* constitui um complexo de espécies que abrange toda a costa do Atlântico Ocidental, desde a Carolina do Norte até a Argentina (BENNETT, 2009; BENNETT *et al.*, 2011, TROVANT *et al.*, 2016) (Figura 6). Além disso, um estudo recente realizado na Flórida, sugere que há quatro populações de *Brachidontes exustus* com perfis genéticos distintos (BENNETT *et al.*, 2011).

Como a discriminação taxonômica de *Brachidontes exustus* tem sido concentrada apenas na análise das características da concha (AGUIRRE *et al.*, 2006; BENNETT, 2009), um estudo detalhado dessa espécie vem sendo conduzido baseado na morfologia da concha e na análise das partes moles desses indivíduos, especialmente as margens do manto e os músculos retratores do pé e do bisso (AGUIRRE *et al.*, 2006; BENNETT, 2009; BENNETT *et al.*, 2011; TROVANT *et al.*, 2016).

Para realizar uma melhor discriminação taxonômica dos mexilhões e buscar compreender as relações filogenéticas do complexo *Brachidontes exustus*, estudos vem sendo realizados utilizando técnicas modernas baseadas na análise de DNA (AGUIRRE *et al.*, 2006; BENNETT, 2009; BENNETT *et al.*, 2011). Essas técnicas de

DNA procuram caracterizar a estrutura genética do complexo *Brachidontes exustus* e se baseiam no uso marcadores de DNAs nucleares (18S e 28S rDNA) e um gene mitocondrial (mtDNA COI), que foi proposto como um código de barras de DNA (LEE e FOIGHIL, 2004; LEE e FOIGHIL, 2005; BENNETT *et al.*, 2011; TROVANT *et al.*, 2016).

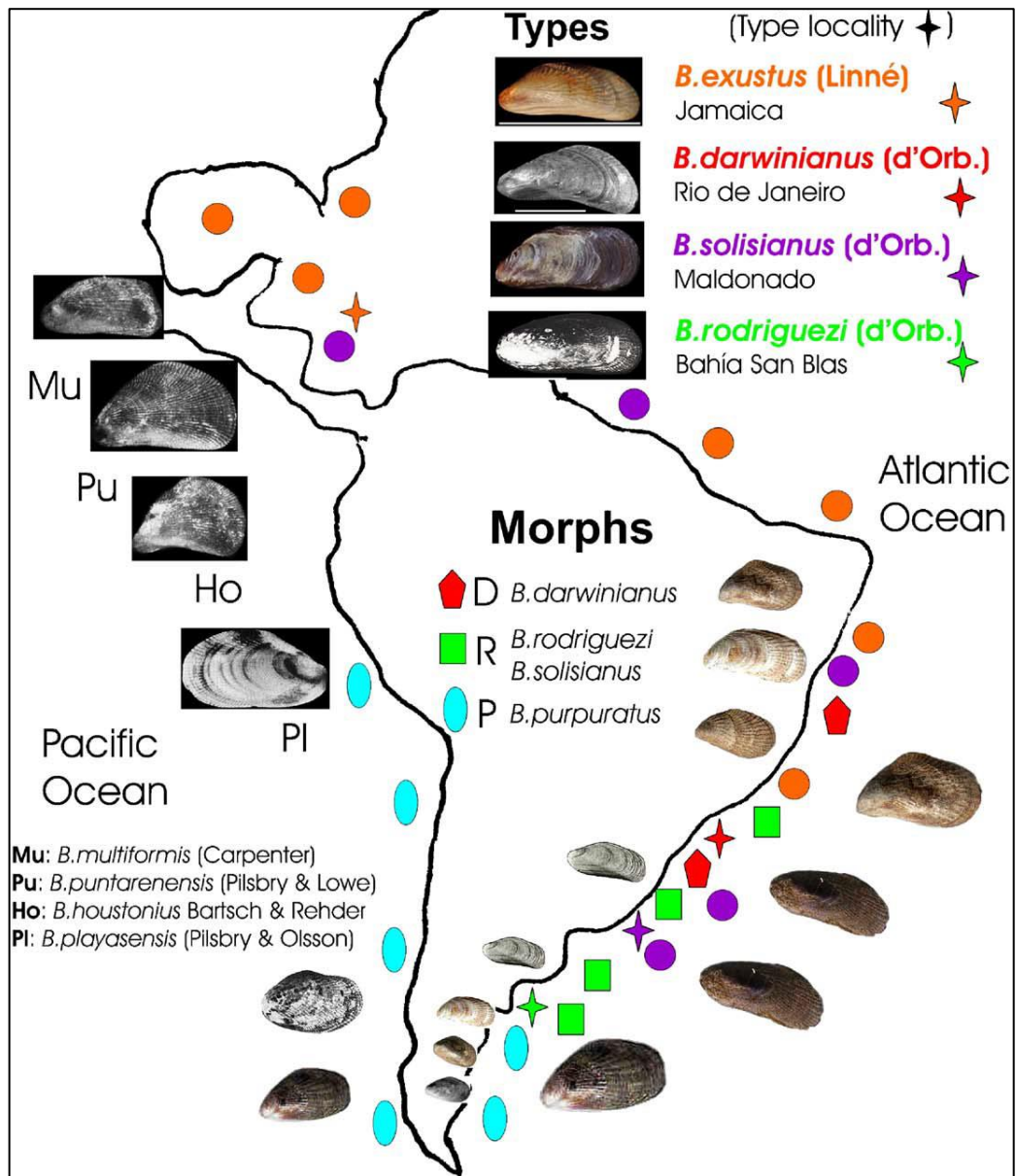


Figura 6. Distribuição moderna de *Brachidontes* sp. na América ao longo da costa do Oceano Atlântico e do Oceano Pacífico. Fonte: Aguirre *et al.* (2006).

5 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Praia do Pontal, no município de Arraial do Cabo (23°S – 42°W), na região dos lagos do Estado do Rio de Janeiro (Figura 2). Arraial do Cabo é um município costeiro delimitado ao Norte com o Município de Cabo Frio, ao Sul e a Leste com o Oceano Atlântico e a Oeste com o Município de Araruama (AGUIAR, 2005).

O clima de Arraial do Cabo é semiárido com baixa pluviosidade, cerca de 800 mm por ano, temperatura média de 25 °C e umidade relativa em torno de 80% (COE e CARVALHO, 2013). Estas características representam uma particularidade climática em relação ao restante do litoral fluminense, relacionada, entre outros fatores, ao fenômeno da ressurgência (COE e CARVALHO, 2013).

A ressurgência se caracteriza pelo afloramento de massas de água frias e ricas em nutrientes na superfície do mar, aumentando a produtividade local e sua ocorrência está relacionada à morfologia peculiar da costa e à ocorrência dos ventos nordeste e leste que predominam na região (CARVALHO e GONZALEZ, 2004).



Figura 7. Localização da Área de Estudo, Praia do Pontal em Arraial do Cabo. A seta indica a desembocadura do canal do Pontal. Fonte: Google Earth.

A Praia do Pontal está inserida na Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo - RESEXmar. Essa unidade de conservação foi criada em 3 de janeiro de 1997 por Decreto Presidencial, para garantir a exploração sustentável e a conservação dos recursos renováveis utilizados pela população tradicional do município (BRASIL,

1997). Essa praia é caracterizada por águas claras e calmas com baixa ondulação ao longo do ano e apresenta um costão rochoso que possui uma declividade suave com profundidade média de 4-5 metros, caracterizado pela presença de pequenos matacões, que são blocos de rocha superficialmente expostos, onde a cobertura bentônica predominante é a do Cnidário *Palythoa caribaeorum* e de diversas espécies de algas (CORREAL, 2011).



Figura 8. Vista parcial do canal na Praia do Pontal em Arraial do Cabo. Fonte: www.wikimedia.org.

No início dos anos de 1940, o governo brasileiro criou grandes empresas estatais com objetivo impulsionar o desenvolvimento do país a partir da industrialização, entre elas a Companhia Nacional de Álcalis (CNA) (PEREIRA, 2010). A CNA foi criada pelo Presidente Getúlio Vargas, através do Decreto-Lei nº 5.684, de 20 julho de 1943 e sua principal atividade era a produção de barrilha (carbonato de sódio), componente químico utilizado na fabricação de vidros, pela indústria química e pela indústria farmacêutica (PEREIRA, 2010). A implantação da Álcalis em Arraial do Cabo gerou uma modificação social e econômica marcante na região, causando também os primeiros impactos socioambientais, diretos e indiretos, decorrentes de sua atividade comercial, como o crescimento da especulação imobiliária e o turismo sem controle (BRITO, 1999).

Para transportar as conchas retiradas da Lagoa de Araruama utilizadas na fabricação de barrilha, um canal ligando a lagoa à fábrica foi aberto pela Álcalis (PEREIRA, 2010). Esse canal se encontra desativado, mantém uma água salobra de com coloração escura e sua foz se localiza na Praia do Pontal (CORREAL, 2011). Em maré baixa ocorre um refluxo da água do canal para o mar formando uma pluma em suas imediações (CORREAL, 2011). Na desembocadura do canal na Praia do Pontal, ocorre a população dos mexilhões da espécie *Brachidontes exustus* (figura 9), objeto de estudo do presente trabalho.



Figura 9. População de *Brachidontes exustus* localizada em Arraial do Cabo. (Foto do autor).

6 MATERIAL E MÉTODOS

6.1 PROCEDIMENTOS NO CAMPO

Os procedimentos no campo consistiram na coleta dos organismos, observação, avaliação da recuperação biológica e medição das variáveis físico-químicas da água do canal.

6.1.1 Coleta dos organismos

Foi realizada apenas uma coleta em triplicata no dia 14 de novembro de 2016, em maré baixa. Os organismos foram coletados em áreas de maior densidade de *Brachidontes exustus* com auxílio de um amostrador quadrado de 10 x 10 cm e uma espátula. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e conduzidos ao Laboratório do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira - IEAPM, onde foram congelados até o momento das análises.

6.1.2 Avaliação da recuperação biológica

Após a coleta, iniciou-se o acompanhamento mensal da recuperação biológica das áreas raspadas para amostragem, através da observação visual e registro fotográfico.

6.1.3 Medição das variáveis físico-químicas

No mesmo dia da coleta dos organismos, com o auxílio de uma sonda multiparâmetros HORIBA U-50 - (LAMEB), foi feita a caracterização da água do canal na maré alta e baixa através da medição das seguintes variáveis físico-químicas: salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido e pH. Foram escolhidos cinco

diferentes pontos ao longo do canal, a partir da desembocadura, com 10 metros de distância entre cada ponto. Os pontos de medição das variáveis físico-químicas são mostrados na figura 10.

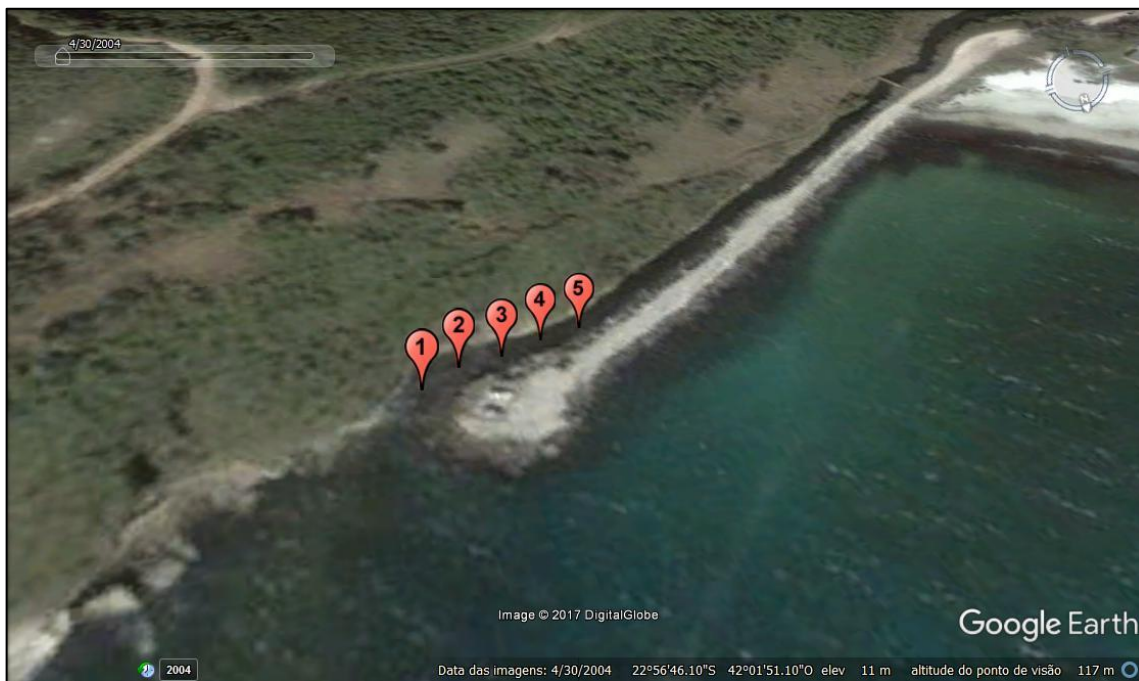


Figura 10. Pontos de medição das variáveis físico-químicas no canal da Álcalis.
Fonte: Google Earth.

6.2 PROCEDIMENTOS NO LABORATÓRIO

O processamento das amostras coletadas no costão da Praia do Pontal foi realizado nos Laboratórios do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) através das seguintes etapas: lavagem, triagem, identificação dos organismos, até o menor nível taxonômico possível, e análise morfométrica dos *Brachidontes exustus*.

6.2.1 Lavagem

As amostras obtidas em campo e mantidas congeladas, foram lavadas na pia de triagem em água corrente com peneira de malha 0,5mm para a remoção do sedimento fino. A lavagem foi efetuada de forma suave para evitar a destruição dos

organismos presentes. A fração com dimensões inferiores a 0,5mm (fauna, flora e sedimento) não foi objeto de análise, tendo sido descartada em local apropriado.

6.2.2 Triagem

Após a lavagem, todo o material de dimensões superiores a 0,5mm, retido na peneira, foi colocado e espalhado de forma homogênea no interior de uma bandeja de vidro transparente retangular de fundo liso, com uma pequena porção de água em quantidade suficiente para facilitar a distribuição da amostra por toda a área da bandeja (figura11).

Em seguida, procedeu-se uma triagem minuciosa dos organismos, que foram retirados da bandeja com auxílio de pinças de bico fino.

Os organismos foram colocados em pequenos frascos de vidro, contendo solução de álcool a 70% (exceto *Brachidontes exustus* que foram mantidos congelados até as análises morfométricas) e identificados com etiquetas de papel vegetal. As etiquetas continham as seguintes informações: local de amostragem, data da amostragem, número da amostra e nome do táxon.



Figura 11. Organismos depositados em bandeja de vidro para triagem. (Foto do autor).

6.2.3 Identificação dos organismos

A identificação dos organismos coletados foi realizada com o auxílio de um microscópio estereoscópico e da literatura especializada (RIOS, 1994) até o menor nível taxonômico possível (figura 12). Simultaneamente, a identificação, procedeu-se também a contagem de todos os organismos e registro em planilha específica.



Figura 12. Identificação dos organismos com um microscópio estereoscópico. (Foto do autor).

6.2.4 Análise morfométrica de *Brachidontes exustus*

Após a triagem e identificação dos organismos, foi realizada a contagem e a análise morfométrica de *Brachidontes exustus*. Foram avaliados os seguintes aspectos morfométricos: comprimento, altura e largura da concha e o peso úmido total.

A partir da medida dos três eixos da concha, considerou-se como comprimento a distância máxima entre o umbo e a borda posterior da concha. A altura como a distância máxima no eixo dorsal e ventral, ao longo do eixo central da

concha. E a largura como a distância máxima no eixo lateral entre as duas valvas fechadas. A figura 13 apresenta as medidas da concha de *Brachidontes exustus*.

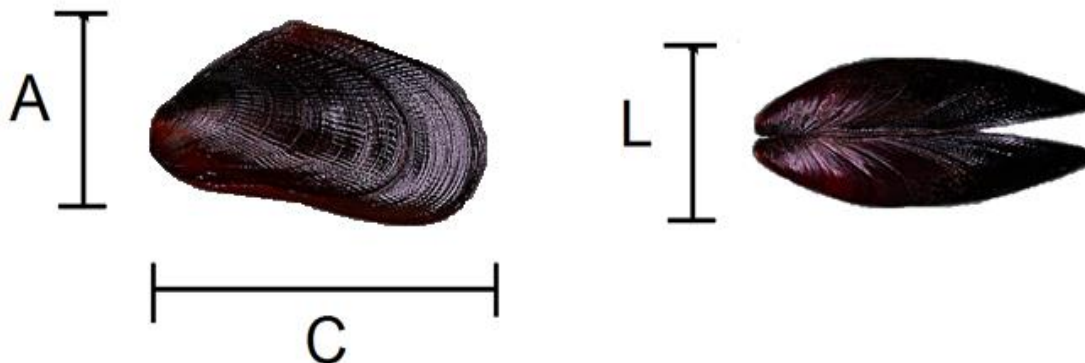


Figura 13. Representação esquemática das medidas da concha de *Brachidontes exustus* (C = comprimento; A = altura; L = largura). Fonte: www.conchasbrasil.org.br

Todas as medições dos indivíduos de *Brachidontes exustus* foram feitas com o auxílio de um paquímetro digital MT-00855 Uyustools Professional, com precisão de 0,01mm (figura 14).



Figura 14. Medição do comprimento de um indivíduo de *Brachidontes exustus*. (Foto do autor).

Foi considerado como peso úmido total, o peso da concha com as partes moles do indivíduo. Para a medição do peso úmido total, os mexilhões foram

mantidos em repouso sobre papel filtro em temperatura ambiente para remoção do excesso de água originado do descongelamento, por cerca de 10 minutos (Figura 15). Após esse período de tempo, foi determinado o peso úmido de cada indivíduo com o auxílio de uma balança digital SBL3200H SHIMADZU com precisão de 0,01g (Figura 16). No final das análises morfométricas, todos os organismos foram depositados junto a coleção do Laboratório de Biologia do IFRJ e IEAPM.



Figura 15. Mexilhões mantidos em repouso sobre o papel filtro para a determinação do peso úmido. (Foto do autor).



Figura 16. Determinação do peso úmido de *Brachidontes exustus* com uma balança digital. (Foto do autor).

6.3 ANÁLISE DE DADOS

A avaliação da estrutura da população de *Brachidontes exustus* foi realizada, utilizando-se a densidade (ind/m²), o tamanho e o peso. Com os dados da densidade de *B. exustus* e da fauna associada foi estimada a proporção entre os organismos.

Os mexilhões foram separados em sete classes de tamanho, baseando-se no comprimento da concha. A classe dos indivíduos menores que 5mm não foram considerados nas medições, uma vez que o tamanho reduzido dificulta a identificação precisa da espécie. No entanto, esses indivíduos com tamanho menor que 5mm foram contados. Cada classe foi compreendida entre intervalos de 4mm: de 5mm a 9mm; de 10mm a 14mm; de 15mm a 19mm; de 20mm a 24mm; de 25mm a 29mm e de 30mm a 34mm.

Foi utilizado o coeficiente de Pearson ao quadrado (r^2) para avaliar o grau de correlação entre as variáveis comprimento x altura, comprimento x largura e comprimento x peso das conchas de *Brachidontes exustus*.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 DENSIDADE DE *Brachidontes exustus* E DA FAUNA ASSOCIADA

Na amostra obtida durante a coleta, considerando as três réplicas, foi encontrado um total de 581 exemplares de *Brachidontes exustus*. A população de *B. exustus* representou 35% dentre todos os organismos da amostra e a fauna associada foi de 65%, como pode ser observado no gráfico 1.

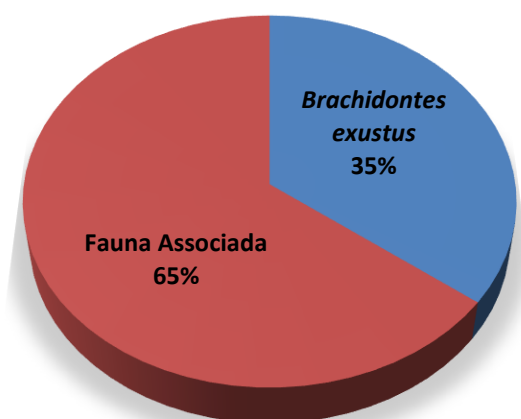


Gráfico 1. Proporção entre o número de *Brachidontes exustus* e o número de organismos da fauna associada.

Os *Brachidontes exustus* ocorreram numa densidade média de 24.000 ind/m². A densidade de *Brachidontes exustus* registrada nesse estudo foi maior do que a densidade encontrada por Queiroz (2015) em costões rochosos do Nordeste 5.255 ind/m². A densidade dos organismos nos costões rochosos está associada a uma interação de fatores, sendo a maré o mais importante. A dinâmica das marés é um fator determinante na adaptação dos organismos, assim como a exposição ao ar e a perda de água e o estresse das ondas (COUTINHO e ZALMON, 2009).

Os mexilhões da espécie *Brachidontes exustus* apresentam ampla distribuição geográfica (RIOS, 1994; BENNETT *et al.*, 2011; OLIVEIRA e MANSO, 2016), e em ambientes diversificados como manguezais, ilhas oceânicas e estuários. Segundo Rios (1994), *B. domingensis*, *B. lavalleanus*, *B. Darwinianus*, *B. rosaseus* e *Mytillus muelleri*, são sinônimas de *Brachidontes exustus*.

Em Arraial do Cabo, esta espécie ocorre num costão entremarés localizado na foz de um canal de água salobra e ocupa uma área de aproximadamente 50m², região na qual não havia registro da ocorrência dessa população até então.

A fauna associada aos *B. exustus* representou 65% do total. A análise da amostra revelou a proporção dos grupos faunísticos presentes no costão rochoso da desembocadura do canal da Álcalis, distribuindo-os em quatro classes: Bivalvia, Crustacea, Gastropoda e Polychaeta.

Os organismos da classe Bivalvia totalizaram 55,78%, e esteve representada por: *Brachidontes exustus* 35,29%, *Isognomom bicolor* 2,06%, *Brachidontes solisianus* 0,54% e *Lasea adonsoni* 0,05%. Os *Brachidontes* menores que 5mm ocorreram em 17,84%.

A classe Crustacea, representada por 38,32%, foi composta pelos seguintes táxons: Isopoda 25,49%, Amphipoda 8,33% e Brachyura e *Chthamalus bisinuatus* com 2,25%, cada.

Entre os Gastropoda, que registraram 5,15%, foram identificados os seguintes táxons: *Collisella subrugosa* 5,00%, *Caecum sp.* com 0,10% e *Nodilitorina zic-zac* 0,05%.

Os Polychaeta, totalizaram aproximadamente 0,69% dos organismos. Esses dados podem ser verificados no gráfico 2.

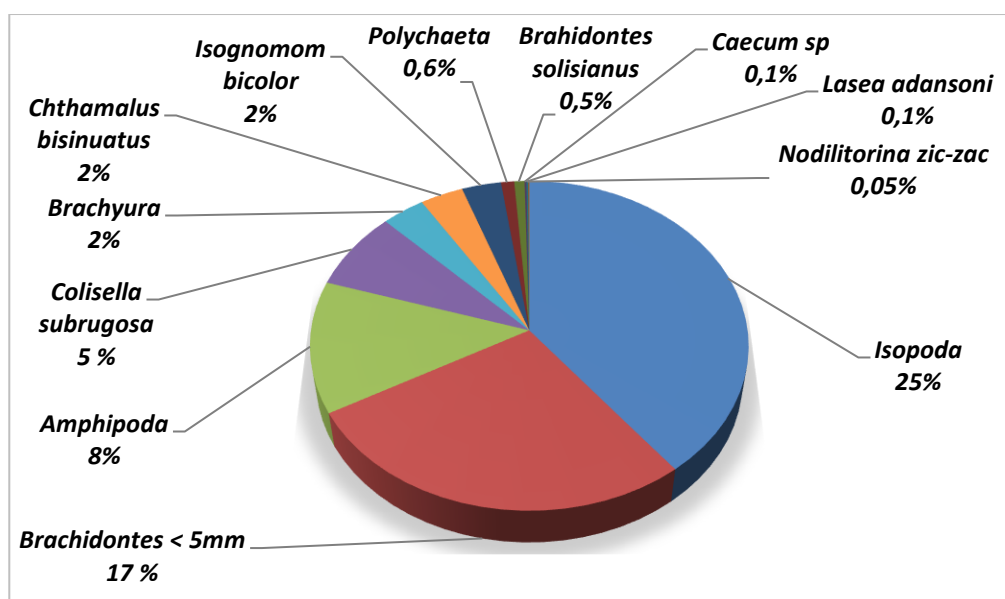


Gráfico 2. Proporção da fauna associada aos *B. exustus* encontrada no costão rochoso da desembocadura do canal da Álcalis.

Os organismos encontrados associados aos *Brachidontes exustus* na Praia do Pontal estão presentes em costões de outras localidades de Arraial do Cabo, com variação da densidade, como registrou Silva e Coutinho (2007) nos costões da Enseada do Forno e na Ponta da Fortaleza.

Fernandes *et al.*, (2004), registraram na Ponta da Fortaleza densidade de 153 ind/m² para *Lasea adansoni*, enquanto no presente estudo *L. adansoni* apresentou densidade de 66 ind/m².

A tabela 1 apresenta a densidade, desvio padrão e dominância dos organismos do costão rochoso estudado.

Tabela 1: Densidade (ind/m²), desvio padrão e dominância dos organismos do costão rochoso.

Organismos	Densidade					Dominância (%)
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média	Desvio Padrão	
<i>Brachidontes exustus</i>	23100	25900	23000	24000,0	1646,21	35,29
Isopoda	10300	14400	27300	17333,3	8871,49	25,49
<i>Brachidontes</i> (<5mm)	16200	12000	8200	12133,3	4001,67	17,84
Amphipoda	9700	4400	2900	5666,7	3572,58	8,33
<i>Colisella subrugosa</i>	3400	5700	1100	3400,0	2300,00	5,00
Brachyura	2000	1200	1400	1533,3	416,33	2,25
<i>Chthamalus bisinuatus</i>	2000	1600	1000	1533,3	503,32	2,25
<i>Isognomom bicolor</i>	1700	2500	0	1400,0	1276,71	2,06
Polychaeta	900	300	200	466,7	378,59	0,69
<i>Brachidontes solisianus</i>	800	300	0	366,7	404,15	0,54
<i>Caecum sp.</i>	200	0	0	66,7	115,47	0,10
<i>Lasea adansoni</i>	200	0	0	66,7	115,47	0,10
<i>Nodilitorina zic-zac</i>	100	0	0	33,3	57,74	0,05

7.2 ESTRUTURA DE TAMANHO

A estrutura populacional de *Brachidontes exustus* para o local estudado foi avaliada através dos dados da densidade e das relações morfométricas, considerando comprimento, altura, largura e peso.

Os *Brachidontes exustus* maiores que 5mm apresentaram comprimento máximo de 30mm. Foram mais abundantes os indivíduos da classe de tamanho entre 20 e 24mm (n=193) e a menor frequência foi registrada entre os indivíduos da classe de tamanho entre 30 e 34mm (n=3).

O gráfico 3 apresenta a distribuição da frequência do comprimento de *Brachidontes exustus* na área estudada.

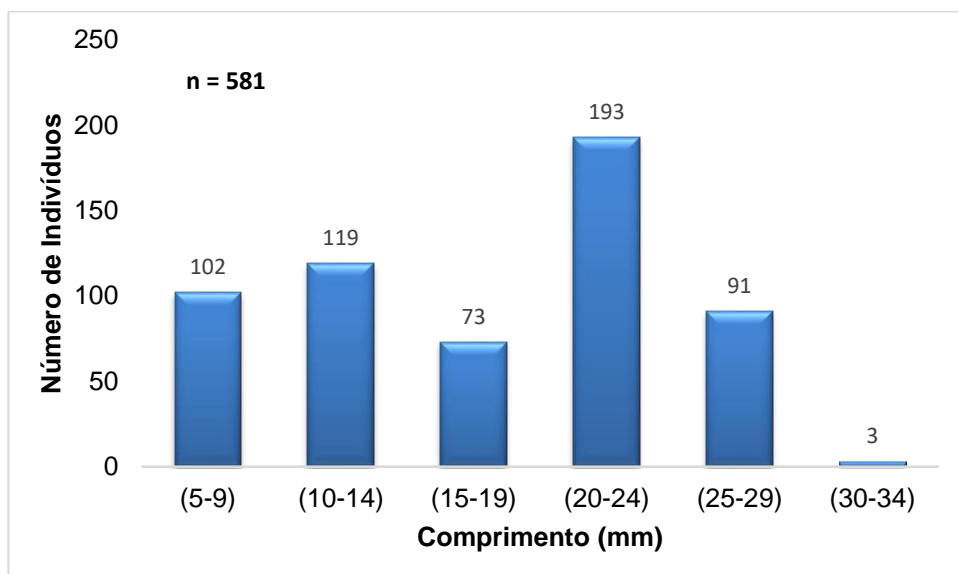


Gráfico 3. Distribuição da frequência do comprimento de *Brachidontes exustus* na área estudada.

O comprimento máximo de 30mm de *Brachidontes exustus* de Arraial do Cabo foi maior do que o comprimento registrado na literatura, 17mm (RIOS, 1994) e em outras localidades. Em um estudo realizado por Aguirre (2006) no litoral da Argentina foram encontradas conchas de *B. exustus* com tamanho menor que 20mm e no caribe colombiano foi registrado o comprimento máximo de 18mm para a espécie (MERLANO e HEGEDUS, 1994), enquanto na Baía da Flórida o comprimento máximo registrado foi de 25mm (BENNETT, 2009; BENNETT *et al.*, 2011).

7.3 ANÁLISE MORFOMÉTRICA

Os gráficos 4, 5 e 6 mostram a relação entre dos valores de altura, largura e peso, em relação ao comprimento dos *B. exustus* estudados. A equação correspondente e os valores de r^2 para os *Brachidontes exustus*. Para todas as correlações foram considerados os 581 indivíduos das três réplicas.

Verificou-se que melhor equação que descreve a relação entre comprimento e altura da espécie estudada é $y = 0,4092x + 1,7891$. O coeficiente de determinação encontrado corresponde a $r^2 = 0,9041$ representa uma forte correlação positiva entre a altura e o comprimento.

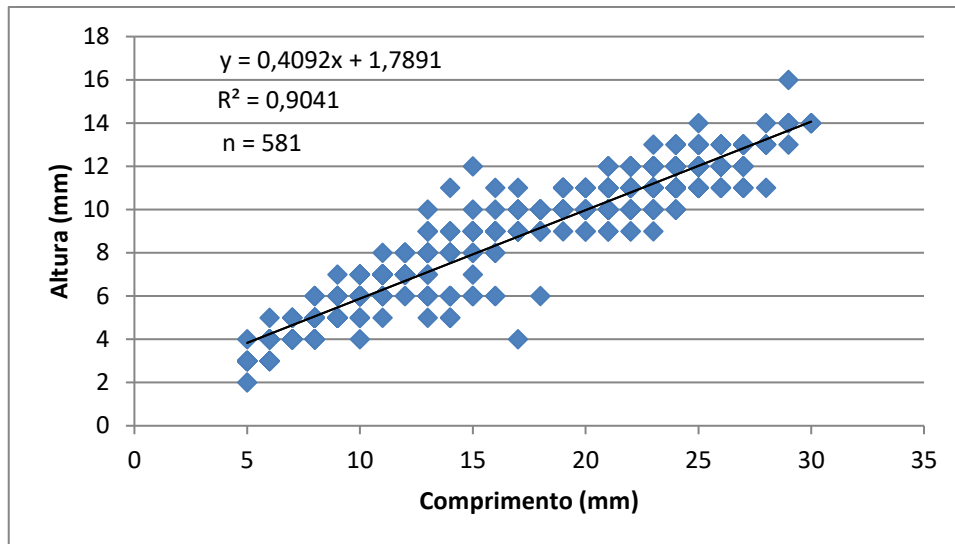


Gráfico 4. Relação entre a comprimento e a altura da concha de *Brachidontes exustus*.

As relações entre o comprimento e largura da concha foram descritas pela equação $y = 0,3684x + 0,4775$. O valor de $r^2 = 0,9161$ indica correlação positiva muito forte entre comprimento e largura.

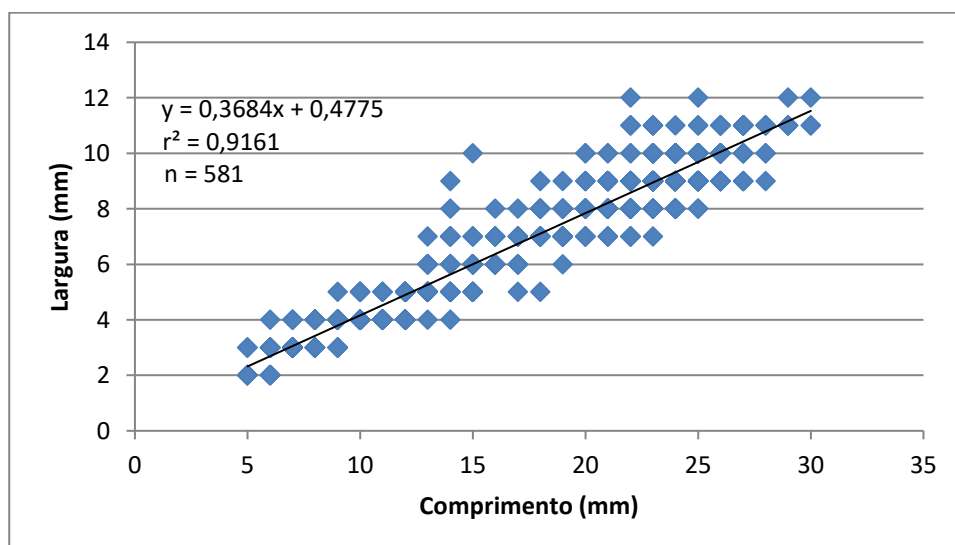


Gráfico 5. Relação entre o comprimento e a largura da concha de *Brachidontes exustus*.

A equação que descreve melhor a relação existente o peso e o comprimento é $y = 0,0003x^{2,5622}$. O valor do coeficiente de determinação $r^2 = 0,9493$ e indica correlação positiva muito forte do peso contra o comprimento.

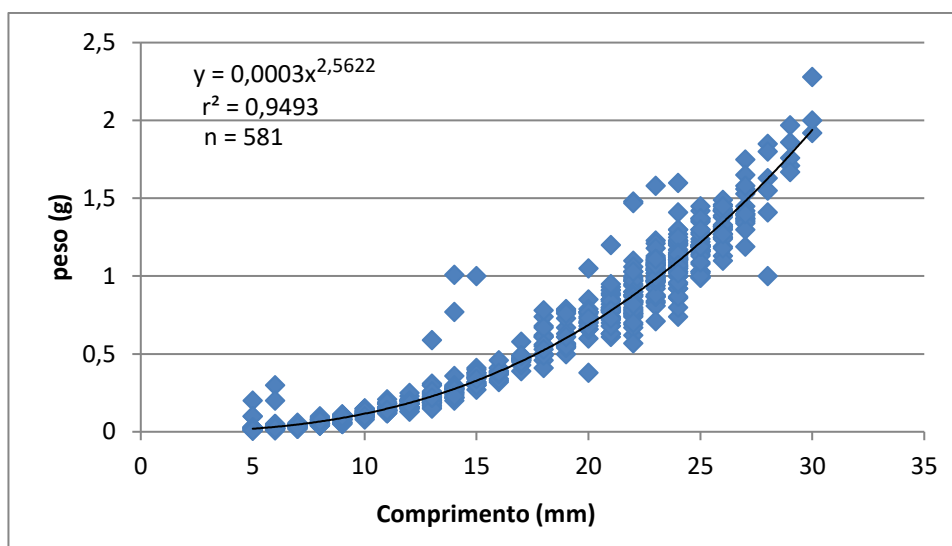


Gráfico 6. Relação entre o comprimento e o peso total da concha para *Brachidontes exustus*.

A correlação entre o peso e o comprimento das conchas também foi alta, apresentando um coeficiente de determinação igual a 0,94 (Tabela 2).

Os altos coeficientes de correlação entre as medidas consideradas sugerem que o crescimento dessa espécie é diretamente proporcional ao comprimento.

Tabela 2. Relações morfométricas das dimensões das conchas dos indivíduos de *Brachidontes exustus*: C = comprimento, L = largura, A = altura, P = peso, r^2 = coeficiente de correlação e n = número de indivíduos.

Relação	Equação	r^2	n
A x C	$y = 0,4092x + 1,7891$	0,9041	581
L x C	$y = 0,3684x + 0,4775$	0,9161	581
P x C	$y = 0,0003x^{2,5622}$	0,9493	581

As análises morfométricas são ferramentas importantes na avaliação do crescimento e desenvolvimento corporal dos organismos. Durante o crescimento é comum que partes do corpo do indivíduo cresçam a taxas diferenciadas, condicionando alterações em sua forma (RAMIRO, 2017). Esse fator tem sido observado em mexilhões e associado às condições ambientais, podendo influenciar

na variabilidade morfológica da concha de *Brachidontes exustus* (AGUIRRE, 2006; BENNETT, 2009; BENNETT *et al.*, 2011).

O crescimento é definido como o aumento do comprimento, volume, peso úmido ou peso seco com o passar do tempo (RAMIRO, 2017). No processo de desenvolvimento é possível observar que certas dimensões apresentem crescimentos a taxas diferentes de outras, de modo a mostrar uma diferença na proporção com o tamanho (RAMIRO, 2017). Assim, fica evidente a importância das análises das partes moles dos mexilhões por técnicas modernas de DNA para as discriminações taxonômicas.

7.4 VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA

A tabela 3 contém os valores de salinidade, oxigênio dissolvido, pH e temperatura encontrados nos cinco pontos de medição ao longo do canal estudado na maré baixa e alta.

Tabela 3: Valores das variáveis físico-químicas da água ao longo do canal.

Variáveis Físico-Químicas	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5	
	Maré Baixa	Maré Alta	Maré Baixa	Maré Alta	Maré Baixa	Maré Alta	Maré Baixa	Maré Alta	Maré Baixa	Maré Alta
Salinidade	28,7	36,8	12,2	36,6	12,2	36,7	12,2	36,4	11,8	36,5
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	8,39	14,4	8,84	10,5	8,28	10,7	8,91	9,21	7,46	8,44
pH	7,85	8,06	7,23	8,07	7,37	8,09	7,35	8,10	7,34	8,11
Temperatura (°C)	22,9	22,7	23,0	22,8	23,1	22,8	22,9	22,7	23,1	22,7

No canal, a salinidade varia de acordo com a maré. Desse modo, à medida que a maré sobe a água do mar avança em direção ao interior do canal. Nessa situação, os valores da salinidade do canal são próximos aos valores da salinidade da água do mar, em torno de 36 em todos os pontos de medição, o que explica a pouca variação da salinidade na maré alta. O gráfico 7 mostra os resultados encontrados para a salinidade no canal estudado.

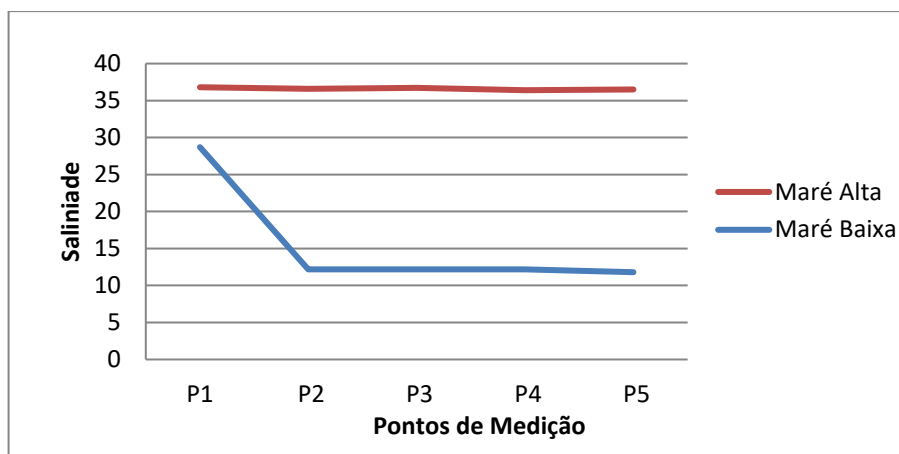


Gráfico 7. Variação da salinidade ao longo do canal estudado na maré alta e baixa.

Na maré baixa, a influência da água do mar ficou restrita a região da desembocadura (ponto 1) que apresentou o valor máximo de 28,7 para a salinidade. O menor valor 11,8 foi registrado no ponto 5, mais afastado da entrada do canal. Esses dados mostram que houve redução da salinidade na água em direção ao interior do canal na maré baixa, quando comparados com os dados obtidos na maré alta.

Os valores de salinidade nas águas do canal encontrados nesse estudo, foram superiores aos de Correal (2011), que em seu trabalho registrou o valor da salinidade em torno de 25. No entanto, este autor não indicou a condição de maré nem os pontos do canal onde efetuou suas medições.

A salinidade é definida pela concentração de todos os sais dissolvidos por litro de água (BRANDINI, 2017). Segundo Silva (2011), pequenas variações de salinidade podem ocorrer devido a chuvas e atividade biológica que necessitam do consumo de sais.

Segundo Trovant *et al.* (2016), *Brachidontes exustus* é uma espécie que ocorre em ambientes estuarinos em regiões de baixa salinidade e formam densas camadas sobre substratos consolidados.

A temperatura manteve-se constante (22 °C) nos cinco pontos de medição ao longo do canal na maré alta. No entanto, a temperatura aumentou em direção ao interior do canal na maré baixa. A temperatura mais alta (23,1 °C) foi registrada no ponto 5 na maré baixa. A temperatura média da água do canal foi de 22,7 °C. Esses resultados são apresentados no gráfico 8.

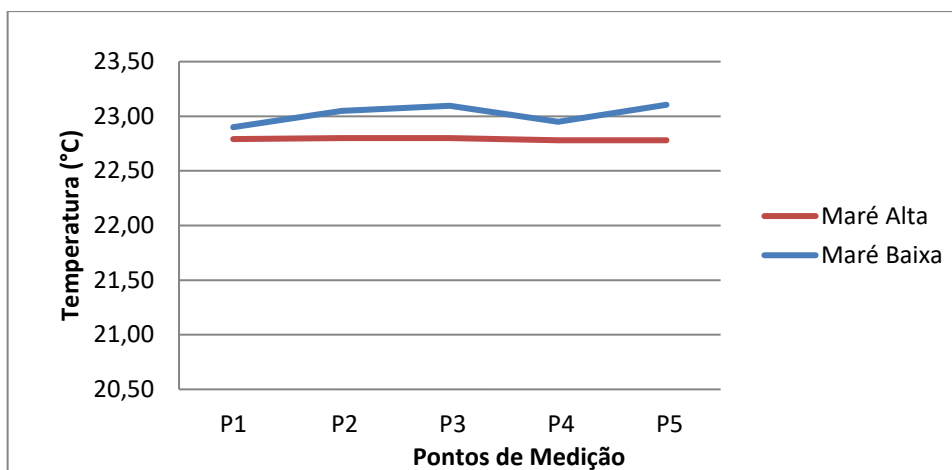


Gráfico 8. Variação da temperatura (°C) ao longo do canal estudado na maré alta e baixa.

Como citado anteriormente, ocorre na maré alta penetração da água do mar ao longo do canal, em distâncias que variam com a amplitude da maré. Isso pode explicar a ligeira variação da temperatura na maré alta e os valores aproximados aos da água do mar, que segundo Correal (2011), é de 20°C ao longo do ano na Praia do Pontal. Como a desembocadura é o ponto de maior influência da água do mar no canal, o valor da temperatura encontrado nessa região na maré baixa foi aproximado ao valor da temperatura da água do mar.

A temperatura pode variar também conforme a profundidade da coluna d'água (SILVA, 2011). Os maiores valores de temperatura encontrados na maré baixa em relação a maré alta podem estar relacionados a esse fator, assim como o aumento da temperatura a partir do ponto 2 ao longo do canal em maré baixa.

A temperatura atua como um fator limitante à reprodução, ao crescimento e a distribuição de organismos. É uma variável físico-química importante, pois juntamente com a salinidade determina a densidade da água (SILVA, 2011), embora essa variável não tenha sido calculada nesse estudo.

A concentração de oxigênio dissolvido (OD) na água do canal foi maior na maré alta do que na maré baixa e a desembocadura apresentou a maior concentração de OD, correspondente a 14,4 mg/L, na maré alta. A variação da concentração do oxigênio dissolvido é apresentada no gráfico 9.

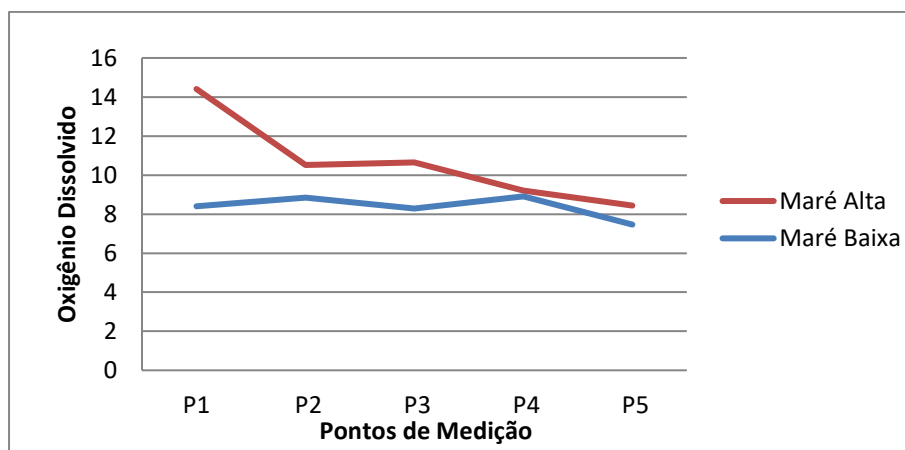


Gráfico 9. Variação do oxigênio dissolvido ao longo do canal estudado em maré alta e baixa.

Foi observada a redução da concentração de oxigênio dissolvido ao longo do canal, sendo maior na maré alta. Os maiores valores de oxigênio dissolvido encontrados na foz do canal se devem a maior influência da ação das ondas nessa região e menor influência em direção ao interior do canal.

O teor de oxigênio dissolvido na água é um dos principais indicadores da saúde dos ecossistemas aquáticos. Os resultados mostram que a água na região estudada apresenta valores altos de oxigênio dissolvido em todos os pontos, provavelmente devido ao batimento das ondas junto ao costão.

Os valores de pH foram ligeiramente alcalinos em todas as medições realizadas. Na maré alta, foi observado aumento gradativo no valor do pH em direção ao interior do canal. Na maré baixa, houve redução dos valores do pH em direção ao interior do canal. A maior diferença foi observada da foz para o ponto 2. O gráfico 10 contém os resultados encontrados para o pH.

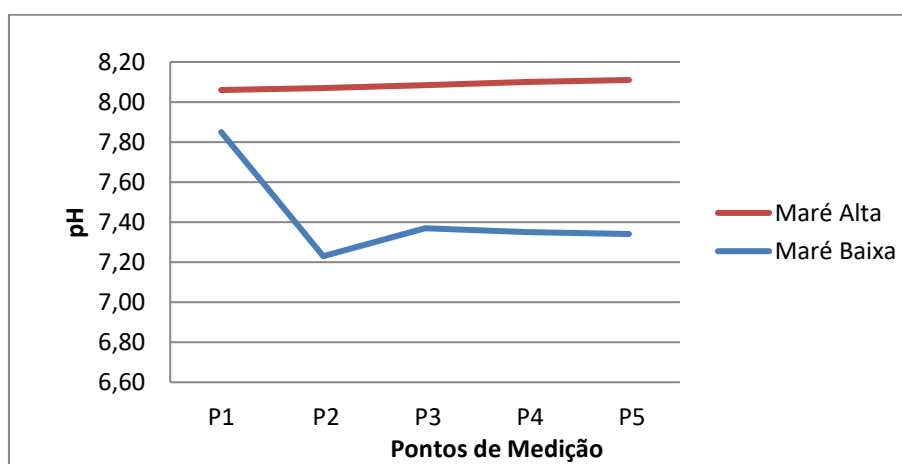


Gráfico 10. Variação do pH ao longo do canal na maré alta e baixa.

A água do mar tem pH entre 8,0 e 8,3, significando que os oceanos são ligeiramente alcalinos (SILVA, 2011). Nesse estudo, os valores de pH encontrados estão de acordo com a alcalinidade dos oceanos. Entretanto, durante a maré baixa, houve uma redução do pH em todos os pontos de coleta, em função do pH mais baixo observado na água do canal que variou de 7,23 a 7,85.

A diminuição do pH da água do mar pode ocasionar consequências graves aos organismos que possuem superfície corpórea ou de proteção calcificada, podendo ser consumida o que ocasionaria a morte de algumas espécies ou as tornariam mais vulneráveis a novos predadores (SILVA, 2011).

A caracterização da água através de variáveis físico-químicas no ambiente marinho revela condições ambientais que as populações locais enfrentam. Essas variações podem afetar os organismos, em seus processos de reprodução e desenvolvimento, levando-os a adaptações fisiológicas (SILVA, 2011).

7.5 RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS RASPADAS PARA AMOSTRAGEM

Foi realizado o acompanhamento da recomposição biológica da área raspada para amostragem através de observação visual e registro fotográfico. Sete meses após a raspagem, apesar de não ter havido recrutamento de *Brachidontes exustus*, percebeu-se uma redução das áreas raspadas, ocasionada principalmente pelo espalhamento dos indivíduos e o aparecimento de alguns indivíduos da espécie de ostra, *Crassostrea brasiliiana* (Figura 6 e 7).



Figura 17. Área raspada para amostragem logo após a coleta.



Figura 18. Estágio atual de recuperação Biológica.

CONCLUSÕES

1 - Apesar de *Brachidontes solisianus* ser a espécie mais comum na faixa superior dos costões em Arraial do Cabo, uma densa população da espécie *Brachidontes exustus* foi encontrada numa pequena área de 50 m², sobre as rochas na região entremarés, na desembocadura do canal da Álcalis, em Arraial do Cabo.

2 - A densidade média de *B. exustus* foi de 24.000 ind/m², enquanto que a de *B. solisianus* foi de apenas 366 ind/m², na área estudada.

3 - *Brachidontes exustus* foi a espécie dominante na área amostrada, sendo representada por 35% dos organismos coletados.

4 - A fauna associada aos *Brachidontes exustus*, representada por 65%, foi constituída por Bivalvia (55,78%), Crustacea (38,32%), Gastropoda (5,15%) e Polychaeta (0,6%). Nesta faixa, a espécie *Brachidontes solisianus* foi representada por apenas 0,54%.

5 - A distribuição de frequência de comprimento dos indivíduos de *B. exustus* apresentou-se como uma distribuição normal com a moda na classe entre 20 e 24mm. O maior comprimento observado foi de 30mm.

6 - As relações morfométrica entre o comprimento, altura, largura e peso dos mexilhões apresentaram forte correlação positiva, com coeficientes de Pearson acima de 0,90.

7 - Na maré alta, todos os pontos analisados ao longo do canal, apresentaram água com características do mar adjacente ao canal, ou seja, salinidade de 36, temperatura de 23°C, oxigênio de 14mg/L e pH acima de 8, evidenciando que, neste momento, os mexilhões não são afetados pela água do canal. Na maré baixa, a água do canal teve forte influência sobre a comunidade estabelecida na desembocadura, onde percebeu-se uma redução dos valores de todas as variáveis analisadas, com exceção da temperatura, que foi ligeiramente mais alta em todos os

pontos. A salinidade diminuiu para 28, sendo que ao longo do canal, foram observados valores em torno de 12. O oxigênio baixou para 8,3 mg/L e o pH caiu para 7,8.

8 - Após sete meses de observação, não houve recrutamento de *Brachidontes exustus*, mas ocorreu uma redução das áreas raspadas, provavelmente pelo espalhamento da espécie e aparecimento de algumas ostras, da espécie *Crassostrea brasiliana*. Estudos em maior escala temporal devem ser realizados para fornecer informações sobre o tempo necessário para o completo reestabelecimento dessa população.

9 - Sugere-se a realização de estudos de laboratório para avaliar a influência da salinidade sobre *Brachidontes exustus* e *Brachidontes solisianus* para que se possa concluir que a salinidade é a variável ambiental que limita o estabelecimento de *Brachidontes solisianus*, favorecendo a população de *Brachidontes exustus*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADORNO, E. V. Estudo populacional de *Mytella guyanensis* (LAMARCK, 1819) (Bivalvia – Mytilidae) em manguezais do recôncavo Baiano - uma análise comparativa. Salvador, 2003. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Universidade Federal da Bahia - UFBA, Bahia, 2003.

AGUIAR, D. B. Análise Sócioambiental do uso e ocupação do solo no morro do forno, Arraial do Cabo - RJ. Niterói, 2005. 139 f. Dissertação (Ciência Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade Federal Fluminense -UFF, Niterói, 2005.

AGUIRRE, M, L.; PEREZ, S. I.; SIRCH, Y. N. Morphological variability of *Brachidontes Swainson* (Bivalvia, Mytilidae) in the marine quaternary of Argentina (SW Atlantic). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 239, p. 100-125, 2006.

ASMUS, M. L.; KITZMANN, D. I. S; LAYDNER, C.; TAGLIANI, C. R. A. Gestão Costeira do Brasil: instrumentos, fragilidades e potencialidades. Repositório Institucional da Universidade Federal do Rio Grande, FURG - RS, 2006. Disponível em:<<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/2053/GEST%C3%83O%20COSTEIRA%20NO%20BRASIL.pdf?sequence=1>> Acesso em: 08 jul. 2017.

BAEZA, C. A. L.; GONZÁLEZ, N. E. Evaluación de los mejillones *Mytilopsis sallei* (reclúz) y *Brachidontes exustus* (Linné) como bioindicadores de materia orgánica em la Bahía de Chetumal, México. **Universidad y Ciencia**, v. 18, n. 35, p. 29-41, 2002.

BALBAS, V, A.; TINEO, R. B.; ARCAS, A. P. Estructura comunitaria de bivalvos y gasterópodos en raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en isla Larga, bahía de Mochima, Venezuela. **Revista de Biología Tropical**, v. 62, p. 551-565, 2014.

BARBER, B. J.; FAJANS, J. S. BAKER, S. M. Gametogenesis in the non-native green mussel, *Perna viridis*, and the native scorched mussel, *Brachidontes exustus*, in Tampa Bay, Florida. **Journal of Shellfish Research**, v. 24, n. 4, p. 1087-1095, 2005.

BENNETT, K. F. Genetic and morphological discrimination of species within the nominal *Brachidontes exustus* (Mollusca: Bivalvia) cryptic species complex from the florida keys. Dessertation (Master of Science in Ecology and Evolution) Program in Ecology and Evolution - State University of New Jersey, New Jersey, 2009.

BENNETT, K. F.; REED, A. J.; LUTZ, R. A. DNA barcoding reveals *Brachidontes* (Bivalvia: Mytilidae) from two ecologically distinct intertidal habitats on Long Key, Florida Keys, are cryptic species, not ecotypes. **The Nautilus**, v. 125, n. 2, p. 63-71, 2011.

BERCHEZ, F. A. S.; CARVALHAL, F. **Costão Rochoso: a diversidade em microescala, 2017**. Disponível em:<http://www.ib.usp.br/ecosteiros/textos_educ/costa/index2.htm>. Acesso em: 08 jul. 2017.

BORDON, I. C. A. C. Captação de sementes de mexilhão *Perna perna* (LINNAEUS, 1758) em coletores artificiais posicionados na superfície do mar. São Paulo, 2009. 49 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Pesca) – Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Pesca, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA, São Paulo, 2009.

BRANDINI, F. **A salinização costeira, 2017**. Disponível em:<<http://www.oeco.org.br/colunas/frederico-brandini/19110-oeco-d2-28680/>>. Acesso em: 01 jul. 2017.

BRASIL. Decreto de 3 de Janeiro de 1997. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/dnn/Anterior%20a%202000/1997/Dnn5025.htm>. Acesso em: 20 jun. 2017.

BRASIL. Decreto-lei n. 5.300, de 7 de Dezembro de 2004. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=531>>. Acesso em: 07 jul. 2017.

BRITTO, R. C. C. **Modernidade e Tradição - Construção da identidade social dos pescadores de Arraial do Cabo, RJ**. 2. Ed. Niterói: Eduff, 1999.

CARVALHO, W. F.; GONZALEZ, R. E. Development of primary and bacterial productivity in upwelling waters of Arraial do Cabo region, rj (brazil). **Brazilian journal of Oceanography**, 52(1):35-45, 2004.

COE, H. H. G.; CARVALHO, C. N. Cabo Frio um enclave semiárido no litoral úmido do Estado do Rio de Janeiro: respostas do clima atual e da vegetação pretérita. **GEOUSP: Espaço e Tempo (online)**, n. 33, p. 136-151, 2013. Disponível em:<<http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/74307/77950>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

CONQUILIOLOGISTAS DO BRASIL, 2017. Disponível em: <<http://www.conchasbrasil.org.br/conquiliologia/especies.asp?idfamily=77>> Acesso em: 12 jul. 2017.

CORREAL, G. O. Impacto de um efluente doméstico sobre a comunidade de peixes recifais e macrobentos da Praia do Pontal, Arraial do Cabo, RJ. Niterói, 2011. 81 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Marinha) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.

COUTINHO, R.; ZALMON, I. R. Os Bentos de Costões Rochosos. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. **Biologia marinha**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. cap. 11.

CUNHA, R. L.; LOPES, E. P.; REIS, D. M.; CASTILHO, R. Genetic Structure of *Brachidontes puniceus* Populations in Cape Cerde Archipelago Shows Signature of Expansion During the Last Glacial Maximum. **Journal of Molluscan Studies**, v. 77, p. 175-181, 2011.

FERNANDES, F. C.; RAPAGNÃ, L. C. GABRIELA, B. B. Estudo da população do bivalve invasor *Isognomon bicolor* (C. B. Adams, 1845) (Bivalvia, Isognomidae) na Ponta da Fortaleza em Arraial do Cabo – RJ. In: SILVA, J. S. V.; CORRÊA, R. C. **Água de Lastro e Bioinvasão**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. cap. 10.

LEE, T.; FOIGHIL, D. O. Placing the Floridian Marine genetic disjunction into a regional evolutionary context using the scorched mussel, *Brachidontes exustus*, species complex. **Evolution**, v. 59, n. 10, p. 2139-2158, 2005.

_____. Hidden Floridian biodiversity: mitochondrial and nuclear gene trees reveal four cryptic species within the scorched mussel, *Brachidontes exustus*, species complex. **Molecular Ecology**, v. 13, p. 3527-3542, 2004.

LOITZENBAUER, E.; MENDES, C. A. B. A Faixa Terrestre da Zona Costeira e os Recursos Hídricos na Região Hidrográfica do Atlântico Sul, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 14, n. 1, p. 81-94, 2014.

MERLANO, J. M. D.; HEGEDUS, M. P. **Moluscos del Caribe Colombiano: um catálogo ilustrado**. Fundacion Natura, Ivemar, 1994.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Biodiversidade Bentônica da Região Sudeste-Sul do Brasil - Plataforma Externa e Talude Superior**. Brasília: MMA, 2004. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/estruturas/revizee/_arquivos/revizee_bentos.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil**. Brasília: MMA, 2010. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/estruturas/205/_publicacao/205_publicacao03022011100749.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Zona Costeira e Marinha, 2017**. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zona-costeira-e-marinha>>. Acesso 08 jul. 2017.

MORAES, A.C.R. **Contribuições para a Gestão da Zona Costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro**. 2. Ed. São Paulo, Annablume, 2007. p. 285p.

OLIVEIRA, G. I. Criação de ostras e mexilhões no Distrito de Santo Antônio de Lisboa - Município de Florianópolis - Sc - Brasil. 2005. 57 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Aquicultura) - Faculdade de Engenharia de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

OLIVEIRA, J.; MANSO, C. L. C. Caracterização da macrofauna bentônica dos substratos consolidados da Praia do Mosqueiro, Aracaju, Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 80-96, 2016.

OLIVEIRA, M. R. L.; NICOLODI, J. L. A Gestão Costeira no Brasil e os dez anos do Projeto Orla. Uma análise sob a ótica do poder público. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 12, n. 1, p. 91-100, 2012.

PEREIRA, R. C; GOMES, A. S. **Biologia Marinha**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2002. p. 382.

PEREIRA, W. L. C. M. Vagas da modernidade: a Companhia Nacional de Álcalis em Arraial do Cabo (1943-1964). **Revista Estudos Históricos** (online), Rio de Janeiro, v. 23, n. 46, p. 321-343, 2010. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/eh/v23n46/a06v2346.pdf>> acesso em: 15 jul. 2017.

PREVE, D. R.; STUDDT, M.; FREITAS, R. R. Recuperação ambiental em ecossistemas costeiros impactados por empreendimentos imobiliários e pela ocupação urbana em áreas de preservação e unidades de conservação. **Revista Amicus Curiae: Curso de Direito da UNESC**, v. 9, n. 9, p. 1-15, 2012.

QUEIROZ, R. M. N. Estrutura da comunidade macrobentônica intertidal em praias invadidas pelo bivalve *Isognomon bicolor* (C. B. Adams, 1845) (Mollusca: Pteridae) no nordeste brasileiro. Campina Grande, 2015. 68f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

RAMIRO, B. O. Análise morfométrica do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* e do camarão marinho *Litopenae usvannamei*. Areia, 2017. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

REIS JÚNIOR, J. J. C.; FREIRE, K. M. F.; ROSA, L. C. SANTOS, A. C. G.; LUCIO, A. S.; SANTIAGO, B. S.; SANTOS, B. V.; SILVA, I. S.; BISPO, J. V.; ROCHA, L. S.; FREIRE, M. C. S.; SANTOS, R. T. V. S.; LIMA, R. C. D.; SANTOS, S. L.; Análise morfométrica e de rendimento em carne de Mytilidae capturado no estado de Sergipe. **Scientia Plena**, v. 12, n. 12, 2016.

RIOS, E. C. **Seashells of Brazil**. 2. ed. Rio Grande: Instituto Acqua, Museu Oceanográfico de Rio Grande, Universidade de Rio Grande, 1994. p. 482.

ROCHA, R. M.; MORENO, T. R. Ecologia de Costões Rochosos. **Estudos de Biologia: Ambiente Diversidade**, v. 34, n. 83, p. 191-201, 2012.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. 7ª ed. Editora Roca, São Paulo, 2005.

SALOMÃO, V. P.; COUTINHO, R. O batimento de ondas na distribuição e abundância dos organismos bentônicos da zona entre-marés dos costões rochosos de Arraial do Cabo, RJ. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8., 2007, Caxambu. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu: SEB, 2007.

SCHMIEGELOW, J. M. M. **O planeta azul: uma introdução às ciências marinhas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

SILVA, I. P. Estudo Comparativo da Diversidade da Macrofauna Bentônica do Mesolitoral das Praias de Bom Jesus dos Pobres e Cabuçu – Bahia. 2011. 58 f. Monografia (Graduação em Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia. 2011.

SILVA, U. R. D.; COUTINHO, R. Comparação do padrão de zonação dos organismos bentônicos de um costão batido e outro protegido localizados nas regiões da Ilha Grande e Arraial do Cabo, Rio De Janeiro. **Novo Enfoque - Revista Eletrônica**, Universidade Castelo Branco, v. 05, n. 05, ano 2007.

SWEENEY, M, L.; WALKER, R. L. The gametogenic cycle of *Brachidontes exustus* (Linne, 1758) (Bivalvia: Mytilidae) at Wassaw Island, Georgia. **American Malacological Bulletin**, v. 14, n. 2, p.149-156,1998.

TROVANT, B.; BASSO, N. G.; ORENSANZ, J. M.; LESSA, E. P. DINCÃO, F.; RUZZANTE, D. E. Scorched mussels (*Brachidontes* spp., Bivalvia: Mytilidae) from the tropical and warm-temperate southwestern Atlantic: the role of the Amazon River in their speciation. **Ecology and Evolution**, v. 6, n. 6, p. 1778-1798, 2016.