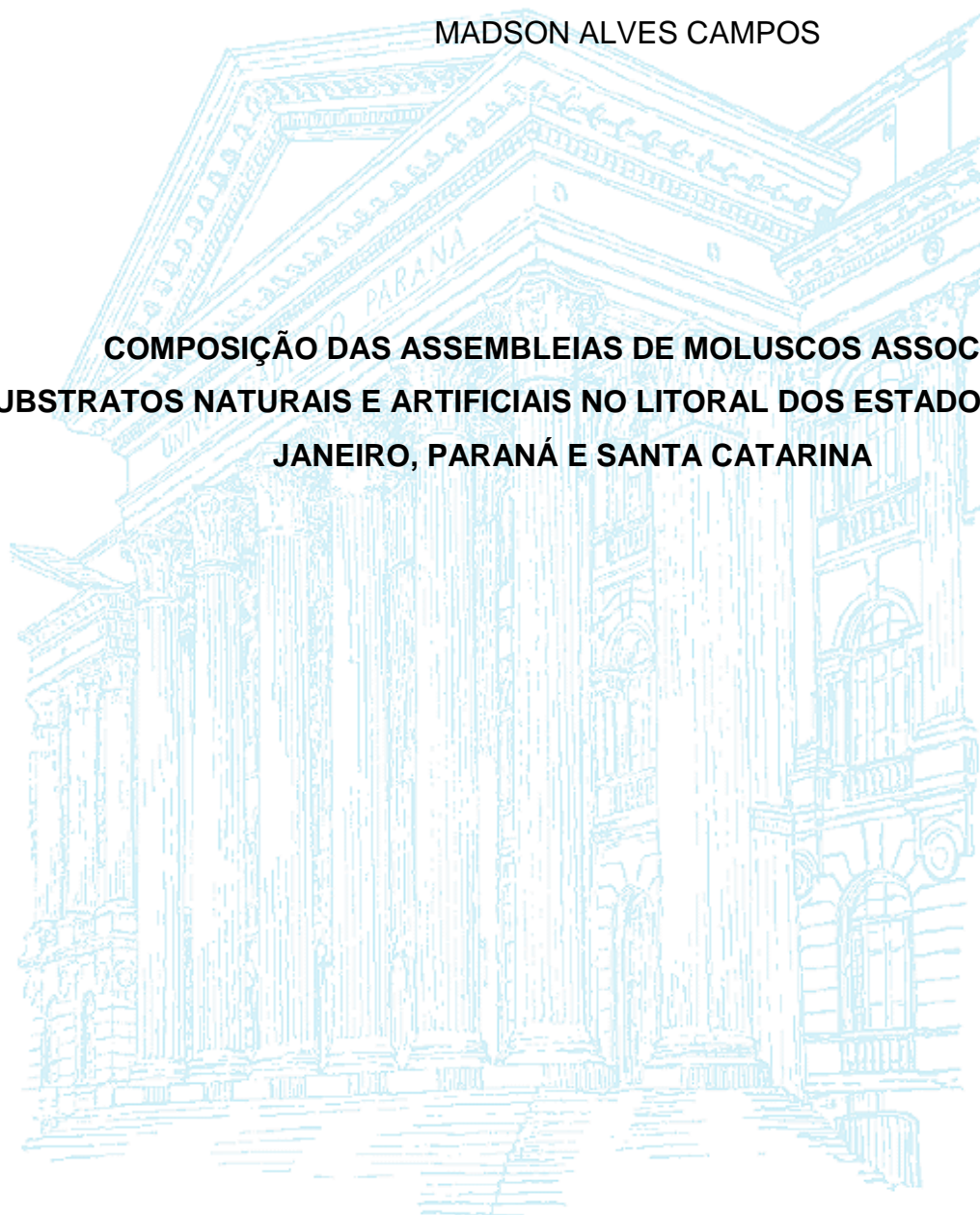


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MADSON ALVES CAMPOS

**COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE MOLUSCOS ASSOCIADAS AOS
SUBSTRATOS NATURAIS E ARTIFICIAIS NO LITORAL DOS ESTADOS DO RIO DE
JANEIRO, PARANÁ E SANTA CATARINA**



CURITIBA

2016

MADSON ALVES CAMPOS

**COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE MOLUSCOS ASSOCIADAS AOS
SUBSTRATOS NATURAIS E ARTIFICIAIS NO LITORAL DOS ESTADOS DO RIO DE
JANEIRO, PARANÁ E SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do grau de
Bacharelado em Ciências Biológicas, Setor de
Ciências Biológicas, Universidade Federal do
Paraná.

Orientadora: Profa.Dra.Setuko Masunari

CURITIBA

2016

RESUMO

Os moluscos podem ser comumente encontrados associados a substratos biológicos em ambientes naturais, como os costões rochosos e/ou artificiais, como as marinas. Nos costões rochosos, o hidrodinamismo é um dos principais fatores que determinam estruturação da comunidade, dessa forma locais expostos e protegidos podem apresentar diferenças quanto à composição e distribuição dos organismos. Em diversos locais da zona costeira, podemos observar introdução de uma variedade de superfícies artificiais. Essas construções, atracadouros e marinas podem ser novos habitats, além da possibilidade de substituir partes de margens naturais pré-existentes, e permitir a chegada, o estabelecimento e a dispersão de espécies nativas e não nativas. Dessa forma o objetivo do presente estudo é examinar a composição de espécies, densidade e frequência de ocorrência dos moluscos associados a substratos biológicos de costões rochosos expostos, protegidos e de estruturas em marinas. Diferenças foram observadas entre os organismos em substratos consolidados artificiais e naturais em ambientes marinhos, demonstrando que em sua maioria, a comunidade biológica presente em substratos artificiais é muitas vezes menos diversificada do que a comunidade de substrato natural. Apesar de a literatura apontar para diferenças nas comunidades biológicas bentônicas marinhas em ambiente natural e artificial, e para a influência negativa dos substratos artificiais para a comunidade nativa, a importância do ambiente para fauna de moluscos associados a substratos biológicos no sudeste e sul do Brasil ainda não foi explorada.. As assembléias intertidais de moluscos associadas a substratos biológicos seriam diferentes entre os ambientes naturais (expostos e protegidos) e artificiais e ainda no estabelecimento de espécies não nativas.

ABSTRACT

Mollusks are usually associated to natural and artificial substrates: rocky shores and marinas, respectively. On the rocky shores, hydrodynamics is the major factor determining the community structure, with exposed and protected areas being different in individual composition and distribution. Several artificial substrates are being introduced into the coastal zone. Such new environments not only form new habitats, but replace natural borders, as well. It leads to the establishment and dispersion of non-native species. Our aim was to examine the species composition, density and frequency of occurrence of mollusks associated to biological substrates of exposed and protected rocky shores, besides some artificial habitats ("*marina*"). Significant differences of abundance and diversity were observed when I compared the individuals from natural substrates to the ones from artificial substrates, with lower values in artificial communities. Although literature has already shown differences between natural and artificial habitats; and the negative impact of artificial habitats to the native community; the real importance of these habitats to the maintenance of mollusks in the Southeast and South of Brazil hasn't been explored so far.. Sampling drove to the hypothesis that intertidal mollusks assemblies associated to biological substrates would be different between natural exposed and protected habitats and the artificial ones, and also when the establishment of non-native species was related.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
3. OBJETIVOS	10
4. MATERIAIS E MÉTODOS	10
5. RESULTADOS	12
6. DISCUSSÃO	18
7. CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS.....	21

1. INTRODUÇÃO

O grupo Mollusca é distribuído mundialmente, ocupando o ambiente marinho, estuarino, terrestre e de água doce. Embora alguns habitem o meio pelágico, são animais predominantemente bentônicos (HYMAN, 1967). Muitas espécies de moluscos estão associadas aos substratos biológicos, como macroalgas, hidrozoários, esponjas, briozoários, entre outros. Nesses substratos os moluscos podem encontrar alimento e abrigo contra condições estressantes do meio ambiente (WORTHINGTON & FAIRWEATHER, 1989) e local para ovoposição (TOYOHARA *et al.*, 1999).

As espécies de moluscos podem ser residentes, vivendo parte ou todo o seu ciclo de vida nesses substratos biológicos ou visitantes, usufruindo do habitat, mas sem depender unicamente dele (ALMEIDA, 2007). Estes substratos biológicos aos quais os moluscos estão comumente associados podem ocorrer em habitats naturais, como os bancos de corais e costões rochosos ou em ambientes artificiais, como portos e plataformas de petróleo.

Por constituir um item da alimentação humana, o mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) está entre os organismos mais explorados nos costões rochosos. Esta espécie é de origem africana e possui uma ampla distribuição no Brasil. Sua introdução no país ocorreu com a chegada dos navios negreiros, por meio de liberação da água de lastro das embarcações. (HENRIQUES *et al.* 2001)

Os costões rochosos são importantes ecossistemas bentônicos, pois possuem uma alta riqueza de espécies (com importância ecológica e econômica) somando uma grande biomassa de organismos, porque aí encontram um ambiente propício para alimentação e crescimento. O batimento constante das ondas dificulta a permanência de muitas espécies nos costões rochosos, incluindo os moluscos. Estes precisam se fixar fortemente às rochas e em consequência apresentam tamanhos e formas variados (formas planas e pés grandes, em moluscos gastrópodes, por exemplo) e utilizam estruturas adaptadas (o bisco em mexilhões, por exemplo) para incrustação. Os costões rochosos - superfícies lisas de granitos, retendo pouca água, com furos, rachaduras, cavernas rochosas causadas pela erosão - constituem um dos principais substratos primários cobertos pelos substratos

biológicos, promovendo uma ampla diversidade de habitats na zona do litoral para pequenos invertebrados, incluindo os moluscos (MEADOWS&CAMPBELL, 1981). Nesse ambiente natural, pode-se observar uma grande variedade de substratos biológicos ordenados em diversos habitats com relação aos diferentes graus de exposição às ondas, estresse por dessecação, ângulo do substrato e outras variáveis físicas (MASUNARI, 1998). Inúmeros fatores físicos e biológicos podem influenciar a composição dessas comunidades. Edgar & Moore (1986) afirmam que a turbidez e o hidrodinamismo parecem ser os fatores abióticos mais importantes na estruturação dessas comunidades, fator importante em costões rochosos expostos (maiores influências do hidrodinamismo), em relação aos protegidos que apresentam diferenças nas vantagens e desvantagens para a sobrevivência dos organismos.

Costões mais expostos (batidos) recebem maior impacto de ondas e geralmente são pouco fragmentados, apresentando-se na forma de paredes lisas, fazendo com que a diversidade de habitats tenda a ser muito menor que nos costões protegidos. Nesses ambientes, a movimentação da água pode favorecer alguns organismos como as algas, pois diminui o intenso pastoreio pelos herbívoros, mas, prejudica a sobrevivência de outros organismos que necessitam desenvolver estruturas eficientes de fixação. Alguns estudos apontam que o embate das ondas é um dos principais responsáveis pela mortalidade dos organismos mais frágeis nos costões, fazendo destes ambientes com menor diversidade de espécies (PAULA & OLIVEIRA, 1983).

O costão protegido, que tem batimento de ondas suave, geralmente é bastante fragmentado, apresenta nível de complexidade alto, resultando numa grande riqueza de espécies associadas (BREHAUT, 1982). O baixo hidrodinamismo facilita a fixação e estabelecimento de organismos com mais intensidade do que em costões expostos. No entanto, o baixo fluxo de nutrientes tende a ser menor (PAULA & OLIVEIRA, 1983).

Devido ao crescimento urbano residencial e industrial na zona costeira, a introdução de uma variedade de superfícies artificiais em habitats intertidais e de águas rasas tem sido acelerada nos últimos anos (BULLERI& CHAPMAN 2004). Estes locais não só introduzem novos habitats, como também são

responsáveis pela introdução e propagação de espécies não indígenas. Estas estão comumente associadas a estes substratos, especialmente estruturas flutuantes, trapiches, cordas, pneus e colunas de sustentação (FLOERL&INGLIS, 2003, 2005). No entanto, mesmo estabelecidas em substratos artificiais, espécies exóticas só podem ser consideradas uma ameaça para as comunidades naturais se colonizarem os substratos naturais (CANGUSSU *et al.* 2010).

Estudos que compararam as comunidades biológicas em substratos consolidados artificiais e naturais em ambientes marinhos têm demonstrado notáveis diferenças entre elas (v. revisão em CONNELL 2000), tendo aquelas de substratos artificiais mostrado menor diversidade de espécies do que as de naturais (v. revisão em PERKOL-FINKER *et al.* 2006). Embora os indícios de influência negativa da presença de substratos artificiais sobre as comunidades biológicas bentônicas marinhas estejam bem conhecidos, seu papel na fauna de moluscos associados a substratos biológicos no Sudeste e Sul do Brasil ainda não foi investigado. O presente estudo consiste numa descrição comparativa das comunidades intertidais de moluscos associadas a substratos biológicos ocorrentes em ambientes naturais (expostos e protegidos) e artificiais no litoral de três estados: Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Estudos com Mollusca associados a substratos biológicos geralmente se referem aos que habitam as macroalgas marinhas. Em escala mundial destacam-se os trabalhos de inventário de moluscos em diferentes espécies de algas de Warmke & Almodovar (1963) em Porto Rico e de Duffus (1969) na Espanha. Mais recentemente, os estudos da comunidade de moluscos em Portugal investigaram... (AZEVEDO 1992; COSTA & ÁVILA 2001), efeito da arquitetura sobre a malacofauna na Itália (CHEMELLO&MILAZZO 2002) e na Austrália (KELAHHER 2003) e a variação sazonal de moluscos na Espanha (RUEDA & SALAS 2003). No Brasil os estudos se concentram no litoral sul e sudeste (MASUNARI&FORNERIS1981; MASUNARI1987; MASUNARI 1988; LEITE & TURRA 2003; JACOBUCCI *et al.* 2006; LEITE *et al.* 2009),

no entanto alguns estudos foram também realizados no Nordeste (Santos & Correia 1995; Almeida 2007; Venekey et al. 2008).

Os primeiros trabalhos no mundo sobre a ecologia dos costões rochosos foram mais descritivos, abordando principalmente os padrões de zonação; (STEPHENSON & STEPHENSON 1949; LEWIS 1961; 1964; MORENO & ROCHA 2012) e de recrutamento (HEWATT 1937). A partir da década de 1960, estudos abordando questões fisiológicas e experimentais foram mais comuns, entretanto, o conhecimento sobre a fauna de costões rochosos ainda é incipiente, com estudos caracterizando as comunidades e sua distribuição espacial (MORENO & ROCHA 2012). A abordagem das diferenças na comunidade bêntica em costões rochosos expostos e protegidos foi explorada por Lewis (1964). Desde então, a influência das ondas na estrutura da comunidade tem sido abordada em diferentes aspectos como: composição da comunidade (LEWIS 1964, UNDERWOOD 1981), riqueza e diversidade de espécies (UNDERWOOD 1981, THOMAS 1985, BOAVENTURA *et al.* 2002, Araújo *et al.* 2005), dinâmica da zonação dos organismos e predação e competição (GOOD, 2004).

O enfoque na composição da fauna em substratos artificiais e naturais têm se tornado constante em estudos em escala mundial, embora o número de publicações ainda seja escasso. Vários autores investigaram e compararam as comunidades biológicas em substratos consolidados artificiais e naturais em ambientes marinhos (BADALAMENTI *et al.* 2002; Smith & RULE 2002; BULLERI & CHAPMAN 2004; PERKOL-FINKER *et al.* 2006). Mais especificamente, Dias *et al.* (2013) comparam na região de São Sebastião, São Paulo a fauna de ascídias em diferentes substratos abrangendo ambientes naturais e artificiais.

Trabalhos com contribuições sobre espécies introduzidas e invasões datam desde o século XIX, sendo o livro de Charles S. Elton (1958) uma das obras mais importantes sobre o assunto (VITULE & PRODOCIMO 2012). O Brasil com sua extensão de costa e grande variedade de ecossistemas marinhos é considerado um local de alta recepção e doação de organismos tropicais e subtropicais nos oceanos do mundo. No entanto, apesar dessas características, pesquisas sobre invasões biológicas marinhas são um tema relativamente novo no país, com poucas listas abrangentes das espécies introduzidas (FERREIRA *et al.*, 2009). O país é ainda

considerado como um mau exemplo no controle de espécies não nativas (VITULE, 2009; VITULE *et al.* 2009).

As interações entre espécies são importantes para os padrões de diversidade da natureza, entretanto, processos regionais também determinam a diversidade de comunidades. Espécies vindas de outras regiões podem se estabelecer em comunidades onde há um desequilíbrio entre os organismos, provocando a morte de espécies nativas. Sendo assim, a capacidade de dispersão das espécies influencia o ecossistema em que estão inseridas e são muito importantes na estruturação de comunidades locais (RICKLEFS, 1987).

Espécies não-nativas são aquelas introduzidas em uma nova área, geralmente por meios antrópicos. Essas espécies podem vir a se tornar invasoras, caso gerem impactos negativos a diversidade biológica local, ao se estabelecer e dispersar em um novo ambiente (IUCN, 2000).

De acordo com Souza *et al.* (2009), a introdução de organismos bioinvasores não é recente, no Brasil. Está relacionada aos avanços tecnológicos e pode ser definida em três fases diferentes: A primeira corresponde à fase do Descobrimento do Brasil, época da colonização de escravos e pela chega de navios originários da Europa e África. A segunda fase se passa durante o século XX, em que houve uma intensificação do comércio marítimo e a água de lastro passou a ser mais utilizada nos navios. Já a terceira fase, tem início no século passado e vem até os dias atuais, com a intensificação das pesquisas científicas e pelo aumento do registro de espécies exóticas introduzidas em nosso país.

Blackburn *et al* 2011, propôs um modelo para explicar o processo de invasão de espécies que pode ser dividido em diferentes estágios (transporte, introdução, estabelecimento e propagação) e em cada um deles existem barreiras que precisam ser superadas para que uma determinada espécie ou população passe para a próxima fase. Segundo os autores, as barreiras que impedem a invasão das espécies podem surgir de diferentes maneiras (barreira reprodutiva, geográfica e de sobrevivência, por exemplo) e a interferência antrópica influencia a introdução de espécies em um novo ambiente.

Pouco ainda se sabe sobre a fauna de Mollusca no Brasil, ainda mais aquela associada a substratos biológicos tanto em ambientes naturais quanto artificiais e comparações a esse nível ainda não foram realizadas. Dessa forma o trabalho vem a contribuir para novas informações do grupo e dos ambientes do estudo.

3. OBJETIVOS

- *Geral:* Comparar se a composição, riqueza e densidade de *P.perna* e de outras espécies de moluscos difere entre substratos naturais expostos, protegidos e substratos artificiais presentes em marinas nos estados do Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina.
- *Específicos:*
 - Inventariar as espécies de moluscos associadas aos substratos biológicos nos estados do Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina, tanto em ambientes naturais (expostos e protegidos), como em artificiais.
 - Detectar a presença de espécies introduzidas a partir do levantamento da malacofauna no ambiente. - Comparar se a riqueza e a densidade da espécie *P.perna* difere de outras espécies de moluscos em substratos naturais (expostos e protegidos) e artificiais.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

As amostras foram coletadas no litoral dos estados do Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina. Em cada estado foram escolhidas três localidades de coleta compreendendo um costão rochoso protegido, um costão rochoso exposto e uma marina (Tabela 1). Em cada localidade, três sítios amostrais foram separados entre si por dezenas de metros, onde três réplicas dos substratos biológicos dominantes foram coletadas.

Tabela 1. Localização dos sítios de coleta nos estados do Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina.

AMBIENTES	RIO DE JANEIRO	PARANÁ	SANTA CATARINA
Costão rochoso protegido	Prainha (22°57'40.83"S 42°11'12.64" O)	Ponta do Joaquim (25°32'24.96"S 48°17'32.11"O)	Praia de Bombinhas (27°8'43.92"S 48°29'40.64" O)
Costão rochoso exposto	Praia Grande (22°58'41.16"S 42°2'5.49"O)	Praia Grande (25°33'19.47"S 48°17'58.26"O)	Praia da Sepultura (27°8'41.86"S 48°28'48.62" O)
Marina	Marina Praia dos Anjos (22°58'12.74"S 42°1'5.93" O)	Iate Clube de Paranaguá (25°30'56.36"S 48°29'57.35" O)	Iate Clube Porto Belo (27°8'54.35"S 48°32'7.45" O)

Coleta de material biológico

As coletas dos substratos biológicos contendo moluscos foram realizadas manualmente, por raspagem da superfície com uma espátula na rocha ou na estrutura artificial. Os seguintes substratos biológicos foram amostrados: tapetes, tufos ou plantas inteiras de algas macroscópicas, colônias de animais sésseis como hidrozoários e briozoários. As amostras obtidas foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas em caixas térmicas e, posteriormente, preservadas em álcool 70%.

Procedimentos Laboratoriais

As amostras coletadas foram triadas sob microscópio estereoscópico e, tanto os substratos biológicos como os moluscos foram identificados ao menor nível taxonômico possível. A identificação das algas-substrato foi baseada em Joly (1951, 1956, 1965) e a dos moluscos em Rios (1994). O volume dos substratos biológicos foi medido pelo método de deslocamento de água em proveta graduada, o qual consiste no cálculo da diferença entre o volume final (substrato e água) e o inicial (volume de água conhecido).

Análise dos Dados

Foi utilizado o software "PAST" para análise dos dados. A abundância dos moluscos foi expressa em densidade – número de indivíduos por volume de substrato biológico. Os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Kolmogorov Smirnov. Para verificar diferenças nos valores médios de densidades dos moluscos nos diferentes substratos, foi utilizada uma análise de variância para dados não paramétricos (Kruskal-Wallis) a nível de significância de 95% (com teste *a posteriori* de Dunn).

Para calcular a densidade relativa de moluscos (n° ind.ml⁻¹) nos três estados individualmente, o valor da abundância de indivíduos amostrados (número de indivíduos) foi dividido pela soma do volume total (ml) dos substratos em cada ambiente.

O índice de Shannon-Wiener, uma das medidas de diversidade mais tradicionais e duradouras que existe, foi usado para verificar o grau de uniformidade na abundância de espécies. Quanto maior o valor do índice, maior é a chance da população ser representada pelo mesmo número de indivíduos por cada espécie, em diferentes substratos. A equitabilidade das espécies em um fragmento foi calculada pelo índice de Pielou, que pode variar no intervalo de 0 a 1, sendo “1” a máxima diversidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes (MAGURRAN, 2011).

5. RESULTADOS

Foram coletados no total dez substratos, dos quais oito foram as algas *Amphiroa beauvoisii* (Lamouroux, 1816); *Ceramium* sp.; *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux, 1813; *Laurencia* sp.; *Padina* sp.; *Pterocliadiella capilácea* Gmelin (Bornet) 1876, *Sargassum* sp. e *Ulva fasciata* (Delile, 1813). Também foram amostrados o briozoário *Bugula neritina* (Linnaeus, 1758), e o hidrozoário *Eudendrium* sp.

As algas *U. fasciata* e *A. beauvoisii* foram os únicos substratos amostrados nos três estados (Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina). *Eudendrium* sp., *Ceramium* sp., *Sargassum* sp., *Laurenci* asp. E *Pterocliadiella capillacea* foram amostrados em pelo menos dois dos três estados. Os substratos *Padina* sp. e *Hypnea musciformis*, foram amostrados nos estados do Paraná e Rio de Janeiro respectivamente.

Foram triados 998 indivíduos, dos quais, 661 (60,2%) pertenceram a Mollusca, seguido de 107 (10,7%) exemplares de Polychaeta e 63 indivíduos (6,3%) da ordem Tanaidacea (Fig. 1). a representatividade de indivíduos dos demais grupos (Copepoda, Isopoda, Chironomidae, Pycnogonida e Decapoda) foi menor que 5%. (ver anexo 1), bem como os Amphipoda, excluídos da presente análise.

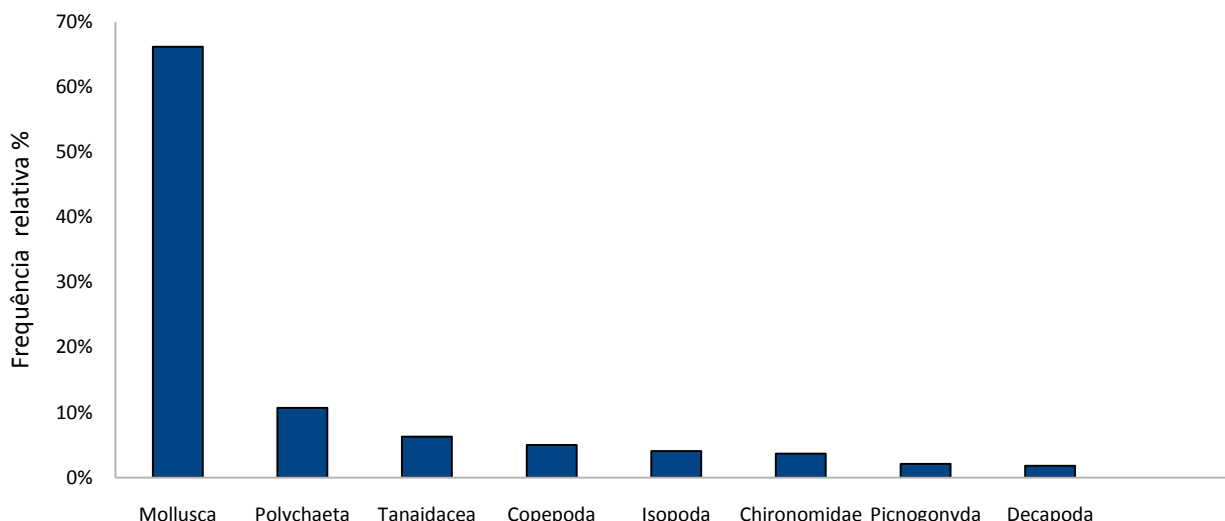


Figura 1. Fauna associada aos substratos naturais e artificiais. Frequência relativa dos grupos animais registrados nos três sítios dos três estados estudados.

No ambiente natural protegido, ocorreram 284 moluscos (42,97%), seguido do natural exposto, com 280 indivíduos (42,36%) e o artificial, com 97 (14,67%), respectivamente com dez, sete e quatro espécies (Fig. 2). A riqueza total variou de 4 (substrato artificial), 7 (substrato exposto) e 10 (substrato protegido) espécies de moluscos (Fig.2).

Dentre os moluscos encontrados, 533 (80,64%) indivíduos pertenceram à classe Bivalvia e 128 (19,36%) a Gastropoda, perfazendo um total de 10 espécies. Seis espécies foram Bivalvia: *Barbatia candida* (Hebling, 1779), *Brachidontes rodriguesi* (Orbigny, 1846), *Crassostrea* sp, *Lithophag aristata* (Dillwin, 1817), *Modiolus carvalhoi* Klappenbach, 1966, *Perna perna* (Linnaeus, 1758) e quatro, Gastropoda: *Caecum brasiliicum* Folin, 1874, *Costoanachis sertulariarum* Orbigny, 1841, *Eulithidium affine* (Adams, 1850) e *Mitrella argus* Orbigny, 1842.

O bivalve *Perna perna* foi o mais representativo nos três estados (396 indivíduos correspondendo 59,91%), seguido de *Brachidontes rodriguesi* (101 indivíduos correspondendo 15,28%) e do gastrópode *Eulithidium affine* (92 indivíduos correspondendo 13,92%). As demais espécies (*Barbatia cândida*, *Lithophaga aristata*, *Modiolus carvalhoi*, *Crassostrea* sp, *Bittiolum varium*, *Costoanachis sertulariarum* e *Mitrella argus*) estiveram abaixo de 5% do total de indivíduos (anexo 2).

Perna perna predominou em todos três ambientes, mas foi mais abundante no exposto (n=186) seguido do protegido (n=126) e do artificial (n= 131).O gastrópode *Eulithidium affine* foi encontrado,em sua maioria, no ambiente protegido do estado de Santa Catarina (88 indivíduos de um total de 92), enquanto o mexilhão *Brachidontes rodriguesi* foi fortemente dominante em ambiente exposto de Santa Catarina(62 indivíduos de um total de 101). As demais espécies não tiveram uma predominância representativa nos ambientes estudados, consideradas raras (< 5% do número total de indivíduos).

A partir dos valores das densidades relativas de n° ind.ml⁻¹, nos três estados, foi possível verificar se há diferenças entre os três ambientes. A densidade total de moluscos (ver Fig.2) entre os ambientes não apresentou diferenças nos estados do Rio de Janeiro e Paraná ($p > 0,05$), enquanto que em Santa Catarina houve diferenças ($p=0,02$). Houve variação entre o ambiente exposto e artificial ($p=0,03$) e também entre protegido e artificial ($p=0,01$).

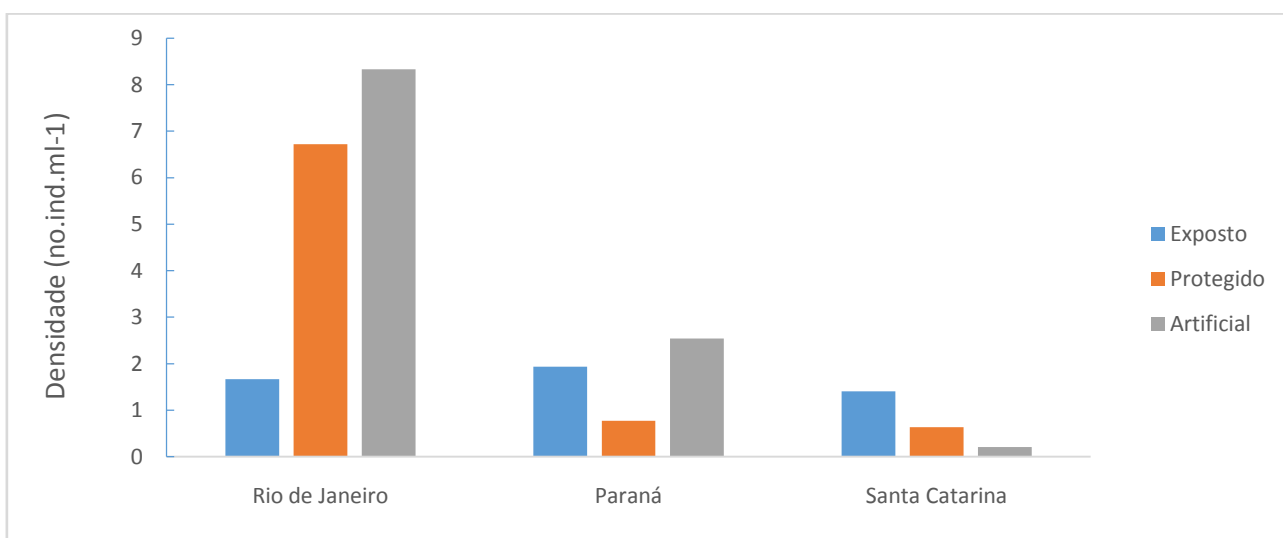


Figura 2. Moluscos associados aos substratos biológicos. Distribuição de densidade nos três sítios dos estados do Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina.

No estado do Rio de Janeiro, a densidade relativa em n° ind.ml⁻¹ de *P. perna* em relação às outras espécies de moluscos foi muito superior. A densidade variou de 1,5799 ind.ml⁻¹, no ambiente exposto, a 6,9792 ind.ml⁻¹, no artificial(Fig.3).

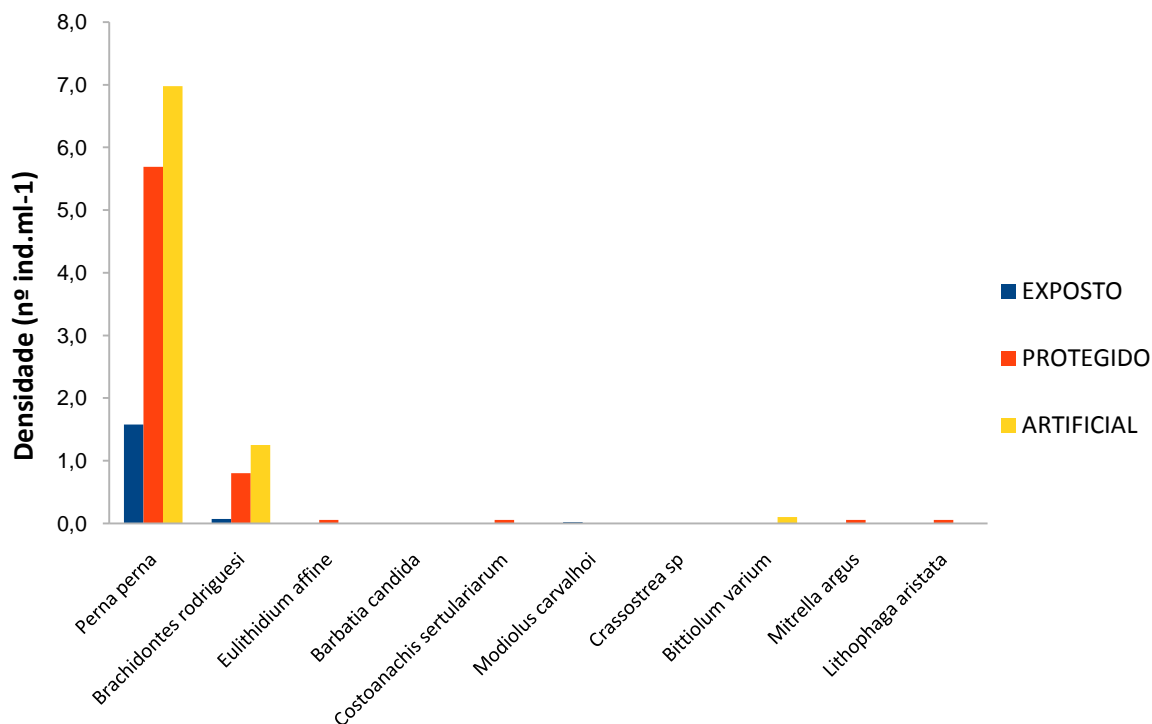


Figura 3. Distribuição de densidade das espécies de moluscos nos três sítios do litoral do Rio de Janeiro.

No Paraná a densidade relativa em ind.ml⁻¹ de *P. pernafoi* também maior no ambiente artificial (2,5424 n^o ind.ml⁻¹), seguida do ambiente exposto (1,5484 n^o ind.ml⁻¹) e protegido (0,1672 ind.ml⁻¹)(Fig.4).

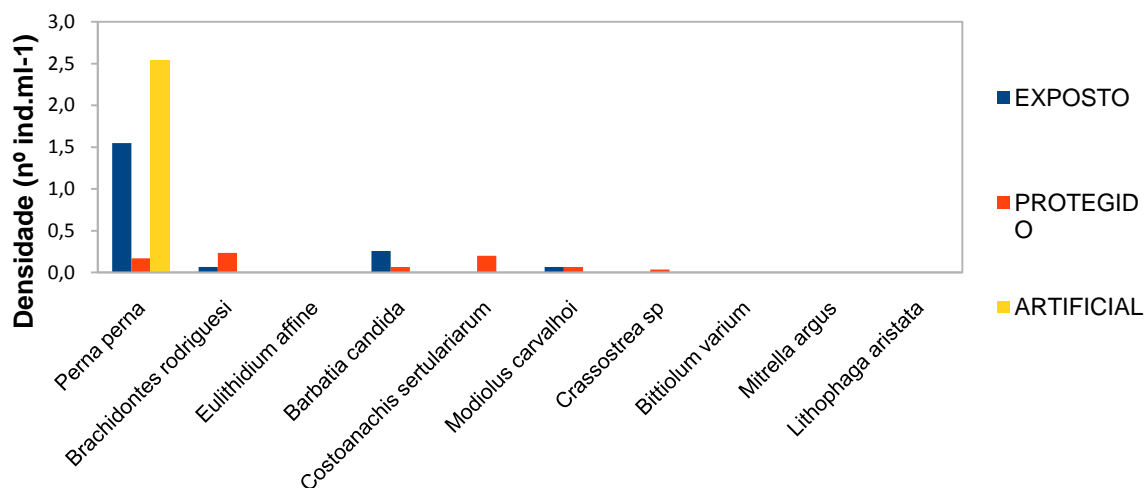


Figura 4. Distribuição de densidade das espécies de moluscos nos três sítios do litoral do Paraná.

Em Santa Catarina, houve diferenças na densidade de moluscos entre os ambientes: exposto e artificial, protegido e artificial. A densidade de *P.perna* foi

superior no ambiente exposto ($0,6637 \text{ ind.ml}^{-1}$), seguida do artificial ($0,2083 \text{ ind.ml}^{-1}$) e protegido ($0,0971 \text{ ind.ml}^{-1}$). As espécies *Brachidontes rodriguesi* e *Eulithidium affine* tiveram uma maior representatividade em Santa Catarina, comparado aos outros estados. A densidade relativa para *Brachidontes rodriguesi* no ambiente protegido foi de $0,5561 \text{ ind.ml}^{-1}$ $0,3885 \text{ ind.ml}^{-1}$ no ambiente protegido para *Eulithidium affine*(Fig.5).

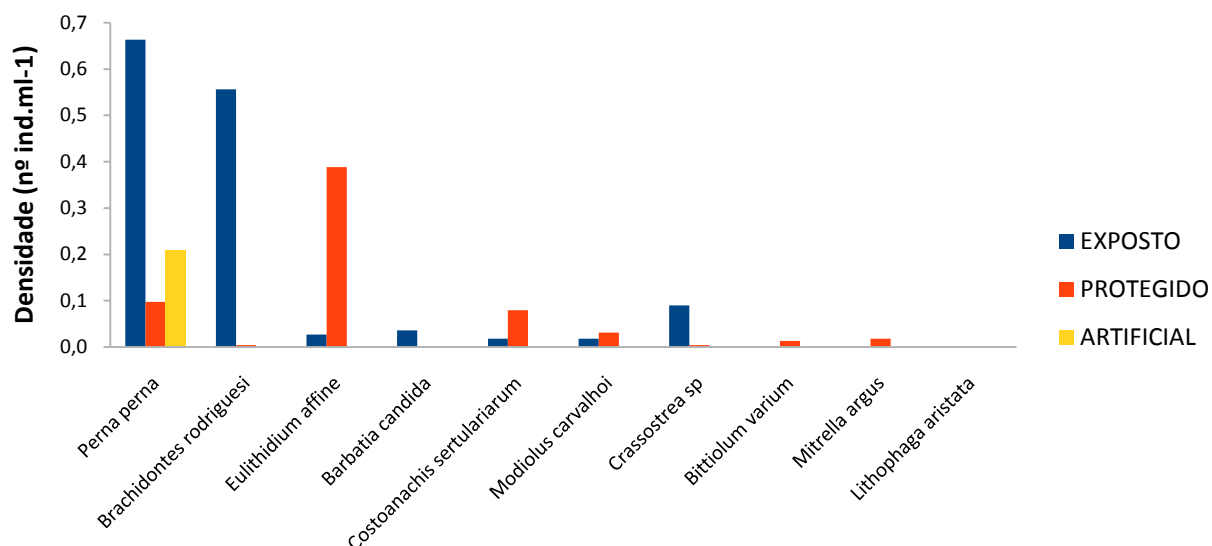


Figura 5. Distribuição de densidade das espécies de moluscos nos três sítios do litoral de Santa Catarina.

A riqueza de espécies variou entre os ambientes nos três estados amostrados. No Rio de Janeiro, a riqueza de espécies foi maior no ambiente protegido (6 espécies), seguida do exposto e artificial (3 espécies). O ambiente protegido do estado do Paraná obteve o maior número de espécies amostradas (6 espécies) seguida do exposto (4 espécies) e artificial (1 espécie). Em Santa Catarina, o maior número de espécies amostradas foi também no ambiente protegido (8 espécies) seguida do exposto (7 espécies) e artificial (1 espécie)(Fig.6).

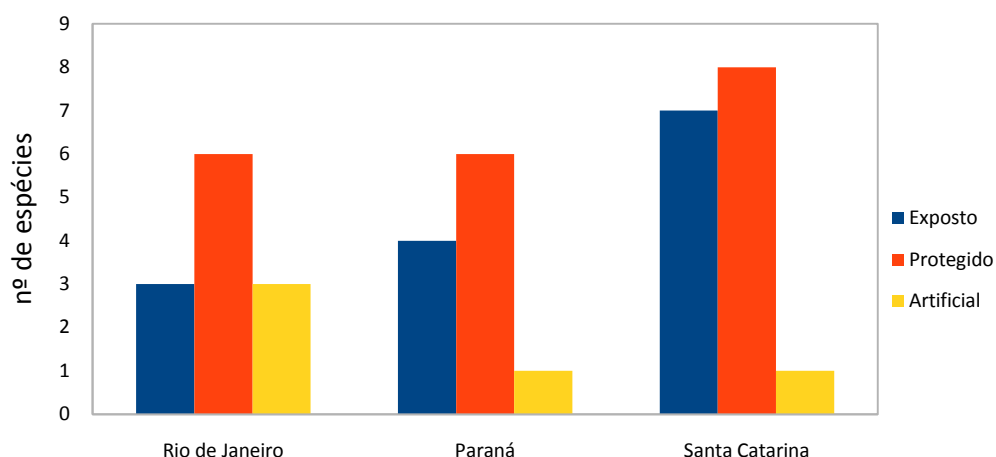


Figura 6. Riqueza de espécies de moluscos associados aos substratos biológicos nos sítios dos estados estudados.

O índice de diversidade de Shannon (H') não foi diferente entre os ambientes no estado do Rio de Janeiro, variando de 0,23 a 0,55, no ambiente exposto e protegido respectivamente. No Paraná e Santa Catarina, o índice de diversidade de Shannon variou entre os ambientes, pois no artificial foi amostrada somente a espécie *P. perna*, deixando o índice igual a 0. No Paraná, a variação foi de 0,67 a 1,6, enquanto que em Santa Catarina foi de 1,1 a 1,2 entre os ambientes expostos e protegidos respectivamente. (Fig.7).

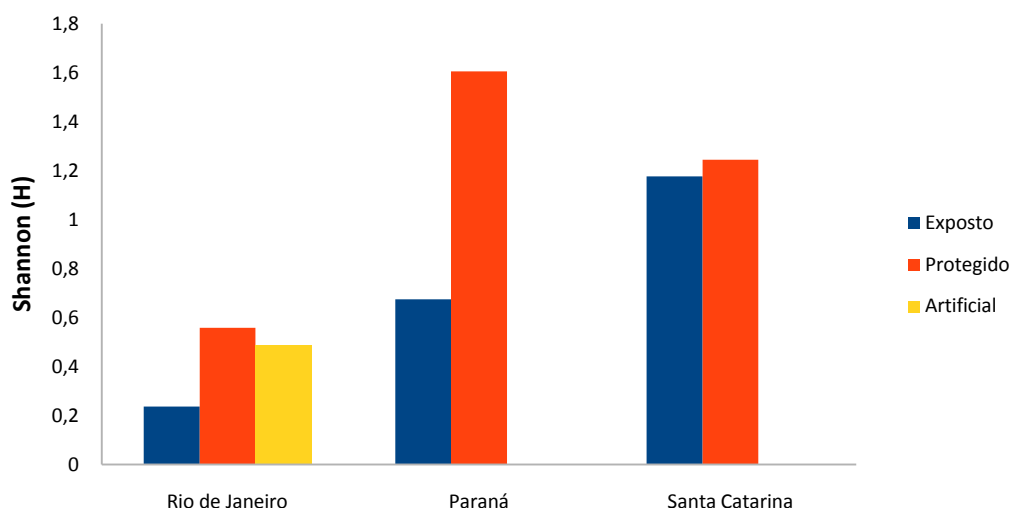


Figura 7. Índice de diversidade de Shannon (H) dos moluscos associados aos substratos biológicos (Exposto e Protegido) nos sítios dos estados estudados.

O índice de equitabilidade de Pielou variou nos três estados. A maior variação ocorreu no estado do Paraná, entre o ambiente exposto (0,48) e protegido (0,89). No Rio de Janeiro a variação foi de 0,21 a 0,31 no ambiente exposto e protegido, respectivamente.

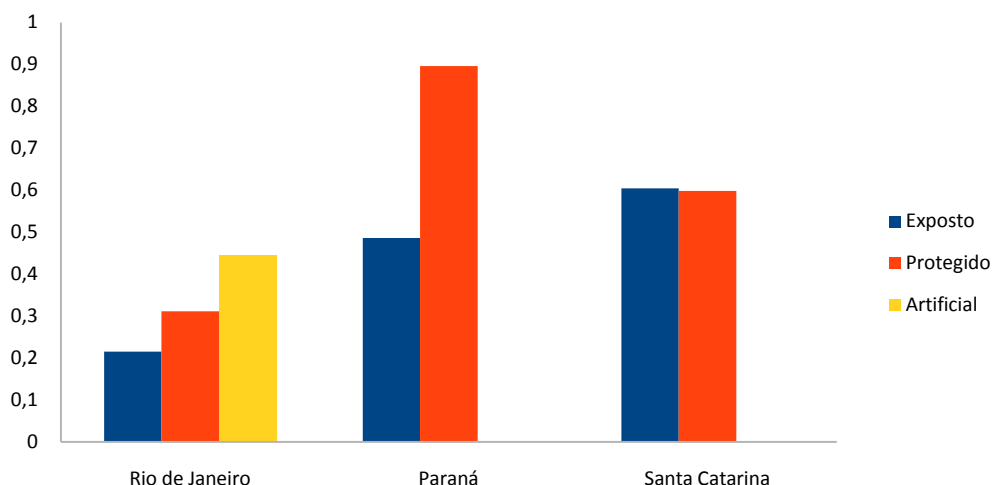


Figura 8. Equitabilidade dos moluscos associados aos substratos biológicos (Exposto e Protegido) nos sítios dos estados estudados.

6. DISCUSSÃO

A partir dos resultados, foram observadas diferenças na abundância e riqueza das espécies de moluscos entre os ambientes amostrados, principalmente no ambiente artificial, onde o número total de indivíduos coletados foi de aproximadamente 15% do total. A abundância de indivíduos nos costões rochosos naturais foi muito similar, enquanto a riqueza de espécies foi menor nos ambientes expostos comparados aos protegidos. O hidrodinamismo das ondas prejudica a fixação de assembléias de espécies moluscos em ambientes expostos (Edgar & Moore (1986) afirmam que o hidrodinamismo e a turbidez da água são os principais fatores abióticos que influenciam a estruturação de comunidades.

A baixa riqueza de espécies pode estar relacionada também com a região de pouca profundidade (zona entremarés) onde foram coletados os indivíduos. Esses habitats sofrem mais ação das variáveis abióticas, se tornando mais instáveis. A forte dominância de organismos juvenis nos fitais revela a importância desse

ecossistema como berçário para diversas espécies que completam seu ciclo de vida nesse ambiente(LACERDA, 2009). Outro fator determinante é a dominância de algumas espécies, principalmente o *P.perna* que obteve uma alta frequência de ocorrência (66% do total) quando comparada a outras espécies.

Dados da literatura apontam diferenças na riqueza de espécies entre o ambiente protegido, que apresenta um nível de complexidade grande e batimento menos intenso das ondas (BREHAUT, 1982), eo exposto, que possui um forte hidrodinamismo e uma maior dificuldade de fixação das espécies.

Segundo Masunari (1982), microhábitats podem ser criados a partir das variadas formas de planta-substrato nos fitais, explicando as diferenças na riqueza de espécies nos ambientes. No presente estudo, substratos com arquitetura mais complexa tendem a abrigar uma fauna associada de organismos mais diversificada do que nos mais simples.

A espécie *P.perna* foi encontrada em sua maioria nos costões rochosos expostos, provavelmente, o hidrodinamismo de ondas não interfere na permanência do mexilhão no costão, devido sua alta capacidade de incrustação e o seu potencial bioinvasor. Segundo Manzoni (2005), os indivíduos da espécie *P.perna* sofrem alterações morfológicas durante seu desenvolvimento, como o aparecimento de uma mancha ocular e o desenvolvimento de um pé, que ajuda na fixação de substratos, alterando seu hábito planctônico (coluna de água) para bentônico (associado a um substrato). O assentamento a substratos pode ser dividido em duas etapas: a primeira compreendendo a fixação em substratos filamentosos e a segunda em substratos mais rígidos, com o auxílio do bisso.

Henriques *et al.* (2004), realizaram um estudo em costões rochosos próximos região de Santos-SP, para testar a relação da contaminação bacteriológica com a resistência a temperatura, salinidade e exposição ao ar de organismos da espécie *P.perna*. Enquanto que na região mais abrigada a ação das ondas e sujeita a contaminação bacteriológica, foram amostrados organismos com menor resistência a altas temperaturas, na região mais exposta e que não foi verificada contaminação, os organismos amostrados tiveram uma maior resistência. Em relação à salinidade e a exposição ao ar, mexilhões provenientes de costões rochosos mais expostos possuem menor resistência, comparado com os de regiões mais protegidas.

Segundo os autores, as resistências estão relacionadas não só a região com maior contaminação bacteriológica, como as condições distintas de abrigo dos dois locais.

Os resultados corroboram com a literatura e apontam que em ambientes artificiais a diversidade de espécies é menor, comparada com ambientes naturais (BADALAMENTI *et al.* 2002; SMITH & RULE 2002; BULLERI & CHAPMAN 2004; PERKOL-FINKER *et al.* 2006). Além disso, esses ambientes propiciam o desenvolvimento de espécies invasoras, como é o caso da espécie *P. perna*, afetando negativamente a biodiversidade marinha.

Segundo Freitas (1997), os mexilhões da espécie *P. perna* podem formar densas populações nos costões rochosos marinhos tanto em locais mais abrigados, quanto em pontos de arrebentação em que o hidrodinamismo das ondas é maior, chegando até a profundidades de 30 metros.

A temperatura e a salinidade da água podem influenciar os processos fisiológicos de larvas dos mexilhões *P. perna* e *P. viridis*, afetando diretamente na alimentação, duração de vida planctônica e a habilidade para selecionar locais para fixação (SIDDAL, 1982 apud HENRIQUES 2004).

No presente estudo, o estado de Santa Catarina foi o único que obteve diferenças na densidade de moluscos entre o ambiente exposto e artificial, protegido e artificial. A densidade total de moluscos no ambiente natural protegido foi de 0,6358 ind.ml⁻¹, seguida do artificial 0,2083 ind.ml⁻¹, e o ambiente exposto 1,4081 ind.ml⁻¹. Outros fatores como, temperatura, pH da água, disponibilidade de oxigênio, salinidade, podem ter influenciado na distribuição das espécies na região.

7. CONCLUSÃO

A espécie *P. perna* possui um grande potencial bioinvasor, devido sua alta capacidade de incrustação e sua fácil adaptação ao ambiente. Estudos sobre a malacofauna associada a fitais ainda são escassos no Brasil, principalmente na região Sul. Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, verificou-se que os ambientes artificiais sofrem mais com a ação antrópica quando comparado com os naturais, portanto, possuem um baixo valor de riqueza de espécies.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S.M. 2007. **Malacofauna associada ao fital de *Sargassum* spp. no Pontal do Cupe, Ipojuca, PE.** Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco. 82p.

ARAÚJO, R.; BARBARA, I.; SOUSA PINTO I. & QUINTINO, V. 2005. **Spatial variability of intertidal rocky shore assemblages in the northwest coast of Portugal.** Estuarine, Coastal and Shelf Science 64: 658-670.

AZEVEDO, J.M.N. 1992. **Algae-associated marine molluscs in the Azores.** Biological Journal of the Linnean Society 46 (1-2): 177-187.

BADALAMENTI, F.; CHEMELLO, R.; D'ANNA, G.; HENRIQUEZ, R.P. & RIGGIO, S. 2002. **Are artificial reefs comparable to neighbouring natural rocky areas? A mollusc case study in the Gulf of Castellammare (NW Sicily).** Journal Marine Science 59, Suppl. 1: 127-131.

BLACKBURN, T.M.; PYSEK, P.; BACHER, B.; CARLTON, J.T.; DUNCAN, R.P.; JAROSIK, V.; WILSON, J.R.U.; RICHARDSON, D.M. 2011. **A proposed unified framework for biological invasions.** Trends in Ecology and Evolution 26 (7): pgs??.

BOAVENTURA, D.; FONSECA, L.C. & HAWKINS, S.J. 2002. **Intertidal Rocky Shore Communities of the Continental Portuguese Coast: Analysis of Distribution Patterns.** Marine Ecology 23 (1): 69-90.

BREHAUT, R.N. 1982. **Ecology of rocky shores.** The Institute of Biology Studies London: Edward Arnold (Publishers) Ltd., n.139, 58p.

BULLERI F. & CHAPMAN M.G. 2004. **Intertidal assemblages on artificial and natural habitats in marinas on the north-west coast of Italy** Marine Biology, v.145, n.2. p. 381-391.

CANGUSSU, L.C.; ALTVATER, L.; HADDAD, M.A.; CABRAL, A.C.; HEYSE, H.L. & ROCHA, R. M. 2010. **Substrate type as a selective tool against colonization by non-native sessile invertebrates.** Brazilian Journal of Oceanography, 58(3): 219-231.

CHEMELLO, R. & MILAZZO M. 2002. **Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytalmolluscs.** Marine Biology, 140: 981-990.

CONNELL S.D. 2000. **Floating pontoons create novel habitats for subtidal epibiota.** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 247: 183–194.

COSTA, Ana C.; ÁVILA, Sérgio P. **Macrobenthic mollusc fauna inhabiting Halopteris spp. subtidal fronds in São Miguel Island, Azores.** 2001..

DIAS, G. M. et al. Fifty years of ascidian biodiversity research in São Sebastião, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 93, n. 01, p. 273-282, 2013.

DUFFUS.J.H. 1969. **Associations of marine Mollusca & benthic algae in the Canary Island of Lanzarote.** 7pp., 4tabs., 1fig. Euro 1.05

EDGAR, G.J. & MOORE, P.G. 1986. **Macro-algae as habitats for motile macrofauna.** Monografias Biológicas 4: 255-277.

ELTON, Charles S. **The ecology of invasions by plants and animals.** Methuen, London, v. 18, 1958.

FERREIRA, C.E.L.; JUNQUEIRA A.O.R.; VILLAC M.C. & LOPES R.M..2009. **Marine Bioinvasions in the Brazilian Coast. Brief Report on History of Events, Vectors, Ecology, Impact and Management of non indigenous species.** Springer Berlin Heidelberg p. 459-477. In.

FREITAS, M. et al. 1997. **Incrustações biológicas no mexilhão Perna perna (Mollusca, Bivalvia), cultivado na Ilha de Ratonés, SC: efeito da exposição ao ar.**

FLOERL, O.; INGLIS G.J. 2003. **Boat harbour design can exacerbate hull fouling.** Austral Ecology 28: 116-127.

FLOERL O.; INGLIS G.J. 2005. **Starting the invasion pathways: the interaction between source populations and human transport vectors.** Biological Invasions 7: 589-606.

GOOD, T.P. 2004. **Distribution and abundance patterns in caribbean rocky intertidal zones.** Bulletin of Marine Science, 74: 459-468.

HENRIQUES M. B., MARQUES H. L., BARRELLA W., PEREIRA O. M. 2001. **Estimativa do tempo de recuperação de um banco natural do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) na Baía de Santos, Estado de São Paulo.** *HolosEnvironment* 1 (12): 85-100.

HENRIQUES, M.B. 2004. **Resistência do mexilhão *Perna perna*(linnaeus, 1758) proveniente de bancos naturais da baixada santista, a variações de temperatura, salinidade, tempo de exposição ao ar e determinação da incidência de parasitismo.** Tese de doutorado do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho.

HEWATT, W.G. 1937. **Ecological studies on selected marine intertidal communities of Monterey Bay, California.** *The American Midland Naturalist*, 18(2), 161-206.

HYMAN, L.H. 1967. **The Invertebrates: Mollusca** . New York, McGraw-Hill, vol. 6, 792p.

IUCN, IUCN. **Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species.** In: Approved by the 51st meeting of the IUCN Council, Gland, Switzerland. 2000.

JACOBUCCI, G.B.; GÜTH, A.Z.; TURRA, A.; MAGALHÃES, C.A.; DENADAI, M.R.; CHAVES, A.M.R.; SOUZA, E.C.F. 2006. **Levantamento de Mollusca, Crustacea e Echinodermata associados à *Sargassum* spp. na Ilha da Queimada Pequena, Estação Ecológica dos Tupiniquins, litoral sul do Estado de São Paulo, Brasil.** *Biota Neotropica*, 6 (2): 1-8.

JOLY, A.B. 1951. **Contribuição ao conhecimento da flora algológica marinha do Estado do Paraná.** *Boletim do Instituto Paulista de Oceanografia ser. Bot.* 2(1): 125-136.

JOLY, A.B. 1956. **Addition to the marine flora of Brazil**, 1. *Boletim Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade São Paulo, ser. Bot.* 13: 7-15.

JOLY, A.B. 1965. **Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas.** *Boletim Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade São Paulo, ser. Bot.* 21: 393 p.

KELAHHER, B. P. **Changes in habitat complexity negatively affect diverse gastropod assemblages in coralline algal turf.** *Oecologia*, v. 135, n. 3, p. 431-441, 2003.

LACERDA, M.B; Silva, J.D; Masunari, S. **Malacofauna de três fitais da Praia de Caiobá Matinhos, Paraná**. ActaBiológica. Curitiba, 38 (1-2): 59-74. 2009.

LEITE, F.P.; TURRA, A. 2003. **Temporal variation in *Sargassum* biomass, *Hypnea* epiphytism and associated fauna**. Brazilian Archives Biology and Technology, 46 (4): 665-671.

LEITE, F.P.P.; TAMBOURGI, M.R.S; CUNHA, C.M. 2009. **Gastropods associated with the green seaweed *Caulerparacemosa*, on two beaches of the Northern coast of the State of São Paulo, Brazil**. Strombus 16(1-2): 1-10

LEWIS, J.R. 1961. **The littoral zone on rocky shores: A biological or physical entity?** Oikos, 12(2), 280-301.

LEWIS, J.R. 1964. **The Ecology of Rocky Shores: London**, English University Press, 300p.

MAGURRAN, A.E. 2011. **Medindo a diversidade biológica**. Tradução de DM Vianna. Curitiba: Ed. UFPR;

MANZONI, G.C. 2005. **Cultivo de mexilhões *Perna perna*: Evolução da atividade no Brasil e avaliação econômica da realidade de Santa Catarina**. Tese de doutorado – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2004. Jaboticabal. 35-36.

MASUNARI, S.; FORNERIS, L. 1981. **O ecossistema fital - uma revisão**, p. 149-172. In: Academia Brasileira de Ciências (ed.). Seminários de Biologia Marinha.

MASUNARI, S. 1987. **Ecologia das Comunidades Fitais**. Academia de Ciências do Estado de São Paulo. Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste Brasileira. 459p.

MASUNARI, S. 1988. **A associação entre *Crepidula aculeata* (Gastropoda, Calyptraeidae) a alga calcárea *Amphiroa beauvoisii*, na Baía de Santos**. São Paulo, Brasil. Brasileira de Zoologia, 5, (2): 293-310.

MASUNARI, S. 1998. **A arquitetura do hábitat nos ecossistemas marinhos costeiros**. Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros Volume II. Pub. ACIESP 104 451p.

MEADOWS, P.S.; CAMPBELL, J.I. 1981. **Introducción a La ciencia del mar**. Zaragoza: Acribia. 207p.

MORENO, T. R.; ROCHA, R. M. 2012. **Ecologia de costões rochosos**. Estudos de Biologia, Ambiente Diversidade, 34(83), 191-201

PAULA, E.J.; OLIVEIRA, E.C. 1983. **Aspectos da distribuição vertical e variação sazonal de comunidades da zona das marés em costões rochosos do litoral norte do Estado de São Paulo**. In: I Encontro de Macrófitas Marinhas. Instituto de Pesquisas da Marinha, Projeto Cabo Frio, Arraial do Cabo, RJ, n.174.

PERKOL-FINKEL S.; SHASHARN.; BENAYAHU Y. 2006. **Can artificial reefs mimic natural reef communities? The roles of structural features and age**. Marine Environment Research, 61 (2): 121-135.

RICKLEFS, R.E. 1987 **Community diversity: relative roles of local and regional processes** Science (Washington), v. 235, n. 4785, p. 167-171.

RIOS, E. C. 1994. **Seashells of Brazil**. 2. ed. Rio Grande: FURG, 492p.

RUEDA, J.L.; SALAS, C. 2003. **Seasonal variation of a mollusk an assemblage living in a *Caulerpa prolifera* meadow within the inner bay of Cádiz (SW Spain)**. Estuarine Coastal Shelf Science, 57: 909-918

SANTOS, C.G.; CORREIA, M.D. 1995. **Fauna associada ao fital *Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux (Chlorophyta) do recife da Ponta Verde, Maceió, Alagoas, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia, 12(2); 263-271.

SIDDALL, S.E. 1982. **Dispersal and recruitment of tropical mussel larvae as affected by temperature and salinity**. J. Shellfish Res., 2(1): 106-107.

SMITH, S.D.A.; RULE, M.J. 2002. **Artificial substrata in a shallow sublittoral habitat: do they adequately represent natural habitats or the local species pool?** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 277 (1): 25-41.

SOUZA, R.C.; CALAZANS,SH; SILVA,E.P. **Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático**.Ciência e cultura, v. 61, n. 1, p. 35-41, 2009.

STEPHENSON, T.A.; STEPHENSON, A. 1949.**The universal feature of zonation between tidemarks on rocky coasts**.Journal of Ecology, 37, 289-305.

THOMAS, M.L.H. 1985. **Littoral community and zonation on the rocky shores of Bermuda**.Bulletin of Marine Science. 37: 857-870.

TOYOHARA, T.; NAKAOKA, M.; AIOI, K. 1999. **Population dynamics and reproductive traits of phytal gastropods in seagrass bed in Otsuchi Bay, northeastern Japan**. Marine Ecology, 20 (3-4): 273-289

UNDERWOOD, A.J. 1981. **Structure of a rocky intertidal community in New South Wales: patterns of vertical distribution and seasonal change**. Journal Experimental of Marine BiologyandEcology, 51: 57-85.

VEENEKEY, V.; FONSÊCA-GENEVOIS, V.G.; ROCHA C.M.C.; SANTOS, P.J.P. 2008.**Distribuição espaço-temporal da meiofauna em SargassumpolyceratiumMontagne (FucalesSargassaceae) de um costão rochoso do nordeste do Brasil**. Atlântica, 30(1) 53-67.

VITULE, J.R.S. &PRODOCIMO, V. 2012 **Introdução de espécies não nativas e invasões biológicas**. Estudos de Biologia, Ambiente e Diversidade, 34(83), 225-237.

VITULE, J.R.S. 2009. **Introdução de peixes em ecossistemas continentais brasileiros: revisão, comentários e sugestões de ações contra o inimigo quase invisível**. Neotropical Biology and Conservation, 4(2), 111-122.

VITULE, J.R.S.; FREIRE, C.A.; SIMBERLOFF, D. 2009. **Introduction of non-native freshwater fish can certainly be bad**. Fish and Fisheries, 10(1), 98-108.

WARMKE, G.L.; ALMODOVAR, R. 1963.**Some associations of marine mollusks and algae in PuertoRico**.Malacologia 1(2): 163-177.

WORTHINGTON, D.G.; FAIRWEATHER, P.G. 1989. **Shelter and food: interactions between Turbo undulatum (Archaeogastropoda: Turbinidae) and coralline algae on rocky seashores in New South Wales**. Journalof Experimental Marine BiologyandEcology, 129: 61–79.

ANEXOS

Anexo 1. Frequências absoluta e relativa dos grupos animais associados aos substratos biológicos nos três sítios dos estados do Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina

	RIO DE JANEIRO			PARANÁ			SANTA CATARINA			TOTAL	%
	EXP	PROT	ART	EXP	PROT	ART	EXP	PROT	ART		
Mollusca	93	117	80	30	23	15	157	144	2	661	66,23%
Polychaeta	3	13	2	22	3	11	18	31	4	107	10,72%
Copepoda	0	0	0	0	6	0	0	44	0	50	5,01%
Tanaidacea	0	4	0	0	16	7	15	20	1	63	6,31%
Isopoda	0	3	0	5	0	4	15	14	0	41	4,10%
Chironomidae	0	2	0	0	34	1	0	0	0	37	3,70%
Picnogonyda	0	0	21	0	0	0	0	0	0	21	2,10%
Decapoda	0	0	0	0	6	1	9	2	0	18	1,80%
TOTAL	96	139	103	57	88	39	214	255	7	998	100%

Anexo 2. Moluscos associados aos substratos biológicos. Frequência absoluta das espécies registradas nos três sítios dos estados do Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina.

	RIO DE JANEIRO			PARANÁ			SANTA CATARINA			TOTAL	%
	EXP	PRO	ART	EXP	PRO	ART	EXP	PRO	ART		
<i>Perna perna</i>	88	99	67	24	5	15	74	22	2	396	59,91
<i>Brachidontes rodriguesi</i>	4	14	12	1	7	0	62	1	0	101	15,28
<i>Eulithidium affine</i>	0	1	0	0	0	0	3	88	0	92	13,92
<i>Costoanachis sertulariarum</i>	0	1	0	0	6	0	2	18	0	27	4,08
<i>Modiolus carvalhoi</i>	1	0	0	1	2	0	2	7	0	13	1,97
<i>Crassostrea sp</i>	0	0	0	0	1	0	10	1	0	12	1,82
<i>Barbatia candida</i>	0	0	0	4	2	0	4	0	0	10	1,51
<i>Mitrella argus</i>	0	1	0	0	0	0	0	4	0	5	0,76
<i>Bittolum varium</i>	0	0	1	0	0	0	0	3	0	4	0,61
<i>Lithophaga aristata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,15
TOTAL	93	117	80	30	23	15	157	144	2	661	100,00