

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

FERNANDA BARELLA

**CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DA CONCHA DE *ECHINOLITTORINA*  
*LINEOLATA* (D'ORBIGNY, 1840) (GASTROPODA: LITTORINIDAE) EM  
POPULAÇÕES DO COSTÃO ROCHOSO DA PRAIA DO MEIO (TORRES/RIO  
GRANDE SUL).**

IMBÉ  
2012

FERNANDA BARELLA

**CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DA CONCHA DE *ECHINOLITTORINA*  
*LINEOLATA* (D'ORBIGNY, 1840) EM POPULAÇÕES DO COSTÃO ROCHOSO DA  
PRAIA DO MEIO (TORRES/RIO GRANDE DO SUL).**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência Biológicas com ênfase em Biologia Marinha e Costeira da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul com parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof. Dra. Carmen Carolina Romero Saavedra  
Co-orientadora: Prof. Dra. Carla Penna Ozório.

IMBÉ  
2012

B248c Barella, Fernanda

Caracterização Fenotípica Da Concha De Echinolittorina Lineolata (D'orbigny, 1840) (Gastropoda: Littorinidae) Em Populações Do Costão Rochoso Da Praia Do Meio (Torres/Rio Grande Sul. / Fernanda Barella – 2012  
49 F.

Orientadora: Carmen Carolina Romero Saavedra

Co-Orientadora: Carla Penna Ozório

Trabalho De Conclusão De Curso (Graduação) -- Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Instituto De Biociências E Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul, Ciências Biológicas Com Ênfase Em Biologia Marinha, Imbé/Osório, Br-Rs, 2012.

1. Gastrópode. 2. Zonação. 3. Substrato Duro. 4. Polimorfismo 5. Coloração De Concha. I. Saavedra, Carmen Romero, Oriente. II. Ozório, Carla Penna, Co-Orient. III Título

FERNANDA BARELLA

**CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DA CONCHA DE *ECHINOLITTORINA LINEOLATA* (D'ORBIGNY, 1840) EM POPULAÇÕES DO COSTÃO ROCHOSO DA PRAIA DO MEIO (TORRES/RIO GRANDE DO SUL).**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência Biológicas com ênfase em Biologia Marinha e Costeira da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul com parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Aprovado em...../...../.....

BANCA EXAMINADORA:

---

Dra. Norma Luiza Würdig/ UFRGS

---

Dra. Inga. Ludmila Veitenheimer Mendes.

Coordenador da Atividade

Trabalho de Conclusão II – CBM

Dr. Eduardo Guimarães Barboza/ UFRGS

*Dedico esta monografia aos meus pais Marco Barella e Édila Silvia Barella.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço as minhas orientadoras Carmen Carolina Romero Savedra e Carla Penna Ozorio por todo apoio e atenção ao longo deste trabalho.

Agradeço aos meus pais Marco Barella e Édila Silvia de Carvalho Barella que mesmo longe estiveram sempre presentes de alguma forma em cada etapa que passei durante este curso.

Agradeço ao Rafael Prestes Gauna por toda compreensão, companheirismo e dedicação durante esta fase final do curso.

Agradeço ao Centro Estudo Costeiro, Limnológicos e Marinhos e a Universidade estadual do rio grande do sul pela disponibilidade do espaço de trabalho.

Agradeço a Mayara Nardon, ao Rafael Prestes Gauna, a Priscila Moraes da Silva e a Thamara Salvagni por terem me ajudado nas coletas, etapa fundamental para realização deste trabalho.

Agradeço as minhas colegas e amigas Breatrix Danielle de Paiva Fraga, Camila Thisen Rigon, Leticia Bastos de Matos, Priscila Moraes da Silva e Thamara Salvagni, por terem feito parte de toda minha vida acadêmica e por terem me feito rir mesmo nos momentos mais difíceis.

## RESUMO

A espécie *Echinollitorina lineolata* (d'Orbigny, 1840) é um membro da família Littorinidae muito comum e abundante nos costões rochosos do Brasil. Neste ambiente, sua distribuição começa no mediolitoral superior, em associações com cirripédios e bivalves, podendo ficar submerso durante a maré alta, até o supralitoral, onde é uma das espécies dominantes. Apesar da ampla distribuição de *E. lineolata* no Brasil, são virtualmente inexistentes estudos que tratem sobre sua biologia e ecologia nas regiões subtropicais. Diversos estudos comprovam que a variação no padrão de coloração em conchas de gastrópodes confere valores adaptativos distintos a diferentes indivíduos frente à influência de fatores biótico e abióticos no local onde se encontram. Este trabalho objetiva caracterizar os diferentes fenótipos na população de *E. lineolata* presente no costão da Praia do Meio em Torres, com base no tamanho e coloração da concha de indivíduos adultos encontrados no supra-litoral (S) e no médio-litoral superior (M). Em cada estrato, delimitaram-se quatro áreas amostrais de 1m<sup>2</sup>, separadas por uma distância de 10m, nas quais os organismos presentes em 6 quadrados de 0,025m<sup>2</sup>, estabelecidos aleatoriamente, foram contados, fotografados e também medidos (largura e comprimento) através de um paquímetro digital. Os registros fotográficos serviram para definir e analisar as categorias de coloração, bem como o grau de integridade da concha de cada indivíduo. Os resultados mostram que 1) apesar da densidade populacional média ter sido maior no mediolitoral superior ( $\mu S=30,08 \text{ ind./}0,25 \text{ m}^2$ ,  $\mu M=14,4 \text{ ind./}0,25 \text{ m}^2$ ), tal fato não foi comprovado estatisticamente; 2) os indivíduos no supralitoral são estatisticamente maiores do que os no mediolitoral superior ( $\mu S=3,83 \text{ mm}$ ,  $\mu M=3,39$  F=28,573 e p=0,00000 para a largura e  $\mu S=6,14$ ,  $\mu M=5,48$  F=24,367 e p=0,00001 para comprimento); 3) o desgaste da concha dos indivíduos no supralitoral foi menor do que o dos indivíduos no mediolitoral superior (Kruskal-Wallis H=10,82; p=0,0010). Quanto à coloração, foram encontrados dez padrões de cor na população de *E. lineolata* no costão rochoso, ocorrendo nove no médiolitoral superior e oito no supralitoral. Através dos histogramas das categorias nos estratos, percebeu-se maior frequência das categorias claras nos indivíduos do supralitoral e maior frequência das categorias escuras nos indivíduos do médiolitoral superior. Ainda mensurou-se a diversidade desta característica na população através do

Índice de Shannon, encontrando-se maior diversidade fenotípica nos indivíduos do supralitoral ( $H'S=1,93$  e  $H'M=1,87$ ). Pode-se concluir que a população de *E. lineolata* no costão da Praia do Meio ainda possui variabilidade fenotípica para coloração da concha considerável. O registro, a descrição e a quantificação desta variabilidade permitem que se teçam considerações sobre o possível modo de herança da característica.

**Palavra-chave:** gastrópode; zonação, substrato duro, polimorfismo, coloração de concha

## ABSTRACT

The *Echinollitorina lineolata* (d'Orbigny, 1840) species is a Littorinidae family member very common and abundant in the rocky shores of Brazil. In this environment . its distribution starts at the midlittoral superior, in associations with barnacles and bivalves, staying submerge at times of high tide, up to supralittoral, where it is one of the dominants species. Although *E. lineolata* has a wide distribution in Brazil, there are virtually no studies about its biology and ecology in the subtropical regions. Some studies prove that the variation of color pattern in shells of gastropods gives distinctive adaptatives values to distinctive individuals due to the influence of biotic and biotic factors in the local where it lives. This work pursues characterizing of the diverse phenotypes in the *E. lineolata* population living in the seawalls of Praia do Meio in Torres, taking principle the size and coloration of adults individuals shells found in the supra-littoral (S) and medium-upper coast (M). On each layer, four sample areas were delimited with 1 M<sup>2</sup>, separated by a 10 m distance, in which the living creatures present in 6 squares of 0,025m<sup>2</sup> , establish randomly, were counted, pictured and also sized (width and length) using a digital caliper. The photographic registers were used to analyze the color categories as well as the integrity of the shells of each individual. The results have shown that. 1) Despite the average density had been bigger in the midlittoral top ( $\mu_S=30,08\text{ind./}0,25\text{m}^2$ ,  $\mu_M=14,4\text{ind./}0,25\text{m}^2$ ), such event was not proved statistically; 2) the individuals on the supralittoral are statistically bigger than the individuals from midlittoral top superior ( $\mu_S=3,83\text{mm}$ ,  $\mu_M=3,39$   $F=28,573$  e  $p=0,00000$  for width and  $\mu_S=6,14$ ,  $\mu_M=5,48$   $F=24,367$  e  $p=0,00001$  for length); 3) the abrasion of the shells on the supralittoral individuals was lesser than the midlittoral top individuals (Kruskal-Wallis  $H=10,82$ ;  $p=0,0010$ ). Regarding the coloring , ten patterns were found between the population of de *E. lineolata* in the seawalls, nine occurring in the midlittoral top and eight on the supralittoral. Through the histograms of categories reports , it was noticed the bigger attendance of individuals in the whiter categories on supralittoral and bigger attendance in the darker categories of individuals in the midlittoral top. Also measured the diversity of this characteristic in the population through the Shannon Index, finding bigger phenotypic diversity in the supralittoral individuals ( $H'S=1,93$  and  $H'M=1,87$ ). We can reach the conclusion that the populations of *E.*

*lineolata* in the seawalls of Praia do Meio still have considerable phenotypic variability for shell coloring . The register , description and quantification from this variability make it possible to weave arguments about the possible mode of inheritance of the trait.

**Key-words:** Gastropod, zoning, hard substrate, polymorphism, shell coloring.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Posição geográfica de Torres no Rio grande do Sul.....	24
Figura 2 - Localização dos oito pontos amostrais.....	26
Figura 3 - Detalhamento da amostragem.....	27
Figura 4 - Manipulação de espécimes.....	28
Quadro 1 - Padrões de coloração de.....	29
Quadro 2 - Mostrando o total absoluto dos indivíduos do supralitoral. ....	31
Quadro 3 - Mostrando o total absoluto dos indivíduos do médiolitoral.....	31
Quadro 4 - Mostrando o total absoluto dos indivíduos de cada classe.....	31
Figura 5 - Distribuição dos indivíduos nas classes de coloração da concha.....	31
Figura 6 - Histograma de desgaste da concha dos dois estratos.....	32
Figura 7 - Variação das densidades do gastrópode de <i>E. lineolata</i> .....	33
Figura 8 - Distribuição dos indivíduos nas classes de comprimento.....	34
Figura 9 - Distribuição dos nas classes de largura.....	34

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 OBJETIVO.....	13
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	14
2.1 A FAMÍLIA LITTORINIDAE.....	15
2.2 A ESPÉCIE <i>Echinolittorina lineolata</i> .....	16
2.3 PESQUISAS COM LITTORINÍDEOS NO BRASIL.....	17
2.4 ESTUDOS FENOTÍPICOS DA CONCHA DE GASTRÓPODES.....	19
2.5 POLIMORFISMOS.....	22
<b>3 ÁREA DE ESTUDO</b> .....	23
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	25
<b>5 RESULTADOS</b> .....	29
5.1 COLORAÇÃO.....	29
5.2 DESGASTE DA CONCHA.....	32
5.3 DENSIDADE POPULACIONAL.....	33
5.4 MÉDIAS DE COMPRIMENTO E LARGURA DA CONCHA.....	33
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	35
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	42
<b>8 REFERÊNCIAS</b> .....	43

## 1 INTRODUÇÃO

A costa brasileira abriga um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental. Ao longo do litoral brasileiro, que tem uma extensão de 7.408 km são encontrados ambientes muito diversificados, como por exemplo: manguezais, restingas, dunas, praias, ilhas, costões rochosos, baías, brejos, falésias, estuários, recifes de corais entre outros (COSTA, S. A., 2009). Os costões rochosos estão entre os habitats mais importantes encontrados na região entremarés da zona costeira, pois neles pode ser verificada uma gama de espécies de alto valor ecológico e econômico, tais como mexilhões, ostras, crustáceos e uma variedade de peixes (NYBAKKEN,1997).

Este ecossistema, por ser uma transição entre os ambientes terrestre e marinho, apresenta grande quantidade de nutrientes e, conseqüentemente, uma elevada biomassa e produção primária de micro-fitobentos e de macro-algas (COUTINHO, 2002). Assim, os costões rochosos são locais de alimentação, crescimento e reprodução de um grande número de espécies vinculadas por fortes interações biológicas, em função da limitação de substrato ao longo de um gradiente existente entre estes ambientes (ALMEIDA,2008).

O aspecto mais notável, ao observar um costão rochoso, é a disposição dos organismos em faixas horizontais distintas, cada uma exibindo um conjunto de espécies adaptadas às condições ambientais vigentes naquele estrato. Este padrão é chamado de zonation, sendo encontrado nos costões rochosos do mundo inteiro (COUTINHO, 2002). Dentre os fatores físicos que contribuem para tal organização estão a ação das ondas e a variação da maré e, conseqüentemente, da temperatura. Em uma dada posição no costão rochoso, estes aspectos selecionam os organismos com capacidade de resistir ao grau de dissecação e aos gradientes de temperatura presentes. Entre os fatores biológicos que regem no costão rochoso estão a competição, a predação e também a herbívora e o recrutamento de juvenis (KITCHING; LITTLE, 2000).

Consoante a Salomão e Coutinho (2006) e Ribeiro (2010), existem três zonas principais em um costão rochoso: 1) o supralitoral: zona permanentemente exposta ao ar atmosférico, mas que recebe certa umidade a partir de borrifos e respingos

d'água marinha; ela é afetada predominantemente por fatores abióticos como radiação solar e temperatura; 2) o mediolitoral (=litoral): zona sujeita às flutuações da maré, com períodos alternados de total emersão ou imersão; seus limites sendo determinados respectivamente pelos níveis mais alto e mais baixo da maré; poças permanentes são comuns nesta porção; e 3) o infralitoral: zona permanentemente submersa pela água do mar.

Os moluscos representam grande parte da fauna de costão. Entre os moluscos móveis, um dos principais componentes é o dos gastrópodes da família Littorinidae (VILLAR, 2008). Os litorínídeos habitam, tipicamente, os substratos consolidados da zona entremarés em todo o mundo, particularmente, o supralitoral (ABSALÃO; ROBERG, 1999). Segundo Rios (1994), no Brasil, estes gastrópodes ocorrem do Cabo de Orange (AP) ao Chuí (RS), contanto que o substrato apropriado esteja presente. Nesta família, a espécie *Echinollitorina lineolata* (d'Orbigny, 1840) é comumente encontrada nos costões rochosos do Brasil, conforme Magalhães (1998). Sua distribuição começa no mediolitoral superior, em associações com cirripédios e bivalves, podendo ficar submersa durante a maré alta, até o supralitoral, onde é uma das espécies dominantes, suportando grandes períodos de dessecação. Quanto ao seu aspecto, é um gastrópode de pequenas dimensões, cujo comprimento máximo pode chegar a 16 mm e com concha exibindo diferentes padrões de coloração, basicamente constituídos por listras verticais pretas e brancas.

Sabe-se que para colonizar os costões rochosos, os organismos desenvolveram várias adaptações para suportar a ação mecânica das ondas, bem como a grande oscilação das condições ambientais. No caso dos moluscos vágeis, observa-se adaptações morfológicas como, por exemplo, a concha mais achatada nas lapas ou o pé mais largo e com grande força de adesão em alguns gastrópodes carnívoros (COUTINHO, 2002).

A coloração da concha também pode influenciar a sobrevivência nestes habitats. No supralitoral, zona em que os organismos precisam evitar a dessecação, uma concha mais clara para refletir calor terá um valor seletivo maior (COUTINHO, 2002). A variação no padrão de coloração em conchas de gastrópodes vem sendo investigada há muito tempo no contexto de interpretações da genética ecológica. O trabalho pioneiro foi feito por Cain e Sheppard (1960) com *Cepeae nemoralis* das costas da Grã-Bretanha. Estes autores evidenciaram que os diferentes padrões de

cores configuravam um polimorfismo e que as diferentes formas apresentavam valores seletivos distintos frente à influência dos predadores.

Um dos principais estudos sobre a ecologia dos littorínídeos no Brasil foi realizado por Magalhães (1998) no litoral do Rio de Janeiro e de São Paulo, todavia este trabalho caracteriza o padrão de distribuição dos indivíduos e os fatores que os determinam, sem abordar o aspecto da coloração.

Não obstante os muitos trabalhos relacionados a este tema no âmbito mundial e a ampla distribuição de *E. lineolata* nos costões rochosos brasileiros, faltam estudos para elucidar os motivos da existência dos diferentes padrões de coloração observados nesta espécie e se esta variação é significativa para a sua sobrevivência nestes ambientes.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Estudos que evidenciem variações de características fenotípicas em relação a variações na forma de ocupação do ambiente são muito importantes para um melhor entendimento de como os fatores bióticos e abióticos afetam os organismos. Por outro lado, um melhor conhecimento da biologia e ecologia de *E. lineolata* é necessário, pois, sendo um dos principais componentes da fauna no supralitoral, torna-se potencialmente imprescindível para a elaboração de planos de manejo e conservação futuros voltados para os costões rochosos de nossas latitudes. Trabalhos realizados com as populações desta espécie no litoral de Torres (RS) darão informações sobre *E. lineolata* em condições subtropicais, as quais até o momento são virtualmente inexistentes para o Brasil.

Além disto, espera-se abrir caminho para o esclarecimento de aspectos genéticos da variação fenotípica e de mecanismos de manutenção da diversidade assim produzida, nestas populações.

## 1.2 OBJETIVO

O objetivo geral deste estudo é caracterizar os padrões de coloração da concha, a variação do tamanho, considerando indivíduos a partir de 3mm e de graus de integridade da concha, bem como a densidade de indivíduos do gastrópode *E. lineolata*, na população presente em um costão rochoso de Torres (RS), do médiolitoral até o supralitoral, no verão de 2012.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Em relação a cor da concha, identificar os diferentes fenótipos e determinar sua frequência na população, buscando inferências sobre os aspectos de herança genética desta característica.
- Comparar a distribuição de frequência dos fenótipos de coloração entre os indivíduos de estratos diferentes (supralitoral e médiolitoral superior).
- Analisar a integridade da concha da população de *E. lineolata*, comparando seu estado entre indivíduos de estratos diferentes.
- Comparar a distribuição de tamanho entre os indivíduos de estratos distintos.
- Determinar e comparar a densidade populacional desta espécie no supralitoral e no médiolitoral superior.
- Analisar comparativamente o conjunto de informações de variação fenotípica caracterizados em paralelo com os demais aspectos de variação biológica levantados

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada ampla revisão bibliográfica, que inclui dados sobre a família e a espécie em questão, pesquisas

realizadas com litorínídeos no Brasil e estudos sobre variação fenotípica da concha de gastrópodes.

## 2.1 A FAMÍLIA LITTORINIDAE

Esta família caracteriza-se por a uma concha geralmente turbinada, lisa ou com escultura espiralada, com ou sem nódulos ou pontos; a maioria de seus representantes não possui umbílico, o opérculo é córneo; a abertura da concha pode ser ovalada ou circular (GONÇALVES, 2011). A rádula possui uma feição marcante, uma reentrância na porção basal do dente lateral e também é muito estreita. O pé contém um opérculo córneo na superfície dorsal posterior. A cabeça possui um par de tentáculos com olhos na extremidade, sendo a boca localizada em um focinho central (GONÇALVES, 2011).

Os representantes desta família são dioicos, a fêmea apresenta um sulco aberto na parte direita da cabeça ao lado do tentáculo direito e o macho um pênis volumoso. A fecundação é interna e o seu desenvolvimento é larval e pelágico (ANDRADE, 2000; MAGALHÃES, 1998; REID, 1998). Os ovos, na maioria dos organismos desta família, são liberados em quase todos os meses do ano, porém taxas mais altas são constatadas durante os meses de dezembro até abril. Os ovos são normalmente soltos durante os períodos de maré alta, as fêmeas podem liberar de 12.000 a 44.000 cápsulas de ovos em uma estação, dependendo das espécies (BORKOWSK; THOMAS, 2002).

Este táxon pode ser encontrado desde o substrato consolidado até vegetação de mangue, são organismos interditais (GOLÇALVES, 2011). Conforme Vaught (1989) existem 12 gêneros nesta família, porém, de acordo com Rios (1994) e Magalhães (1998), apenas dois ocorrem no Brasil: *Nodilittorina* e *Littorina*. Ao estudar a genitália masculina dos litorínídeos do Brasil, Absalão e Louro (2002) consideram o gênero *Nodilittorina* com apenas uma espécie, a *Nodilittorina vermeiji* (Bandel e Kadollky, 1982), e o gênero *Littorina* com cinco espécies: *Littorina lineolata* (D'orbigny, 1840), *Littorina lineata* (D'orbigny, 1841), *Littorina ziczac* (Gmelin, 1791), *Littorina flava* (King e Broderip, 1832) e *Littorina angulifera* (Lamarck, 1822), sendo as três primeiras componentes do complexo *ziczac*.

O complexo *ziczac* foi caracterizado como tal, pela primeira vez por Borkowski e Borkowski (1969) para a Florida (EUA). De acordo com esses autores, o complexo é constituído por três espécies (citadas acima) que podem ser discriminadas a partir de evidências biológicas, ecológicas e morfológicas. Todavia, muitos autores divergem quanto à taxonomia das espécies deste complexo; Bequarert (1943) considera válida a espécie *Nodilittorina ziczac* para este complexo, enquanto Reis (2009) considera duas espécies do complexo para a costa brasileira, *Echinolittorina lineolata* que ocorre desde o Ceará até o Rio Grande do Sul e *Echinolittorina vermeiji* que tem distribuição restrita a Fernando de Noronha, Pernambuco.

A família Littorinidea ainda não tem sua taxonomia em nível de espécie bem compreendida, apesar do crescente interesse global por estes organismos. Logo, muitos estudos vêm sendo realizados com intuito de elucidar a sistemática dessa família tão diversa, os quais utilizam características morfológicas (RAID, 1986; 1990; 1999; BEQUARERT, 1943), frequências de aloenzimas (WARD, 1990) e outros dados moleculares (REID, 2009).

Juntamente com os estudos anteriores e baseando-se em dados moleculares, o gênero *Nodilittorina* foi considerado polifilético (REID, 2002; WILLIAMS *et. Al*, 2003) e separado em quatro novos gêneros; *Echinolittorina*, *Austrolittorina*, *Afrolittorina* e *Nodilittorina*. A espécie mais abundante do Brasil, *Nodilittorina lineolata* (D'orbigny, 1840), foi inserida no gênero *Echinolittorina* (Habe,1954) com mais 49 espécies (ANDRADE, 2005).

## 2.2 A ESPÉCIE *Echinolittorina lineolata*

*E. lineolata* é originária do Caribe e, como citado acima, pertence ao complexo *ziczac* (REID,2009), sendo suas sinónimas *Littorina brasiliensis* (Vermeij & Porter, 1971), *Littorina ziczac* (Gmelin, 1791), *Nodilittorina lineata* (Gmelin, 1791) (ROSENBERG, 2009)..

A sua concha pode variar até 18 mm de comprimento e 11 mm de largura, com listras que vão desde o marfim, até o marrom escuro, ou preto (GOLÇALVES, 2011). A espira ocupa cerca de 45% da concha, a abertura da concha ocupa aproximadamente metade do comprimento total (Fig.1) O lábio externo tem um

ângulo de aproximadamente 30° em relação ao eixo da columela e o lábio interno é brilhante, marrom e essa coloração varia em extensão que pode ocupar todo lábio interno ou apenas a região umbilical (MAGALHÃES,1998). O corpo ocupa aproximadamente 8/10 da cavidade da concha quando o espécime está contraído, o manto é bege e translúcido revelando a glândula digestiva e a gônada de cor marrom. O músculo columelar é ventral e ocupa 3/4 da volta e sua largura é igual ao tamanho do pé (GOLÇASLVES, 2011). Na cabeça apresenta um par de tentáculos com olhos pretos e redondos nas extremidades, nos machos há um pênis ao lado direito da cabeça enquanto nas fêmeas há uma vagina (GOLÇAVES, 2011).

O estágio larval dura aproximadamente quatro semanas, estimando-se uma capacidade de dispersão de até 1.400 km (WILLIANS E REID, 2004; REID;2009). No costão rochoso, sua distribuição começa no médiolitoral superior, junto com cirripédios e bivalves, e vai até o supralitoral (MAGALHÃES, 1998; RIOS, 1994; REID, 1998). No Brasil, *L. lineolata* ocorre desde o Cabo de Orange (AP) ao Chuí (RS), (RIOS, 1994) e, quanto a forma de alimentação, são herbívoros.

### 2.3 PESQUISAS COM LITTORINÍDEOS NO BRASIL

Rios (1970) é considerado um dos primeiros trabalhos sobre a família no Brasil e traz um levantamento das espécies presentes na costa brasileira, apresentando, de cada uma, a descrição morfológica detalhada e dados de distribuição e de biologia básica. Todavia, outros estudos complementares foram publicados por este autor, dentre eles Rios (1994).

Em termos de ecologia populacional, um dos mais importantes foi o estudo realizado por Magalhães (1998), o qual teve como alvo as populações de litorinídeos presentes na costa do Rio de Janeiro e de São Paulo. Neste trabalho, a autora investigou o padrão de zonação dos litorinídeos por tamanho e constatou que os indivíduos maiores encontravam-se no supra-litoral e os menores, na faixa das cracas. Propôs, então, que tal distribuição pode ser determinada, em primeira instância, pelo recrutamento e, secundariamente, pelo efeito das ondas, que podem transportar indivíduos do médiolitoral para o supralitoral, alterando os padrões de zonação por tamanho.

Em Arraial do Cabo, no Estado do Rio de Janeiro, foi efetuada uma pesquisa com o propósito de entender a seleção de habitat de gastrópodes Littorinidae e seu impacto sobre populações de microalgas. Em experimentos de transferência destes gastrópodes, os autores perceberam que os gastrópodes selecionavam ativamente a região do mediolitoral, onde a espécie de invertebrado dominante era o cirripédio *Chthamalus bisinuatus* (Pilsbry, 1916), podendo estar relacionado com proteção contra ação das ondas e exposição ao sol. Quanto ao impacto nas populações de microalgas foi notória a pressão herbívora destes organismos, pois através de um experimento de exclusão com gaiolas no mediolitoral, foi observado que onde os litorinídeos não estavam presentes, a cobertura de algas cresceu abundantemente (APOLINÁRIO, M. COUTINHO, R.; BAETA-NEVES, M. H., 1999).

Em uma análise mais específica, Absalão e Rondeberg (1999) estudaram o complexo *ziczac* no litoral Fluminense através de análises bioquímicas com o método de eletroforese de proteínas a fim de comparar a semelhança entre os táxons deste complexo. Para que estas espécies pudessem ser separadas e identificadas em campo, também realizaram análises morfométricas de suas conchas. Estes autores concluíram que existe considerável associação entre a morfologia da genitália masculina das espécies integrantes do complexo *ziczac* e variáveis conquiliológicas que traduzem a forma das conchas. Outro estudo avaliando a genitália masculina deste mesmo complexo foi realizado por eles em 2002, na Ilha grande, Rio de Janeiro, observando que apenas esse item, não pode ser usado como parâmetro para distinguir estas espécies.

Simone (1998) comparou a morfologia externa e interna da espécie *Littorina flava* (King e Broderip) desde os costões da Venezuela até o Brasil. A autora revelou não existir diferenças exorbitantes quanto à morfologia interna (pênis, cabeça, pé, manto, rádula, entre outros). Todavia, diferenças significativas ocorreram quanto à coloração da concha que varia desde um bege claro até o marrom e raramente púrpura. Também houve variação quanto a escultura da concha. Simone (1998) atribui estas características a grande dificuldade da identificação desta espécie, bem como outras pertencentes a esta família.

Andrade (2000) investigou os diferentes genótipos? de litorinídeos da costa brasileira. Seu principal objetivo foi estimar a variabilidade e estruturação genética populacional em três espécies ocorrentes no Brasil; *Littorina flava*, *Littorina angulifera* e *Nodilittorina lineolata* (agora *E. lineolata*) com o intuito de verificar se há

alguma relação dessas características populacionais e do desenvolvimento larval com o tipo de ambiente ocupado. As três espécies foram coletadas ao longo de 3.700 km de costa, do estado do Ceará até Santa Catarina. Neste estudo, Andrade (2000) concluiu que variabilidade genética destas espécies é bastante elevada, podendo ser reflexo dos diferentes ambientes em que vivem (costão e mangue) ou simplesmente resultado do grande tamanho efetivo das populações, já que são muito abundantes em ambiente natural.

Em sua monografia Villar (2008) averiguou a existência de diferenças nas populações do complexo *Littorina ziczac* com relação a densidades populacionais e nos tamanhos das conchas dos indivíduos em diferentes costões da ilha de Santa Catarina. Ele constatou que as populações de *Littorina ziczac* nos diversos costões rochosos estudados em seu trabalho, apresentaram diferenças importantes, e em alguns casos estatisticamente significativas, tanto nas densidades populacionais quanto em estrutura por tamanho, medidas através das larguras totais das conchas. O estudo realizado por Gonçalves (2011), comparando a morfologia do complexo *ziczac* (*E. lineolata*, *E. ziczac* e *E. vermeii*) constatou características morfológicas que podem diferenciar as três espécies do complexo, sendo a maior delas na concha, com variação intraespecífica; na rádula, com ênfase no dente raquidiano; no pênis, com variações na glândula acessória, e também no osfrádio e no músculo columelar. Assim sendo, ao analisar as conchas e a morfologia interna (principalmente da rádula e do pênis), encontra-se um conjunto diagnóstico eficiente para a determinação destas espécies de Littorinidae.

## 2.4 ESTUDOS FENOTÍPICOS DA CONCHA DE GASTRÓPODES

A variação no padrão de coloração em conchas de gastrópodes vem sendo investigada desde o trabalho pioneiro de Cain e Sheppard (1960) com *Cepeae nemoralis* na costa da Grã-Bretanha. Neste estudo, foi comprovado que a coloração da concha deste gastrópode é determinada por um complexo de genes polimórficos tanto para a cor da concha (marrom, rosa ou amarela) como para o padrão de faixas escuras na concha (de 0 a 5). Eles amostraram duas regiões, uma floresta, onde a maior concentração de ocorrência foi a de caracóis marrons ou rosa sem listras e um

campo onde a maioria dos caracóis possuía uma coloração de concha amarelada com faixas. Concluíram que a seleção natural foi o fator responsável por estas discrepâncias entre os ambientes, pois quando a coloração da concha combinava com o ambiente, os caracóis tornavam-se menos vistosos frente a seus predadores.

PHIFER-RIXEY et. al (2008) realizaram uma pesquisa no Golfo do Maine, na costa norte da América do Norte, com o gastrópode *Littorina obtusa* (Linnaeus, 1758). Neste estudo, os autores usaram abordagens diretas e indiretas para investigar o papel da heterogeneidade ambiental sobre a manutenção do polimorfismo na coloração de concha de *L. obtusa*. Para isso, relacionaram o gradiente térmico em duas escalas espaciais, contrastando com padrões previamente relatados em microsatélites. Os resultados demonstraram que entre amostras de populações em diferentes lugares não existem diferenças entre os marcadores moleculares analisados, entretanto nas frequências genótípicas de uma aloenzima (manose-6-fosfato isomerase), resultaram diferenças significativas com relação ao gradiente de temperatura. Assim, as diferenças condicionaram a sobrevivência dos indivíduos com relação ao estresse térmico. Gastrópodes com concha mais clara perdem calor mais lentamente, porém demoram mais tempo para se aquecer quando o sol incide sobre eles do que gastrópodes com colorações mais escuras (BERTNESS; NIBAKKEN, 2005).

Outro estudo relacionando o fenótipo da concha com a temperatura foi realizado também com *Cepeae nemoralis* e *Cepeae hortensis* por Robet (1985). Em seu estudo, o autor realizou 88 transectos em uma área que vai desde o norte da Escócia até a cordilheira dos Pirineus, localizada no sudoeste. Os indivíduos das duas espécies de caracóis possuíam cores mais claras nos locais onde a temperatura era mais elevada, concluindo-se que os padrões claros aumentavam a taxa de sobrevivência dos indivíduos em ambientes mais quentes. Já em teste de laboratório, caracóis com coloração escura aqueciam-se rapidamente, atingindo o seu ponto máximo de tolerância e então morriam, enquanto os claros suportavam bem as temperaturas altas. O oposto ocorreu ao resfriar os caracóis: *C nemoralis* e *C hortensis* com padrões escuros suportaram uma temperatura mais baixa do que os que possuíam padrões claros. Finalmente, o autor propõe que, nestes locais, está ocorrendo uma seleção climática, explicando assim a forte interação das colorações de concha com a variação da temperatura.

Sabe-se que muitas espécies marinhas apresentam um polimorfismo quanto a sua coloração, sendo que a seleção visual por parte de predadores pode interferir nos mecanismos de manutenção destes polimorfismos resultando em maiores frequências de um dado padrão de cor sobre um determinado substrato (CAIN; SHEPERD, 1960). Nos costões rochosos da Suécia é notável que *Littorina saxatilis* (Olivi, 1792) apresenta um polimorfismo quanto a coloração de sua concha, mas o que Ekendahl (1998) procurou saber era se este polimorfismo estava correlacionado com o estrato onde estes organismos se encontravam e se a concha ajudava a camuflá-los contra os predadores visuais desta espécie. O autor notou que em costões rochosos onde havia grandes populações de caranguejos (*Carcinus maenas*) – seu predador natural- a coloração da concha destes caracóis apresentava-se mais escura, confundindo-os com o ambiente. Já em locais mais protegidos do costão onde *C. maenas* não ocorre, as populações de *L. saxatilis* exibem cores mais claras e com faixas em mosaico. A partir destas observações, Ekendahl (1998) fez um experimento, colocando *L. saxatilis* das duas cores em um costão com a presença de seus predadores. Em dois dias a variação das conchas predadas não foi estatisticamente significativa, apesar de uma preferência pelas conchas brancas no costão rochoso. Outro trabalho realizado com *L. saxatilis* foi o de Johannesson (1997), que investigou se a variação da coloração da concha desta espécie está condicionada por cinco fatores (exposição às ondas, substrato, nível da costa, sexo, idade). Foram comparadas três áreas geográficas distintas, na Suécia, Islândia e Rússia. As colorações escuras dominaram (80-98%,) enquanto as cores claras foram menos visíveis (2-20%). As frequências de cores foram muitas vezes relacionadas com substrato, exposição a ondas e nível de costa. Entretanto, raramente variaram com a idade e nunca com o sexo. A fim de testar a hipótese de que as cores de concha são geneticamente determinadas, caracóis da Islândia foram criados em laboratório, todas as proles tiveram a mesma cor de concha de seus parentais.

Em *L. obtusa* no Brasil, correlações entre a frequência das cores e propriedades visuais do substrato onde se encontram, sugerem que esta variação é selecionada por predadores, sendo os mais importantes para esta espécie, bem como para outros litorinídeos, as aves e os crustáceos e, particularmente, caranguejos (RIBEIRO, 2001).

Outras variações fenotípicas já foram observadas em gastrópodes conforme o ambiente onde vivem. Conde- Paín et al. ( 2007) apontaram em seus estudos que, em *L. saxatilis* (Johnston, 1842) no norte Inglaterra, as conchas estão aparentemente adaptadas a diferentes graus de exposição de ondas. Os organismos mais expostos à ação das ondas apresentavam conchas mais arredondadas e com a abertura maior, enquanto organismos em locais mais protegidos apresentavam uma concha menos arredondada e uma abertura menor.

Lewins e Willians, 1995 comprovaram que a intensa seleção natural sobre *L. obtusa* no norte da Nova Inglaterra ocasionou mudanças fenotípicas em sua concha em uma escala de tempo relativamente curta, sem que ocorresse a especiação da mesma. As conchas de *L. obtusa* coletadas antes de 1900 possuem a altura da concha significativamente mais alta do que as coletadas entre 1982 e 1984. Durante os anos de 1900 as populações de *Carinus means* seu principal predador espalhou-se pelos costões rochosos da Nova Inglaterra. A seleção natural atuou fortemente sobre as espécies de *L. obtusa* que antes não estavam expostas a tal predador. Em experiências de laboratório realizadas pelo autor, foi comprovado que espécies que detinham proto-conchas mais altas eram mais vulneráveis a predação por *C. means* do que as que possuíam a proto-conchas mais baixas.

## 2.5 POLIMORFISMOS

Muitos animais marinhos são espécies geneticamente polimórficas para a coloração. (EKENDAHAL,1997).Os gastrópodes são objetos clássicos para estudar os diferentes processos genéticos nas populações e características da cor de sua concha são, particularmente, utilizados como marcadores de genótipo. No entanto, a subjetividade e a ambiguidade na coloração da concha, provocam um sério problema de identificação das espécies e na hora de comparar dados de diferentes estudos, pois não permite a formulação de critérios exatos das espécimes com afiliação direta de um grupo fenotípico (KOZMINSKII; LEZIN, 2006). Porém, nem sempre diferentes fenótipos em uma população estão relacionados com um polimorfismo.

Ford, 1968 definiu polimorfismo como a ocorrência de duas ou mais formas distintas de uma espécie que ocorrem no mesmo tempo em um mesmo ambiente, em tal proporção que a mais rara delas não pode ser mantida apenas por mutações periódicas. Sheppard, 1973 exemplificou: no caracol *Cepeae nemoralis*, as diferentes colorações de sua concha podem facilmente ser definidas em padrões que variam entre o amarelo, o rosa e o marrom que é interpretado como um polimorfismo.

Entretanto em outras espécies as variações de coloração nas populações são tão grandes, combinadas com a ocorrência de tantos fenótipos intermediários, que fica difícil classificá-las em padrões. Por exemplo, na variação da altura na espécie humana, de acordo com a unidade de avaliação fenotípica escolhida, (cm ou mm) teremos maior ou menor número de classes fenotípicas. Sabe-se que a altura é condicionada por muitos alelos em vários *loci*, assim como outras características mensuráveis: peso, coloração do olho, coloração da pele etc. Estes caracteres apresentam uma distribuição fenotípica na população que é descrita por uma linha contínua, não podendo ser separados em poucas categorias. São características quantitativas, transmitidas através de herança poligênica (GRIFFITHS,2008). Além disso, no binômio Fenótipo = Genótipo x Ambiente, características quantitativas usualmente apresentam maior influência de fatores ambientais do que características herdadas de maneira mendeliana simples (GRIFFITHS,2008).

*E. lineolata* apresenta variações na coloração de sua concha, mas é necessário um estudo minucioso para concluir se estas diferenças derivam de um polimorfismo ou de uma herança poligênica, dentre outros modos de herança possíveis

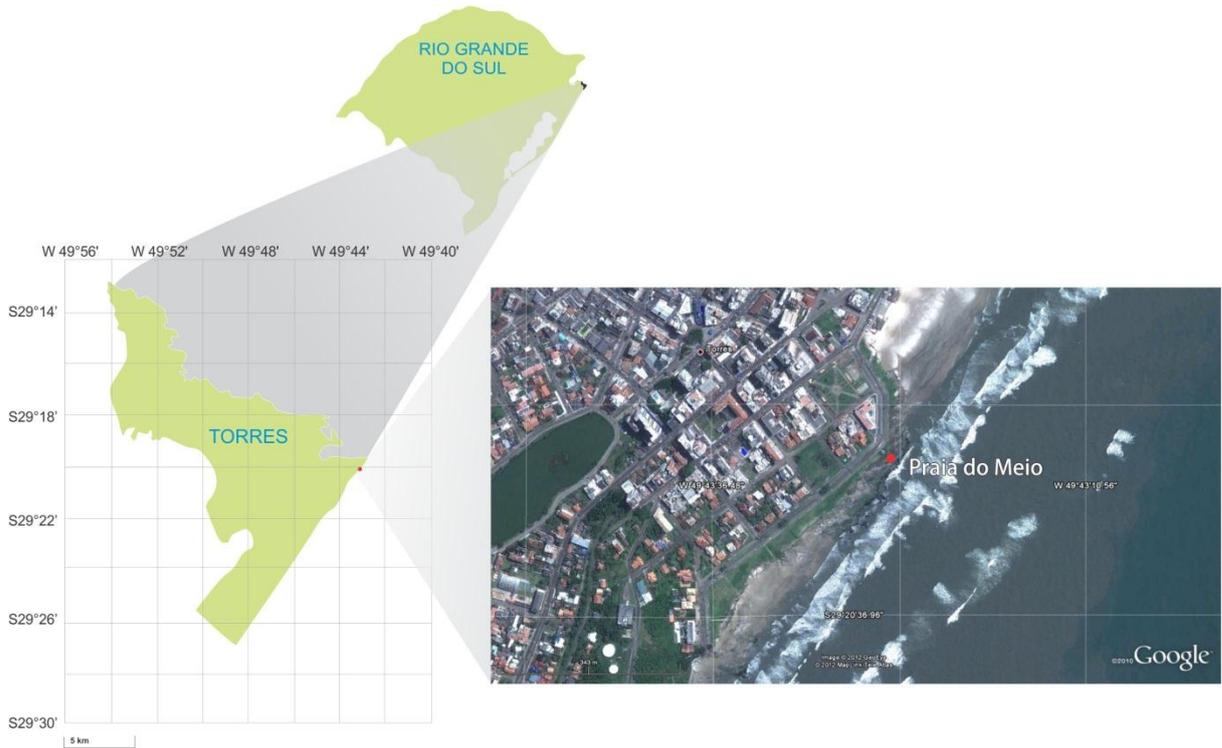
### 3 ÁREA DE ESTUDO

A costa marítima do Rio Grande do Sul possui cerca de 620 quilômetros de extensão, sendo retilínea e uniforme com poucas aberturas e apresentando extensas praias arenosas dominadas por ondas com orientação, predominantemente, nordeste-sudoeste (TOMAZELLI et al., 2007). Está sob um

regime de micro-marés, porém pode ser inundada frequentemente por marés meteorológicas (PERAIRA, 2005).

Segundo a classificação de Koppen e Gelder (1928) o clima da região é Subtropical chuvoso, com a temperatura média anual de 18,7°C, a costa marítima riograndense sobre forte influência de um padrão sazonal de ventos e correntes marinhas; entre as principais forças presentes estão a circulação associada às correntes da Convergência Subtropical do Atlântico Sul e o volume de descarga continental. Quanto às temperaturas médias mensais, os valores mais baixos ocorrem em julho, entre 9 e 10°C, no extremo leste da Região do Planalto e os mais elevados em janeiro, entre 25 e 26°C, nas regiões do Alto e Baixo Vale do Rio Uruguai (BURIOL et al.,1979). Os ventos predominantes são de nordeste e leste durante a estação do inverno e durante o verão há um predomínio de ventos sudoeste (GARCIA; GIANNINI, 2009). A ressurgência é uma característica marinha marcante do RS porque encontra-se na faixa subtropical (MADUREIRA, 2006).

A área de estudo está localizada no afloramento rochoso presente na porção norte da Praia do Meio em Torres (Figura 1). Este município está localizado no extremo norte do Rio Grande do Sul, nas coordenadas 29° 20' 07" S e 49° 43' 37" W, sendo o único que apresenta costões rochosos a beira mar em nosso Estado, substrato necessário para a ocorrência de *E. lineolata* (ABSALÃO; ROBERG, 2002; MAGALHÃES,1998; RIOS,1994). Estes correspondem às escarpas da Serra Geral que chegaram até o mar, isto é, um sítio geomorfológico ígneo e sedimentar, constituído por camadas basálticas da formação da Serra Geral, sobrepostas e intercaladas na base com arenitos eólicos desérticos juro-cretácicos (formação



Botucatu).

Figura 1 – Posição geográfica de Torres no Rio grande do Sul, com ênfase na Praia do Meio; a seta indica o costão rochoso no qual foram realizadas as coletas do presente estudo.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

A determinação taxonômica dos gastrópodes em estudo foi feita a partir da descrição da concha apresentada em Golçalves (2011). Deve-se levar em conta também o aspecto da rádula e genitália, todavia não foi possível analisar estes caracteres durante o desenvolvimento do trabalho.

A primeira saída a campo ocorreu no dia 9 de dezembro de 2011, sendo esta realizada como pilotagem para escolha da área de estudo bem como definição do desenho amostral. Depois, no dia 19 de janeiro de 2012, ocorreu a saída a campo na qual os dados sobre os indivíduos foram levantados e registrados, e, por fim, no dia 11 de março de 2012 ocorreu a última ida a campo para complementação da coleta de dados; as coletas de dados ocorreram preferencialmente nos períodos de maré baixa, começando no início da manhã preferencialmente pelo médiolitoral superior.

O método escolhido para analisar a população de *E. lineolata* no costão rochoso da Praia do Meio, foi o dos quadrados, pois trata-se de um método não destrutivo, ao contrário de outros como o de raspagem, com vantagens discutidas por Sabino e Villaça (1999).

Com base na sua distribuição no costão rochoso (MAGALHÃES, 1994; REID, 1998; RIOS, 1994), os espécimes de *E. lineolata* foram amostrados em dois estratos distintos, o supralitoral e o mediolitoral superior. Em cada estrato, foram estabelecidos quatro pontos amostrais com uma área de 1m<sup>2</sup>, separados entre si por uma distância de 10m, sendo o conjunto de pontos geo-referenciados através de um GPS (Figura 2).



Figura 2 – Localização dos oito pontos amostrais (em vermelho): mais próximos do mar estão os quatro pontos do estrato Médiolitoral Superior e mais afastados, os quatro pontos do estrato Supralitoral; as coordenadas correspondem ao conjunto de pontos amostrais.

A área de cada ponto foi fixada com o auxílio de uma estrutura de PVC (Figura. 3a), a qual se apresenta subdividida com fios de nylon em 16 quadrados de 0,025 m<sup>2</sup> (Figura 3b). Então, para o exame dos indivíduos, foram utilizados, como unidades amostrais representativas de cada ponto, seis quadrados de 0,025m<sup>2</sup>, selecionados aleatoriamente. Os indivíduos de cada quadrado foram contados, para

a determinação da densidade média populacional, sendo muitas vezes necessário checar o interior de fendas nas rochas e carapaças abertas de cracas, locais onde estes gastrópodes preferencialmente se alojam.

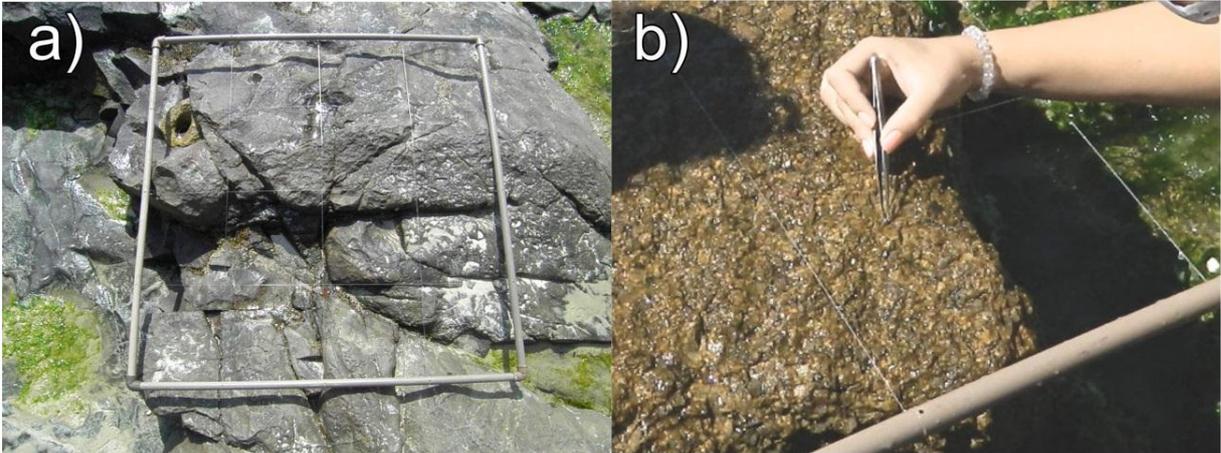


Figura. 3 – Detalhamento da amostragem realizada na população de *E. lineolata* em um costão rochoso da Praia do Meio (Torres/RS) no verão de 2012. a) Estrutura de PVC com área de um  $1\text{ m}^2$  subdividida em 16 quadrados de  $0,025\text{ m}^2$ , utilizada para definir a área e as unidades amostrais representativas de cada ponto de coleta; b) Manipulação local dos espécimes encontrados na unidade amostral ( $0,025\text{ m}^2$ ) para a sua quantificação, medição e obtenção das imagens.

Para análise do tamanho, cor e integridade da concha, foram obtidas, para um  $n$  amostral de 300 indivíduos, medidas de comprimento e largura totais da concha (VILLAR,2008), através de paquímetro digital de aço inoxidável (precisão de  $0,01\text{mm}$ ), e registros fotográficos, através da máquina Nikon Colorpix L120 com filtro close up +10.

Praticamente todas as fotos foram feitas em campo, porém uma pequena parcela de indivíduos teve de ser coletada devido ao mau tempo, que inviabilizou o registro fotográfico destes animais no próprio no local de estudo. Para obtenção das fotos *in situ*, primeiramente os organismos eram armazenados em frascos plásticos e depois, transferidos, um a um, para uma bandeja que serviu de fundo para as imagens (Figura 4). Após esta manipulação, os animais eram devolvidos para o mesmo estrato de onde foram retirados.



Fig. 4 – Manipulação de espécimes de *E. lineolata* em um costão rochoso da Praia do Meio (Torres/RS) no verão de 2012 para obtenção de registros fotográficos a) Coleta e armazenamento temporário dos indivíduos para realizar o registro. b) Registro fotográfico dos indivíduos, tendo uma bandeja como fundo da imagem.

As fotos foram impressas e minuciosamente avaliadas para o levantamento dos padrões de coloração da concha existentes na população e também para analisar a integridade da concha. Em relação a esta última, os animais foram classificados de acordo com as categorias: espira da concha íntegra (1) e espira da concha com desgaste (0).

As densidades populacionais médias nos estratos, bem como as médias de comprimento e de largura totais dos indivíduos nos estratos foram avaliadas por uma ANOVA *one way*. Antes de aplicar esta análise, a homogeneidade das variâncias/covariâncias foi avaliada através do teste Cochran, Hartley & Bartlett. Já para a integridade da concha, por ser uma variável categórica, a diferença entre estratos foi verificada através do teste não paramétrico Kolmogorov- Smirnov para duas amostras.

Quanto à variabilidade de coloração da concha na população, utilizou-se o índice de diversidade de Shannon para analisá-la, o qual também teve seus valores para os estratos testados através do teste de Kruskal-wallins. A distribuição dos valores de comprimento e largura totais da concha, bem como das categorias de cor, na população, em cada estrato, também foi examinada através de histogramas. Tanto os histogramas como os testes estatísticos já citados foram desenvolvidos através do programa STATISCA Trial 10.

## 5 RESULTADOS

Os resultados deste trabalho estão apresentados através de quadros e gráficos com histogramas para uma melhor compreensão e análise dos dados de cor, tamanho e integridade da concha levantados.

### 5.1 COLORAÇÃO

As classes para a população de gastrópodes observada foram definidas a partir de padrões mais claros até os mais escuros, sendo, ao todo, detectadas 10 classes entre os estratos supralitoral e o médiolitoral superior (Quadro 1). Foram separados padrões como o paralelo claro (1), o paralelo normal (2) e o paralelo escuro (8), pois algumas dessas formas ocorriam apenas em um dos estratos, bem como o padrão zebra claro (4) e o padrão zebrado escuro (9).

Quadro 1: Padrões de coloração de concha detectados na população de *E. lineolata* no costão rochoso da Praia do Meio (Torres/RS) no verão de 2012.



	
<p>e) Classe 5: Linhas pretas formando um padrão zebrado com fundo claro</p>	<p>f) Classe 6: Inicialmente linhas marrom claro passando para linhas pretas com uma faixa larga mediana escura com fundo claro.</p>
	
<p>g) Classe 7: Linhas paralelas pretas com uma faixa larga mediana escura com fundo claro.</p>	<p>h) Classe 8: Linhas paralelas pretas com fundo escuro</p>
	
<p>i) Classe 9: Linhas pretas formando um padrão zig-zag com fundo escuro</p>	<p>j) Classe 10- Sem linhas, concha totalmente escura</p>

Ao todo, no supralitoral foram observados oito classes de coloração da concha, sendo as classes 8 e 9 ausentes neste estrato. A forma predominante foi a da classe 1 com uma frequência de 0,253333333 (25,33%) dos indivíduos nesta zona mais quente, seguida da classe 4 com 0,226666667 (22,66%), sendo estas formas mais claras (quadro 2). As formas mais raras, 3 e 10, estão na faixa de 5 a 9% de frequência, o que é maior do que o esperado pela taxa de mutação. Se a herança é monogênica, o caso se ajusta ao conceito de polimorfismo.

. No médiolitoral Superior ocorreram 9 classes, sendo apenas a classe 4 sem ocorrência e a classe 7, que possui uma coloração mais escura, foi predominante com uma frequência de 0,373333333 (37,33%) dos indivíduos nesta zona menos quente (quadro 3). A Forma mais rara é a 1 (a mais clara) e está na faixa de 1%, ainda dentro do limite do conceito de polimorfismo. No total da população, a forma

escura 7 predomina, há 4 formas que tem frequências iguais, 2, 4, 5 e 6, que são parte do gradiente em direção ao claro e, com exceção da forma 1, a mais clara, as demais tem frequências abaixo de 10%. A forma mais rara é a 2, das mais claras, e tem frequência de 1%, ainda dentro do limite do conceito de polimorfismo (quadro 4). Para uma melhor análise e visualização da variação de coloração na população do gastrópode, foi produzido um histograma de frequência das classes de cor para cada estrato (Figura 5). Na comparação dos histogramas, percebe-se que os indivíduos do supralitoral apresentam maior variação de coloração e predomínio de formas claras, enquanto os indivíduos do mediolitoral superior, o padrão oposto.

Quadro 2 e 3 – Mostrando o total absoluto dos indivíduos de cada classe nos diferentes estratos.

Quadro 4 – Mostrando o total absoluto de todos os indivíduos do estrato.

Quadro 2 SUPRALITORAL			Quadro 3 MEDIOLITORAL SUPERIOR			Quadro 4 PRAIA DO MEIO (TOTAL)		
Classes	Nº de indivíduos	Frequência	Classes	Nº de indivíduos	Frequência	Classes	Nº de indivíduos	Frequência
1	38	0,2533333	1	1	0,0066667	1	39	0,13
2	18	0,12	2	12	0,08	2	30	0,1
3	9	0,06	3	9	0,06	3	18	0,06
4	34	0,2266667	4	0	0	4	34	0,1133333
5	16	0,1066667	5	18	0,12	5	34	0,1133333
6	13	0,0866667	6	20	0,1333333	6	33	0,11
7	14	0,0933333	7	56	0,3733333	7	70	0,2333333
8	0	0	8	11	0,0733333	8	11	0,0366667
9	0	0	9	10	0,0666667	9	10	0,0333333
10	8	0,0533333	10	13	0,0866667	10	21	0,07
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>1</b>	<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>1</b>	<b>TOTAL</b>	<b>300</b>	<b>1</b>

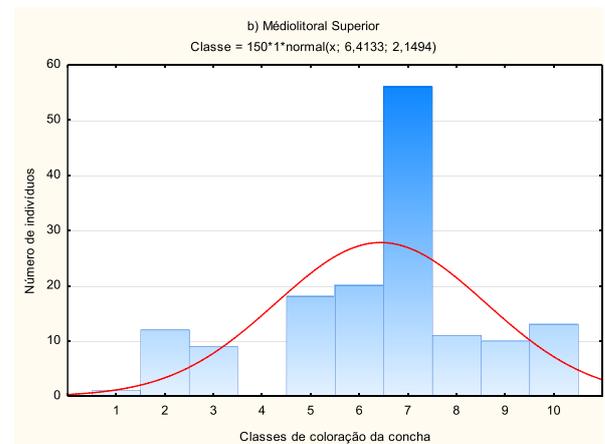
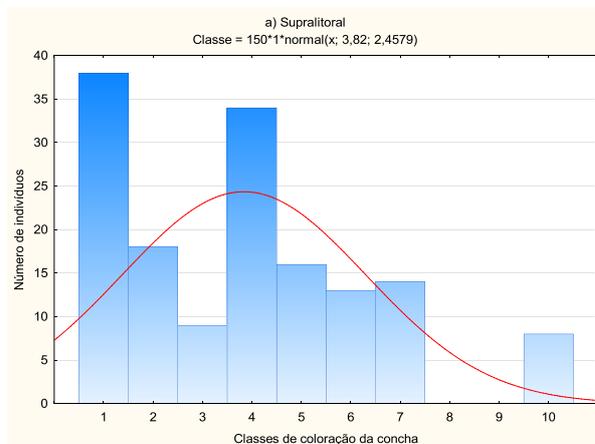


Figura 5- Distribuição dos indivíduos do supralitoral (a) e do médiolitoral superior (b) nas classes de coloração da concha identificadas na população do gastrópode *E. lineolata* do costão rochoso da Praia do Meio (Torres/RS), no verão de 2012.

Os valores do Índice de Diversidade de Shannon ( $H'$ ) encontrados nos indivíduos do Supralitoral (S) e do Médiolitoral Superior (M) foram respectivamente  $H'S$  igual a 1,93587 e  $H'M$  igual a 1,87929. Este resultado contraria o que foi evidenciado na análise anterior, em que a população a população apresentava-se mais diversa para coloração mais próxima ao mar. Esta diferença nos valores de  $H'$  teve sua significância testada estatisticamente, através do teste de Kruskal-Wallis sendo verificado que ela não foi significativa.

Analisando-se conjuntamente os indivíduos dos dois estratos, o índice de Shannon resultou em  $H'=2,563458843$ , o que se considera uma população relativamente diversa, pois quando maior o  $H'$ , maior a diversidade presente no conjunto.

## 5.2 DESGASTE DA CONCHA

O número de indivíduos com desgaste na espira da concha foi maior no médio-litoral superior (Figura 6). Esta diferença de desgaste entre os indivíduos de estratos distintos foi comprovada estatisticamente do teste de Kolmogorov- Smirnov o qual apresentou o seguinte resultado:  $H=10,82$  e  $p=0,0010$ .

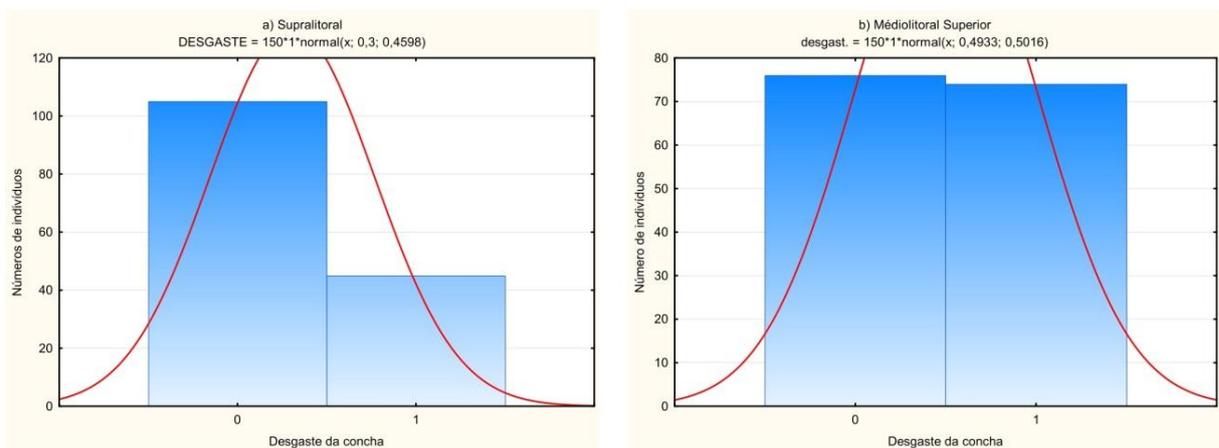


Figura 6- mostrando o histograma de desgaste da concha dos dois estratos.

### 5.3 DENSIDADE POPULACIONAL

Ao total foram contabilizados 1083 indivíduos, encontrando-se, as densidades médias de 198,05 para o médiolitoral superior e de 90,75 para o supralitoral. Todavia, a densidade maior de indivíduos no médiolitoral superior não foi comprovada estatisticamente ( $F=2.11$ ;  $p=0,153015$ ). A figura 8 mostra as densidades nos pontos de amostragem. O desvio padrão é relativamente alto, pois a distribuição dos gastrópodes é altamente agregada.

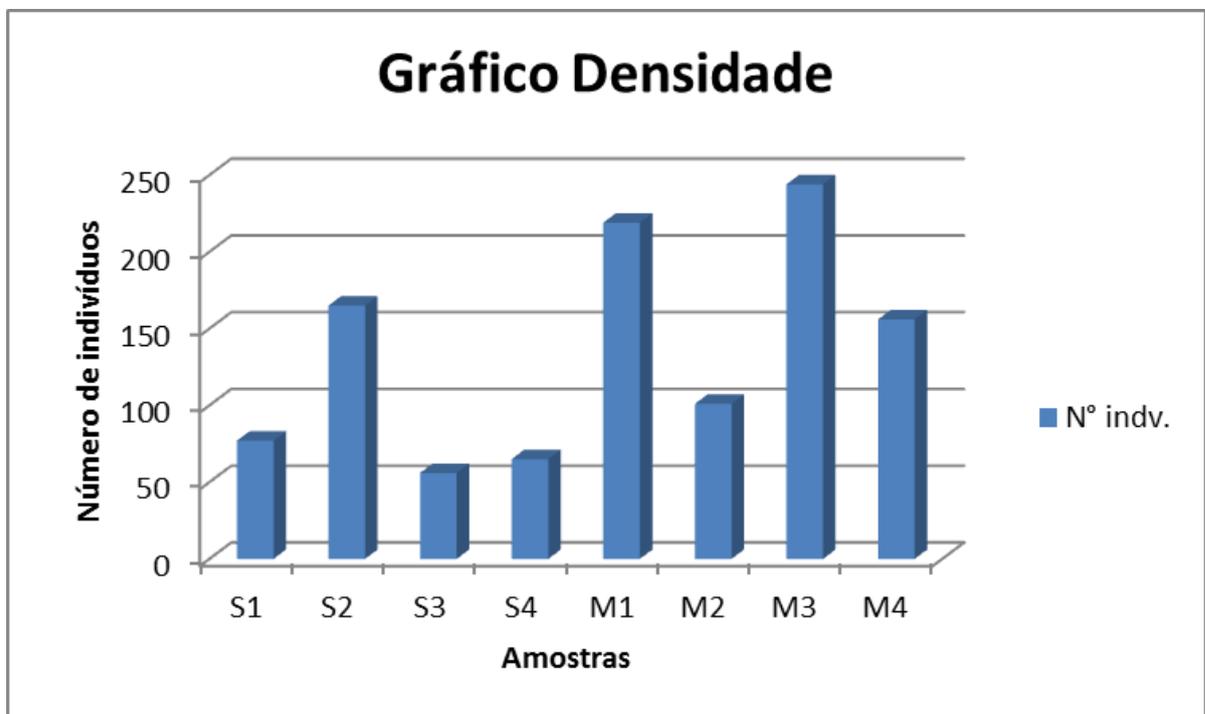


Figura 7 - Variação das densidades do gastrópode de *E. lineolata* nos pontos de amostragem no costão rochoso da Praia do Meio (Torres/RS) no verão de 2012. S representa o estrato supralitoral e M o estrato médiolitoral superior.

### 5.4 MÉDIAS DE COMPRIMENTO E LARGURA DA CONCHA

A distribuição dos indivíduos nas classes de comprimento e largura das conchas obtidas pode ser observada nas figuras 9 e 10. Constata-se que os indivíduos maiores da população encontram-se no estrato supralitoral, pois em

ambas as medidas, comprimento e largura, os valores mais altos foram observados no estrato mais afastado do mar.

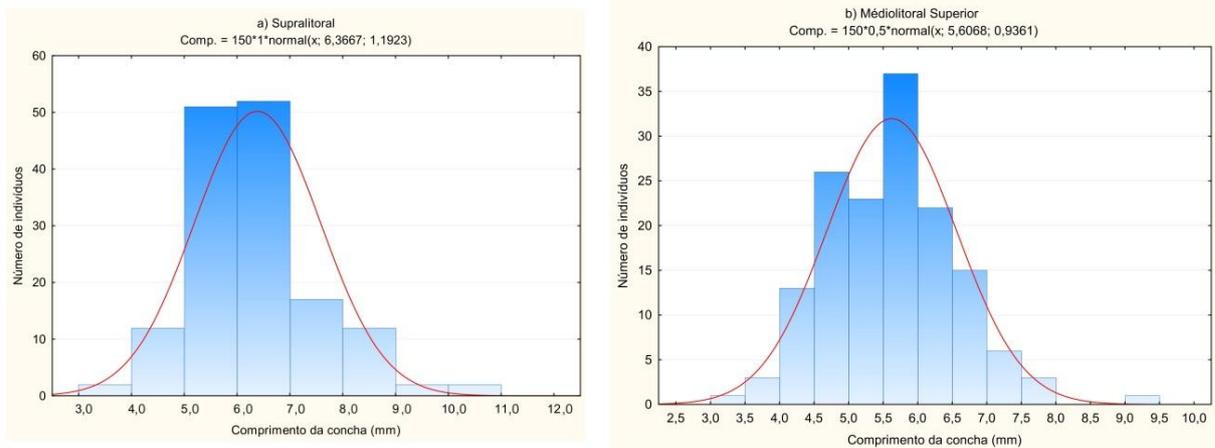


Figura 8 - Distribuição dos indivíduos do supra-litoral (a) e do médio-litoral superior (b) nas classes de comprimento da concha encontradas na população do gastrópode *E. lineolata* do costão rochoso da Praia do Meio (Torres/RS) no verão de 2012.

Em relação ao comprimento, no supralitoral seu intervalo é de 3 a 11 mm, enquanto no médiolitoral superior é de 2,5 a 9,5 mm (representado por apenas um indivíduo) (Figura 8). Já no que diz respeito à largura, seus intervalos de variação foram de 3 a 6 mm no supralitoral e de 2 a 5,5 mm no médiolitoral (Figura 9).

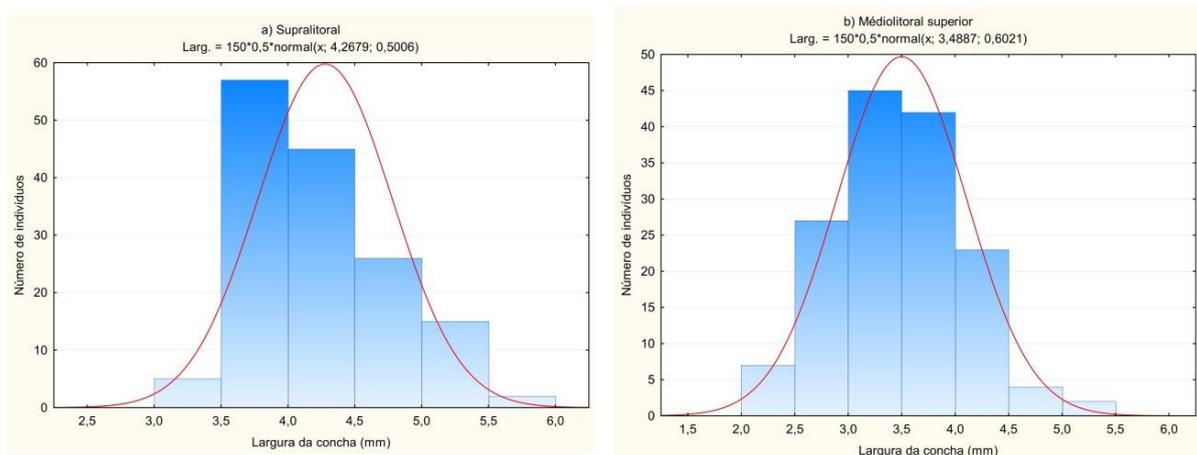


Figura 9 - Distribuição dos indivíduos do supralitoral (a) e do mediolitoral superior (b) nas classes de largura da concha identificadas na população do gastrópode *E. lineolata* no costão rochoso da Praia do Meio (Torres/RS) no verão de 2012.

Tanto a medida do comprimento total da concha, quanto a medida da largura total da concha, mostraram diferenças significativas entre os indivíduos dos dois estratos analisados, sendo ambas maiores no supra do que no médio-litoral. Os resultados da ANOVA foram, para a largura,  $\mu S=3,83$  mm,  $\mu M=3,39$  mm,  $F=28,573$  e  $p=0,00000$ , e para o comprimento,  $\mu S=6,14$  mm,  $\mu M=5,48$  mm,  $F=24,367$  e  $p=0,00001$ .

## 6 DISCUSSÃO

A variação de coloração na concha de *E. lineolata* nos costão da Praia do Meio apresentou-se relativamente ampla, ocorrendo dez diferentes classes fenotípicas entre os dois estratos. Apesar de o médio-litoral superior ter apresentado nove classes fenotípicas e o supralitoral oito classes, o Índice de Diversidade de Shannon mostrou-se levemente maior para o supralitoral, isto porque este índice leva em conta não apenas a riqueza, mas também a equidade das diferentes formas, e no médio-litoral superior houve uma classe que dominou com 37,33 (classe 7) da amostra. Mesmo assim, esta diferença não foi estatisticamente significativa, ou seja, a quantidade de variação desta característica está distribuída igualmente nos estratos.

Uma outra observação quanto à diferença das variações entre os estratos é que formas mais claras apresentaram-se mais frequentes na parte superior e as formas escuras, na parte mediana do costão. Apesar de quase todas as dez classes terem sido encontradas nos dois estratos, percebe-se um verdadeiro gradiente de coloração que inicia-se nas conchas mais claras, presentes com maior intensidade no supralitoral, e termina nas conchas mais escuras que se apresentaram em quantidades maiores no médiolitoral. Esse padrão já foi detectado em outros litorinídeos, como em *Litorina fasciata* (Gray, 1839) da Nova Zelândia, sendo que organismos presentes em estratos superiores apresentaram colorações mais claras do que os que se localizavam em estratos inferiores do costão rochoso analisado. Bertness e Nibakken, 2005, atribuíram estas diferenças de coloração ao fator temperatura, já que uma concha mais clara demora mais tempo para aquecer quando o sol incide sobre ela do que conchas mais escuras.

Em *E. lineolata* dos costões de Torres, é muito provável que as diferenças nas frequências de formas com coloração clara e escura entre as duas faixas, também se deva a este fator. Os organismos que vivem no supralitoral ficam expostos ao ar praticamente o dia todo e, conseqüentemente, à elevada temperatura, comumente refugiando-se em fendas, quando estas estão presentes (COUTINHO,2002). No costão analisado em nosso trabalho, muitas vezes, os organismos que estavam no supralitoral encontravam-se em fendas, porém outros estavam totalmente expostos ao sol, apresentando suas conchas muito secas. Durante o dia, especialmente os ensolarados da estação do verão, que no RS atinge temperaturas muito elevadas, a coloração mais clara pode ser vital para a sobrevivência dos indivíduos no estrato superior do costão.

As diferenças na coloração da concha em gastrópodes podem também estar relacionadas à camuflagem no substrato. Em *L. saxatilis*, foi observado correlação entre a frequência das diferentes cores e propriedades visuais do substrato onde se encontram. Ribeiro, 2001, sugere que a variação é selecionada pela predação, sendo os principais predadores para esta espécie aves e os crustáceos, principalmente caranguejos (Raid, 1993). O costão rochoso examinado no presente trabalho, por ser de natureza basáltica é escuro e, além disto, observou-se que os organismos presentes no médio-litoral superior, algumas vezes encontravam-se muito próximos à faixa onde são encontrados mexilhões (Mytilidae), os quais conferem ao ambiente de fundo uma coloração mais escura. Considerando estes dois aspectos, os padrões de concha escura poderiam tornar os indivíduos do médio-litoral menos visíveis a seus eventuais predadores. Porém, a maioria dos litorínídeos encontrados nesta faixa do costão estava no interior de carapaças de cracas vazias, as quais já os deixam menos visíveis a predadores e também podem proteger em relação a outros fatores, como a ação mecânica das ondas. Contudo, nenhum predador, como caranguejos ou aves, foi observado no local, nem outras evidências de predação significativas foram detectadas. A literatura quanto ao predador natural de *E. lineolata* é precária, deixando espaço para estudos mais específicos com relação a camuflagem e predação desta espécie.

Outra questão em aberto é quais são os aspectos genéticos que mais contribuem para a manutenção dos padrões diferentes na coloração de concha da espécie estudada. Estes padrões estão sendo mantidos através da seleção natural ou por outros fatores como a deriva genética ou fluxo gênico? No estudo clássico

com coloração de gastrópodes de Cain e Sheppard, 1960, foi documentado que estes gastrópodes apresentam um complexo polimorfismo genético tanto para a cor da concha (marrom, rosa ou amarelo) como para o número de faixas escuras na concha (de 0 a 5). Estudos com fósseis demonstraram que o polimorfismo desta espécie tem persistido pelo menos desde o Pleistoceno (CALLAPEZ, 1999). A aparente estabilidade do polimorfismo implica que a seleção impediu a fixação por deriva genética. Neste estudo em um local, conchas com faixas estavam presentes em 47% dos caracóis vivos e em 56% dos mortos, indicando que nessa localidade o fenótipo com faixa era mais susceptível à predação. De modo geral, a predação por tordos foi maior em tipos de conchas julgadas mais visíveis no habitat local (florestas ou campos). Estudos quantitativos desse tipo podem fornecer evidências de seleção e estimativas de sua intensidade e, algumas vezes, informações sobre suas causas.

Porém, em *E. lineolata*, não sabemos ao certo o que mantém a variação da coloração de sua concha e se estas variações então se mantendo ao longo do tempo como em *C. nemoralis* ou se tratam apenas de um polimorfismo transitório onde observamos a população enquanto um alelo está sendo substituído o outro. Caso ela se mantenha ao longo do tempo, poderemos inferir que as diferentes correlações de conchas mais claras no supralitoral e mais escuras no médio-litoral superior, está sendo mantido pela seleção natural destes ambientes, devido a temperatura.

Uma vez que as formas mais raras que encontramos no presente trabalho encontram-se na faixa de frequências de cerca de 1%, acima das estimativas conhecidas da taxa de mutação, podemos pensar que se trata de um polimorfismo (GRIFITHS, 2009).

As populações de *E. lineolata* da Praia do Meio apresentam-se, aparentemente, mais isoladas de outras populações, pois Torres é a única praia do RS que apresenta costão rochoso, local adequado para sua fixação. Porém Andrade, 2005, estudou a dispersão larval desta espécie, baseando-se que, em espécies planctônicas, as larvas possam chegar a distâncias relativamente grandes e esperando, então, que populações assim possuam alta variabilidade genética intra-populacional. Contudo, seu estudo mostrou uma baixa estruturação genética para as populações estudadas (treze estados da costa brasileira do Ceará até Santa Catarina): cerca de 97% da variabilidade dos genes estudados eram similares em outras populações, indicando que o estágio larval planctônico desta espécie, como

de outras espécies marinhas, pode encontrar populações bastante distantes passando assim seus genes adiante.

Com os resultados do presente trabalho, não é possível identificar se a população de *E. lineolata* de Torres apresenta realmente um polimorfismo como em *C. nemoralis*, ou a coloração de sua concha deve-se a outros fatores como o de herança quantitativa. Neste caso, as diferenças fenotípicas de uma dada característica não mostram variações bruscas, as variações são contínuas e mudam gradativamente, saindo de um fenótipo “mínimo” até chegar a um fenótipo “máximo”.

Os fenótipos das conchas encontradas variam de diversas formas: (1) coloração “de fundo” da concha: desde claro (mínimo) até escuro (máximo); (2) desenho das listras: ou paralelas ou zigzag ou o padrão denominado zebra, que poderia ser considerado um intermediário entre estes dois tipos; (3) presença ou ausência de uma faixa transversal escura que pode ou não estar presente conjuntamente com os padrões já mencionados e (4) há ainda um outro fenótipo que pode ser considerado o mais complexo entre os dez encontrados, que é o que apresenta a faixa transversal escura, mas se diferencia dos demais porque do início da concha até faixa escura a cor é clara e, após a faixa escura, a concha é concha escura. Não podemos afirmar ao certo qual o tipo de herança que atua sobre a coloração de concha desta espécie, porém dadas as observações deste trabalho, podemos inferir que há mais de um gene atuando sobre as características das variações de coloração, pois um atua sobre as listras, um sobre o fundo da concha e outro com a ausência ou presença de uma listra transversal. Contudo não podemos responder, se é apenas um gene que condiciona cada característica ou se é um somatório de genes que faz esta característica aparecer. Contudo, todos os resultados obtidos estão dentro de um polimorfismo, mas isto não é o suficiente para refutarmos outro tipo de herança como um di-hibridismo ou um tri-hibridismo, deixando esta questão para trabalhos futuros.

Apesar do presente trabalho não ter avaliado as causas genéticas dos diferentes padrões de coloração desta espécie, os dados levantados são o passo inicial indispensável para abrir espaços para trabalhos futuros, que podem explorar o enfoque genético através de cruzamentos, além de métodos como o de RFPLs (*Restriction Fragment Length Polymorphisms*), avaliando a variação de fenótipos dos indivíduos desta espécie em paralelo com marcadores moleculares e refinando estas informações.

Principalmente em costões expostos como é o caso dos costões rochosos de Torres, o impacto da ação das ondas é maior sobre a fauna que ali se estabelece. Sabe-se que as espécies que colonizam especialmente o médiolitoral apresentam diversas adaptações morfológicas para resistir ao impacto das ondas, a maioria delas referindo-se a uma fixação vigorosa como é o caso das cracas, presas permanente ao substrato através do cimento, ou dos mexilhões com uma fixação mais temporária através do bisso (ALMEIDA, 2008). Os littorinídeos que vivem no médiolitoral não possuem nenhuma adaptação morfológica específica para a sua fixação, porém exibem o comportamento de se refugiar no interior dos esqueletos vazios das cracas, o que certamente lhes confere uma proteção contra o estresse mecânico das ondas, como observado por Magalhães, 1998. O manuseio em campo dos gastrópodes no médio-litoral superior ocorreu sempre com o auxílio de pinças, pois quase a totalidade deles encontrava-se dentro de esqueletos de cracas, algumas vezes mais de um no mesmo esqueleto; algumas vezes havia a necessidade de quebrar os esqueletos para a sua retirada, como já relatado no trabalho de Villar, 2008 com littorinídeos. Já com os indivíduos do supralitoral, a pinça foi utilizada apenas para facilitar a contagem.

Tal proteção pode evitar a remoção dos indivíduos desta faixa, mas não impedir totalmente o desgaste da concha devido ao atrito com a água do mar, uma vez que foi verificado que o desgaste da concha foi maior nos indivíduos do médiolitoral superior do que nos indivíduos do supralitoral. Foi observado que ao se encaixarem no interior dos esqueletos de cracas, muitas vezes os gastrópodes permanecem com o ápice da sua concha exposto, podendo ser danificados pela ação do vai e vem das ondas. Assim, através dos embasamentos da literatura e das observações feitas em campo acredita-se que a ação das ondas é um dos principais fatores que pode provocar o desgaste na concha de *E. lineolata*.

Apesar da ação das ondas ser inexistente no supralitoral, este estrato também oferece desafios para a sobrevivência da espécie em questão, como resistir às grandes flutuações da temperatura e à dessecação. Uma adaptação comportamental observada nas espécies vageis é a migração vertical de acordo com a maré, em busca de faixas mais úmidas e o e refúgio em fendas (COUTINHO, 2002). Magalhães, 1998, atribuiu a variação da densidade de *Nodilittorina lineolata* (agora *E. lineolata*) entre os estratos ao recrutamento dos juvenis que se estabeleceriam preferencialmente no médio-litoral, por este oferecer uma maior

chance de sobrevivência, devido a maior quantidade de abrigos (em esqueletos de cracas) e de umidade. A menor densidade de indivíduos de *E. lineolata* encontrada no supralitoral dos costões de Torres, aqui relatada, pode estar relacionada a estes dois fatores, então: menor chance de sobrevivência (possivelmente por estar mais exposta a predadores) e maior chance de dessecação.

Ao oposto da densidade, a média dos tamanhos dos indivíduos de *E. lineolata* de Torres, tanto largura quanto comprimento da concha, foi significativamente maior no supralitoral. Este padrão já foi verificado em outros estudos com litorinídeos, como o de Magalhães (1998) que argumentou, que após um recrutamento diferencial dos mais jovens nos estratos do médio-litoral, os organismos maiores tendem a ascender para o supralitoral. Mas a autora também sugeriu que tempestades com maré alta e grandes ondulações podem transportar passivamente indivíduos para níveis superiores do costão. Entretanto, os resultados do desgaste da concha obtidos no presente trabalho não corroboram com esta explicação, pois neste caso o nível de desgaste da concha observado seria o mesmo nos dois locais e é maior no médio-litoral. Portanto, parece haver alguma espécie de seleção que favorece tamanhos maiores no supralitoral.

A outra questão levantada por Magalhães, 1998, para explicar a distribuição de tamanho dos indivíduos nos estratos, é que indivíduos maiores podem não sobreviver com a mesma chance que os menores no estrato superior. Ou no médio-litoral superior. Ante à predação por caranguejos. Indivíduos grandes são mais visíveis por um lado, e por outro, apresentam maior dificuldade para se encaixarem nos espaços disponibilizados pelos esqueletos vazios das cracas. Na população da Praia do Meio, pode ser este o motivo que está determinando a variação de tamanho dos espécimes de *E. lineolata*, pois como já comentado, os organismos que estavam presentes no médiolitoral, quase sempre estavam dentro de cracas e, geralmente, apresentavam conchas pequenas. Além disto, a pressão de predação por caranguejos deve ser menor no supralitoral, uma vez que as espécies de caranguejos de costões rochosos são muito dependentes da água.

Ainda sobre o tamanho dos indivíduos, Raid, 1993, menciona, que, especialmente em costões expostos, há um grande risco de deslocamento por ondas dos gastrópodes em estratos inferiores o que limita os períodos de forrageamento e o tamanho concha, possivelmente maior nestes locais. Já os respingos das ondas que chegam no supralitoral poderiam permitir longas excursões

de forrageamento sobre a superfície do substrato úmido, sem o risco do animal ser desalojado, possibilitando maior ganho de tamanho nestes locais.

Outros fatores físicos podem influenciar a distribuição de tamanho dos indivíduos espacialmente num costão. Os indivíduos pequenos têm menor sucesso de vida no supralitoral devido à dessecação e altas temperaturas presente neste estrato, enquanto os gastrópodes de maior tamanho demorariam mais tempo para superaquecer, perdendo água mais lentamente do que os gastrópodes com conchas menores (SMITH, 1981). Mas, em Saquarema, no Rio de Janeiro, foi constatado que os indivíduos pequenos da zona das cracas sobreviveram tão bem quanto os indivíduos grandes no nível superior da costa. Assim, parece que a distribuição espacial do tamanho na população é uma resposta da espécie às variações ambientais do costão em meso-escala.

Os diferentes aspectos físicos entre praias de baías mais abrigadas e praias mais abertas ao oceano, bem como a influência dos mesmos sobre as populações dos litorinídeos, já foram motivo de discussão. Villar, 2009 analisou que em diversos costões da praia de Santa Catarina, como a praia do Forte, e, em praias mais abrigadas, como Lagoinha do Leste e a diferença de tamanhos de conchas entre o médio-litoral e supralitoral não foi significativa. Devido o impacto da onda ser menor em locais mais abrigados, os organismos maiores poderiam viver em regiões mais baixas sem ser levados pela maré. O autor também constatou nos costões da praia do Forte as maiores densidades da espécie, sugerindo que isto esteja relacionado ao fato desta praia ser abrigada do impactos de frentes frias, o que poderia significar maior sucesso de recrutamento dos juvenis deste gastrópode.

Uma questão não abordada pelo presente trabalho é como a ação antrópica, tão presente no costão da Praia do Meio pode estar afetando a população de *E. lineolata*. O número de habitantes estimado do município de Torres é de 33.680 habitantes no inverno e pode subir até 200 mil habitantes no verão, segundo o IBGE, 2012. O costão rochoso na Praia do Meio de Torres é relativamente plano, formando um corredor de pedras perpendicular á linha d' água na faixa de praia. No verão, devido ao seu fácil acesso, o pisoteio nesta área é considerável, principalmente na parte mais seca, isto é, no supralitoral. No trabalho de Villar, 2009 as maiores densidades e maiores tamanhos de concha foram encontradas nas praias abrigadas e de difícil acesso humano. É, então, de se esperar que a população deste gastrópode na Praia do Meio esteja sobre forte impacto.

## 7 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a população de *E. lineolata* no costão da Praia do Meio apresenta considerável variabilidade fenotípica para coloração da concha que é distribuída equitativamente nos dois estratos analisados. Ocorre predomínio de formas claras, maiores e com pouco desgaste de concha na zona do supralitoral em contrapartida com formas escuras, menores e mais desgastadas no médio-litoral superior, que sugere-se ser efeito de sobrevivência diferencial com relação aos fatores temperatura e/ou predação, além do efeito físico das marés.

O registro, a descrição e a quantificação desta variabilidade permitem que se tenham considerações sobre o possível modo de herança da característica e novas perspectivas de trabalho.

Assim sendo, é muito importante que os estudos com *E. lineolata* neste local prossigam, no sentido de verificar o seu real estado de conservação. Se for averiguando o declínio da espécie, planos de manejo e proteção deverão ser implantados nos costões, a fim de a biodiversidade das praias gaúchas não seja comprometida.

## REFERÊNCIAS

- ABISALÃO, R.S.; ROBERG. R. P. Complexo *Littorina ziczac* (Gmelin) (Mollusca, Gastropoda, Caenogastropoda) no litoral fluminense: análise morfométrica, distribuição vertical e bioquímica. **Rev. Bras. Zoo.** Curitiba, v. 16 n. 2, p. 1-15, jun. 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v16n2/v16n2a05.pdf>> . Acesso em: 20 jun. 2011.
- ABSALÃO, R. S.; LOURO, R. F. Variação morfológica da genitália masculina nas espécies do complexo *Littorina ziczac* (Mollusca, Gastropoda, Littorinidae) procedentes da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. **Biociências**, Porto Alegre, v.10, n. 1, p. 115-126.
- ANDRADE, S C. da **Variabilidade Genética Em Litorinédeos (Gastropoda: Mollusca) da Costa Brasileira.** 96 p. Tese ( Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005
- ANDRADE, S. C. da. **Padrões de distribuição genotípica em litorinídios ( Mollusca: Gastropoda) da costa brasileira.** 131 p. Tese (Doutorado em Genética e Biologia Molecular) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005
- BANDEL, K.; KADOLSKY, D. Western Atlantic species of *Nodilittorina* (Gastropoda; Prosobranchia): comparative morphology and its functional, ecological, phylogenetic and taxonomic implications. **Veliger**, Berkeley, v. 25, p.1-42, 1982.
- BORKOWSKI, T.V.; M.R. BORKOWSKI. 1969. The *ziczac* species complex. **Veliger**, Berkeley, v. 1, n.4, p. 408-414, 1969
- BORKOWSKI, T. V. ; THOMAS, V. Reproduction and reproductive periodicities of south floridian littorinidae (gastropoda: prosobranchia) ,

- CAIN, A. J.; SHEPPARD, P. M. Selection in the polymorphic land snail *Cepaea nemoralis*. **Heredity**. Oxford, v. 4, n. 3, p.275-294, 31 jan. 1950. Disponível em: <<http://www.nature.com/hdy/journal/v4/n3/pdf/hdy195022a.pdf>> Acesso em: 20 jun. 2011.
- CALLAPEZ, P. Paleoecologia e polimorfismo do helicídio *Cepaea (Cepaea) nemoralis* (Linné, 1758) (Mollusca, Gastropoda) do Plistocénico superior da Lapa dos Furos (Ourém, Portugal) **Rev. Port. Arq.** Portugal v. 2, n. 2 , p. 5-14. jun. 1999
- COND-PAÍN, P. et al. Detecting shape differences in species of the *Littorina saxatilis* complex by morphometric. **J. Mollus. Stud.**, Oxford, England v. 73, n. 2, p. 147-154, jan. 2007.
- COSTA, J. A.As relações bilaterais Brasil-Paraguai e a problemática dos “brasiguaios”. **Revista Habitus**: revista eletrônica dos alunos de graduação em Ciências Sociais - IFCS/UFRJ, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p.56-71, jul. 2009. Semestral. Disponível em: <[www.habitus.ifcs.ufrj.br](http://www.habitus.ifcs.ufrj.br)>. Acesso em: 13 jul. 2009.
- COUTNHO, R. Bentos e costões rochosos. In: PEREIRA, C. R.; GOMES, A. (Eds.) . **Biologia Marinha**. 2. ed. Rio de Janeiro : Interferência. 2002. p. 147-157
- COUTINHO, R. Avaliação crítica das causas da zonação dos organismos bentônicos em costões rochosos. **Oecologia Brasiliensis (online)** , v. 1 p. 259-271. jan. 1995
- EKENDAHL, A. Colour polymorphic prey (*Littorina saxatilis* Olivi) and predatory effects of a crab population (*Carcinus maenas* L.) **Jou. Exp. Mar. Biol. and Ecology**, v. 222, n. 1, p. 239-246. 1 abr. 1998.Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content> > Acesso em: 24 mar. 2012.
- GANNINI, M. F. C.; GARCIA, C. A. E. Variabilidade sazonal e ciclos da temperatura e clorofila-a superficiais na costa sudoeste do Oceano Atlântico Sul, através de imagens do sensor MODIS-Aqua. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, 2009, Natal. **Anais...**, Natal, 2009.p. 6471-6478

GONSALVES, E. P. **Análise Morfológica Comparativa de uma amostra do “complexo *Echinolittorina zicz*” (Gastropoda, Littorinidea)** 124 p. Dissertação (Mestrado em Zoologia, na área de Malacologia) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

IBGE, **Censo Demográfico de 2012**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, dados referentes ao município Torres. 2012

JOHANNESSON, K. Population differences in behaviour and morphology in the snail *Littorina saxatilis*: phenotypic plasticity or genetic differentiation? **Journal of Zoology**, London, v. p. 240: 475-493. Sept. 1997

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. 1928. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes.

KOZMINSKY, E. V.; LEZIN, P. A. Distribution of Pigments in the Shell of the Gastropod *Littorina obtusata* (Linnaeus, 1758). **Jou Mar. Biol.** Russian, v. 33, n. 4, p. 238–244. nov. 2006.

LEWIS, R. I.; GRAY, A. Williams Extreme morphological diversity between populations of *Littorina obtusata* (L.) from Iceland and the UK. **Hydrobiologia**, Dordrecht, Nerthelands v. 309, n. 1-3, p.161-166, jan. 1995

LITTLE, C.; KICHING. J. A. The biology of rocky shores. **Oxford University Press**, Oxford, p. 240. jun. 1996

LOPES, R. M. Marine zooplankton studies in Brazil – a brief evaluation and perspectives. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 79, n. 3, p 369-379, Sept. 2007.

MAGALHÃES, C. A. de. Density and shell- size variation of *Nodilittorina lineolata* (Orbigny, 1984) in the intertidal region in southeastern Brazil. **Hydrobiologia**, Dordrecht, Nerthelands, v. 378, n. 1-3, p. 143-148, 1998.

NYBAKKEN, J.W. Estuaries and Salt Marshes, In Harper Collins (Ed), **Marine Biology: An Ecological**, New York, v.4 p. 304-337. ago, 1997.

NYBAKKEN, J.W.; BERTNESS, M. B. **Marine biology**: an ecological approach. 6. ed. San Francisco: Person Benjamin Cummings, 2005, p. 144-332.

PEREIRA, P. S., CALLIARI, L. J.; BARLETTA, R. do C. 2005. Heterogeneidades e homogeneidades das praias oceânicas do Rio Grande do Sul: um enfoque estatístico, *In*: CONGRESSO DA ABEQUA, 10, 2005. Guaraparí. **Anais...** Garabari, ABEQUA, 2005, 6 p.

PHIFER-RIXEY, M. et al. Maintenance of clinal variation for shell colour phenotype in the flat periwinkle *Littorina obtusata*. **Jou. Evol. Biol.**, Basel v. 21, n. 4, p. 966-978, jul. 2008.

QUAID, C. D. Mc; MILLER, K. Larval supply and dispersal. *In*: DORR, S.; THOMASON, J. C (Orgs.). Biofouling. Ames: Wiley-Blacklivell, 2010. p. 16-24.

REID, D.G. The genus *Nodilittorina* von Martens, 1897 (Gastropoda: Littorinidae) in the eastern Pacific Ocean, with a discussion of biogeographic provinces of the rocky-shore fauna. **Veliger**, Berkeley , v. 45, P. 85–169. Jun. 2002.

REID, D.G. Barnacle-dwelling ecotypes of three British *Littorina* species and the status of *Littorina neglecta* Bean. **Jou. Mollus. Stud.** Oxford, England v. 59 n.4, p. 51-62. Jan. 1993

REID, D.G. The phylogeny of *Littoraria* (Gastropoda: Littorinidae): an example of the practice and application of cladistic analysis. **Phuket Marine Biological Center Special Publication** v.19, n. 3, p. 283-322. set. 1999.

REID. D. G. The genus *Echibolittorina*, Habe 1956 (Gatropoda: Littorinidae) In the western Atlantic Ocean. *Zootaxa* v. 4, n. 1, p. 1-103. Ago. 2009. Disponível em: < [http://z14.invisionfree.com/Conchologist\\_Forum/index.php?s=8571f2c6e22fbbf6be9c1c15a2728862&showtopic=2215&st=0&#last](http://z14.invisionfree.com/Conchologist_Forum/index.php?s=8571f2c6e22fbbf6be9c1c15a2728862&showtopic=2215&st=0&#last)>. Acesso em: 5 Abri. 2012

REID, D. G.; WILLIAMS, S. T. The subfamily Littorininae (Gastropoda: Littorinidae) in the temperate Southern Hemisphere: the genera *Nodilittorina*, *Austrolittorina* and *Afrolittorina*. **Rec. Aust. Mus.**, Sydney, 56, n.1, p. 75-122, abr. 2004.

RIBEIRO, S. ***Littorina saxatilis* um exemplo de polimorfismo**, 2001 Disponível em: <<http://naturlink.sapo.pt/article.aspx?menuid=2&cid=3917&bl=1&viewall=true>> Acesso em : 28 ago. 2011.

RIBEIRO, H. L. **Padrões de estruturação das comunidades marinhas bentônicas de substrato consolidado do infralitoral - Praia de Fora à Ponta do Norte - Parque Estadual da Ilha Anchieta - Ubatuba, SP**. 205 f. Dissertação (Mestrado em Med Botânica), Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, São Paulo. 2010.

RIOS, E. C. **Coastal Brazilian seashells**. ed. Rio Grande: Meridional EMMA, 1970.

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

RODRIGUEZ, S. R.; OJEDA, F. P.; INESTROSA, N. C. Settlement of benthic marine invertebrates. **Marine Ecology Progress Series**, Amelinghausen, v. 97, p. 193-207, 1993.

ROSENBERG, G. **Malacolog 4.1.1: A database of western Atlantic marine mollusca**. Disponível em: <<http://www.malacolog.org/>> Acesso em: 28 maio 2011.

SABINO, C. M. VILLAÇA, R. Estudo comparativo de métodos de amostragem de comunidades de costão. **Rev. Bras. Biol.** São Carlos Augusto. v. 59, n. 3, p. 407-503 set. 1999.

SALOMÃO, V. P.; COUTINHO, R. 2007. O batimento de ondas na distribuição e abundância dos organismos bentônicos da zona entremarés dos costões rochosos de Arraial do Cabo, RJ. *In*: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. 8. 2007. Caxambu. **Anais...** Caxambu, SEB, 2007, 2. p.

SIMONE, L. R. L. Morphological study on *Littorina flava* (King e Broderip ) from Brasil ( Ceanogastropoda, Littorinidae ) , **Rev. Bras. Zoo.** Curitiba, v. 15, n. 4, p. 857-887, ago, 1998. Disponível em: < <http://www.moluscos.org/trabalhos.html>> . Acesso em: 20 maio 2012.

SIMONE, L.R. L. Phylogenetic analysis of Cerithioideae ( Molusca, Ceanogastropoda) based on comparative morphology , **Arquivos de Zoologia**, São Paulo, v. 36 n. 2, p. 147-263. jan. 2005. Disponível em: <http://www.moluscos.org/trabalhos.html>. Acesso em: 24 jan. 2012.

SOUZA, R. C. C. L. de; LIMA, T. A.; SILVA, E. P. da. **Conchas marinhas de sambaquis do Brasil**. Rio de Janeiro: Technical books, 2011. 251 p.

PHIFER-RIXEY, M. et al. Maintenance of clinal variation for shell colour phenotype in the flat periwinkle *Littorina obtusata*. **J. Evol. Biol.** Basel, v. 21, n. 4, p. 966-978, jul. 2008.

THOMÉ, J. W.; BERGONCI, P. E. A.; GIL, G. M. **Guia ilustrado: as conchas das nossas praias**. Pelotas: USEB, 2004. 96 p.

TOMAZELLI, L. J *et al.* Sistemas deposicionais e evolução geológica da planície costeira do Rio Grande do Sul: uma Síntese. *In*: IANNUZZI, R.; FRANTZ, J. C. (Eds.), 50 Anos de Geologia: Instituto de Geociências (UFRGS). **Contribuições**, Porto Alegre: Comunicação e Identidade, 2007. p. 327-340.

WILLIAMS, S.T.; REID, D.G. Speciation and diversity on tropical rocky shores: a global phylogeny of snails of the genus *Echinolittorina*. **Evolution** v. 58, n.3 , p.2227–2251. set. 2004

VILLAR, E. C. **Variação espacial de densidade e tamanho do complexo *Littorina ziczac* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Gastropoda) em costões da Ilha de Santa Catarina, SC.** 39 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: < <http://www.ccb.ufsc.br/biologia/TCC-BIOLOGIA-UFSC/TCCLeoECVillarBioUFSC-08-2.pdf>>. Acesso em: 15. ago. 2011