



Universidade Estadual de Santa Cruz  
Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais



ALISSON SOUSA MATOS

Dinâmica populacional de *Echinolittorina lineolata* (d'Orbigny, 1840) em um afloramento rochoso tropical (Ilhéus, Bahia, Brasil)

Ilhéus, 2015

ALISSON SOUSA MATOS

Dinâmica populacional de *Echinolittorina lineolata* (d'Orbigny, 1840) em um afloramento rochoso tropical (Ilhéus, Bahia, Brasil)

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Sistemas Aquáticos Tropicais, à Universidade Estadual de Santa Cruz.

Área de Concentração: Ecologia

Orientação: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Erminda da Conceição Guerreiro Couto

Ilhéus, 2015

M433 Matos, Alisson Sousa.  
Dinâmica populacional de *Echinolittorina lineolata* (d'Orbigny, 1840) em um afloramento rochoso tropical (Ilhéus, Bahia, Brasil) / Alisson Sousa Matos – Ilhéus : UESC, 2015.  
72f. : il.  
Orientadora: Erminda da Conceição Guerreiro Couto.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais.  
Inclui referências e anexos..

1. Gastrópodes – Ilhéus (BA).
2. Moluscos (Biologia).
3. Ecologia costeira – População – Ilhéus (BA)
4. Ecossistemas costeiros. I. Couto, Erminda da Conceição Guerreiro. II. Título.

CDD - 594

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Santa Cruz, pela estrutura oferecida, em especial a GERLAB (Gerência dos Laboratórios) pela liberação do uso da balança analítica de precisão.

Ao curso de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais pela estrutura, corpo docente, disciplinas e cursos oferecidos que complementaram para minha formação e a toda secretaria pelos processos políticos burocráticos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão da bolsa de pesquisa (n° 353/2013).

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio/SISBIO (n° 42710-1) pela concessão da licença para coleta dos organismos.

Ao Laboratório de Zoologia de Invertebrados da UESC, em especial ao professor Alexandre Almeida e aos amigos Guidomar Soledade e Patrícia Souza pelo auxílio no microscópio estereoscópico para fotografia dos animais.

A minha orientadora Prof. Dra. Erminda da Conceição Guerreiro Couto pelos anos de orientação, amizade e por ter contribuído de maneira positiva e intelectual para minha formação profissional e pessoal. Sou grato por aprender que o trabalho deve ser feito quando a mente está tranquila e que devemos pensar e sempre nos valorizar.

Aos meus colegas e amigos do Laboratório de Ecologia Bêntica (LEB) em especial a Edirlan, Poliana, Shayanna, Túlio, por todo apoio nas horas de trabalho, confraternizações, coletas em campo e reuniões profissionais e pessoais, experiência única vivida. Abraços em todos.

À minha mulher, esposa e melhor amiga Índira Luz, que além de ser uma excelente profissional e colega de laboratório é quem entende o que sinto mesmo calado, sabe respeitar os momentos individuais e que contribuiu de forma positiva para que o trabalho fosse concluído de maneira profissional e com qualidade.

A minha família, Lilia, Vera, Juliano, minha mãe Sueli e aos sogros Irandir e Adélia por todo apoio à carreira acadêmica, compreensão dos momentos de ausência em prol do trabalho e incentivo nesse tempo todo e por toda união que permanece viva através do amor. Gratidão a vocês.

Aos Prof. Dr. Anthony Raw, Dr<sup>a</sup>. Fernanda Jordão Guimarães, Dr<sup>a</sup>. Sofia Campiolo pelas contribuições nas bancas de seminários.

Ao biólogo Elfany Reis pela contribuição na confecção do mapa da área de estudo e auxílio nas coletas em campo.

As professoras Dr<sup>a</sup> Helena Matthews-Cascon, e Dr<sup>a</sup>. Fernanda Jordão Guimarães e ao Dr. Fabrício Lopes de Carvalho pelas sugestões propostas na defesa da dissertação.

*“Pintei o meu dia com as cores do amor,  
Fantasmas e bruxos retornam pro além,  
E vejo sorrindo palhaços que sabem chorar,  
E uso essa força do mal para o bem”*

Bell Marques e Wadinho Marques  
(Chiclete com Banana)

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO GERAL	10
2. ÁREA DE ESTUDO	12
4.1 Morro de Pernambuco	12
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
MÉTODOS PARA ESTUDO DA ESTRUTURA DE POPULAÇÕES DE GASTRÓPODES DE PEQUENO PORTE EM ÁREAS TROPICAIS: O EXEMPLO DE <i>Echinolittorina lineolata</i>	15
1. INTRODUÇÃO	16
2. MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1. Delineamento Amostral	17
2.2. Extensão vertical da distribuição da espécie no costão abrigado do Morro de Pernambuco	18
2.3. Análise morfométrica	19
2.4. Teste de métodos a serem empregados em estudos de dinâmica populacional da espécie em áreas tropicais	20
2.4.1. Teste de Área mínima do amostrador	20
2.4.2. Teste do Número mínimo de réplicas	21
3. RESULTADOS	21
3.1. Distribuição vertical da espécie	21
3.2. Análise morfométrica	22
3.3. Teste de métodos a serem empregados em estudos de dinâmica populacional da espécie em áreas tropicais	25
3.3.1. Área mínima do Amostrador	25
3.3.2. Número mínimo de Réplicas	26
4. DISCUSSÃO	27
5. CONCLUSÃO	30
6. AGRADECIMENTOS	31
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXO I	34
DENSIDADE POPULACIONAL DE <i>Echinolittorina lineolata</i> (D'ORBIGNY, 1840) EM UM AFLORAMENTO ROCHOSO TROPICAL (SUL DA BAHIA, BRASIL)	38
1. INTRODUÇÃO	39
2. MATERIAL E MÉTODOS	40
2.1 Área de Estudo	40

2.2. Delineamento Amostral	41
2.2. Tratamento dos dados	42
3. RESULTADOS	42
4. DISCUSSÃO	47
5. CONCLUSÃO	51
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXO II	55
ESTRUTURA POPULACIONAL DE <i>Echinolittorina lineolata</i> EM UM COSTÃO ROCHOSO TROPICAL DO NORDESTE BRASILEIRO	57
1. INTRODUÇÃO	57
2. MATERIAL E MÉTODOS	58
2.1 Área de Estudo	58
2.2. Coleta dos dados	58
2.3 Tratamento dos Dados	60
3. RESULTADOS	60
4. DISCUSSÃO	66
5. CONCLUSÃO	68
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXO III	71

## RESUMO GERAL

Os objetivos deste trabalho foram avaliar métodos de área e número mínimo de réplicas para estudo da estrutura de populações de gastrópodes de pequeno porte utilizando como exemplo a espécie *Echinolittorina lineolata*, descrever a densidade populacional e a variação temporal de tamanho da espécie em um afloramento rochoso tropical (Ilhéus, Bahia, Brasil). Para definir qual a melhor área para a unidade amostral a ser adotada foram contados progressivamente, em três zonas definidas de distribuição vertical da espécie (A - zona rocha nua, B - zona de cracas e C - zona de bivalves), todos os indivíduos presentes em, pelo menos, dez sequências de quadrados com áreas de 0,002; 0,010; 0,022; 0,040 e 0,062 m<sup>2</sup>. Para análise sistemática não aleatória foram dispostos 30 quadrados com a área pré-definida em zonas A (rocha nua), B (zona de cracas) e C (zona de bivalves) e gerada a curva cumulativa de abundância e selecionado o número mínimo de réplicas a ser aplicado em cada zona. Para observar a variação temporal da densidade e dos tamanhos dos indivíduos foi realizada amostragem de novembro de 2013 a outubro de 2014 com um amostrador de 0,04m<sup>2</sup> de área total em três zonas distintas (A, B e C), sendo 20 réplicas dispostas para contar os indivíduos e os primeiros 40 indivíduos coletados. O amostrador de área 0,04m<sup>2</sup> apresentou a menor variância entre os grupos. Observamos que vinte réplicas são necessárias para representar adequadamente a densidade da população. Em relação à densidade, 118.509 indivíduos foram registrados, sendo 6.694 na Zona A, 64.479 em B e 47.036 em C. A densidade média registrada na Zona A foi de  $28 \pm 13$  ind / 0.04m<sup>2</sup> e foi menor do que a registrada no B ( $269 \pm 100$  ind / 0,04 m<sup>2</sup>) e C ( $196 \pm 48$  ind / 0.04m<sup>2</sup>). Houve diferença estatística entre os grupos ( $H = 514,6$ ;  $p = 1.758e-112$ ). Para a variação temporal de tamanho, 1440 indivíduos foram coletados durante todo o período. Indivíduos menores (0,65 mm) foram registrados na Zona B e C. O maior indivíduo (7,82 mm) foi registrado na Zona A de rocha nua. Realizar um estudo piloto para pré-definir a área do amostrador e o número de réplicas é fundamental para adequar os métodos de forma que o esforço amostral esteja correlacionado com a obtenção de respostas confiáveis. Nossos resultados sugerem que a presença de cracas (vivas e mortas) oferece melhores condições de recurso (alimento e proteção) para os litorinídeos, justificando sua maior abundância, na faixa de cracas, em todo o período estudado. Foi observado recrutamento quase contínuo, com maior presença de jovens na zona de cracas, seguido por zona de mitilídeos e os adultos predominantes durante todo o período na zona de rocha nua.

**Palavras-chave:** Costões rochosos, ecologia de populações, moluscos, gastrópodes

## ABSTRACT

The aims of this study were to evaluate the area of methods and minimum number of replicas for study of small gastropods population structure using as an example the species *Echinolittorina lineolata*, describe the population density and the temporal variation of size of species in a tropical rocky outcrop (Ilheus, Bahia, Brazil). To define the best area for the sample unit to be adopted were numbered progressively in three areas defined vertical distribution of the species (A - bare rock area, B - barnacles zone and C - bivalve zone), all individuals present for at least ten sequences with areas of 0,002 square; 0.010; 0.022; 0.040 and 0.062 m<sup>2</sup>. For systematic non-random analysis 30 squares were arranged with pre-defined areas (bare rock), B (barnacles zone) and C (bivalve zone) and the cumulative curve generated abundance and selected the minimum number of replicas to be applied in each zone. For the density and temporal variation of sizes sampling was done from November 2013 to October 2014. A sampler 0,04m<sup>2</sup> total area was used in each zone and 20 replicas been arranged to count the individuals and get monthly density and the first 40 individuals collected. The 0,04m<sup>2</sup> area sampler had the lowest variation difference between the groups. Regarding density, 118,509 individuals were registered, and 6,694 in Zone A, 64,479 in B and 47,036 in C. The average density recorded in Zone A was  $28 \pm 13$  inds / 0.04m<sup>2</sup> and was lower than that recorded in B ( $269 \pm 100$  inds / 0.04 m<sup>2</sup>) and C ( $196 \pm 48$  inds / 0.04m<sup>2</sup>). There was statistical difference between the groups ( $M = 514.6$ ,  $p = 1.758e-112$ ). For the temporal variation of size, 1440 subjects were collected during the entire period. Smaller individuals (0.65 mm) were recorded in Zone B and C. The largest individual (7.82 mm) was recorded in Zone A of bare rock. We have observed that twenty replicas are needed to adequately represent the population density. Conduct a pilot study to pre-define the area of the sampler and the number of replicas is essential to adapting methods so that the sampling effort is correlated to the obtainment of reliable answers. Our results suggest that the presence of barnacles (live and dead) offer better resource conditions (food and shelter) for periwinkles, justifying its higher abundance in barnacles range throughout the study period. Almost continuous recruitment was observed with the occurrence of young barnacles in the area, followed by guild zone and adults prevailing over the entire period in the bare rock zone

**Keywords:** rocky shores, population ecology, molluscs, gastropods

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Os costões ou afloramentos rochosos constituem ecossistemas marinhos de substrato consolidado podendo formar paredões verticais que ocupam a região de influência das marés (MORENO; ROCHA, 2012). São considerados ecossistemas marinhos, pois a maioria dos organismos que os habitam relaciona-se com o mar (LEWIS, 1964).

Em costões rochosos visualizamos um padrão de zonação vertical, no qual podem ser encontradas diversas associações de organismos dispostas tipicamente em faixas horizontais, organizadas em um eixo vertical do substrato, sendo estas visíveis em relação aos níveis da maré (STEPHENSON; STEPHENSON, 1949; LEWIS, 1964).

Nas diferentes zonas habitam organismos sésseis como os crustáceos cirripédios e os moluscos mitilídeos que ocupam faixas de dominância muito nítidas (MCQUAID, 1996). Entre os organismos móveis, os principais representantes da fauna são os moluscos gastrópodes da família Littorinidae, considerados como indicadores universais da faixa supralitoral da região entremarés (MCQUAID, 1996; NYBAKKEN, 1997).

O Brasil apresenta uma ampla extensão da costa litorânea, mas ainda existem poucas espécies da família Littorinidae, sendo documentados apenas dois gêneros na costa continental do Brasil: *Nodilittorina* Martens 1897 e *Littoraria* Griffith e Pidgeon 1834 (RIOS, 1994; MAGALHÃES, 1998). O gênero *Nodilittorina* pode ser encontrado em quase todos os continentes, sendo freqüente nas regiões tropicais e subtropicais (BANDEL; KADOLSKY, 1982; MCQUAID, 1996). O gênero *Nodilittorina* foi dividido em quatro gêneros (*Echinolittorina*, *Austrolittorina*, *Afrolittorina* e *Nodilittorina*), sendo que a espécie amplamente distribuída no Brasil, *N. lineolata* d'Orbigny 1840, foi incluída, juntamente com mais 49 espécies, no gênero *Echinolittorina* Habe, 1956 (REID, 2002; WILLIAMS et al., 2003)

Espécies do gênero *Echinolittorina* são encontradas sobre superfícies consolidadas, sendo o maior gênero da família Littorinidae com um total atual de 60 espécies vivas (REID, 2009). A espécie *Echinolittorina lineolata* (d'Orbigny, 1840), conhecida popularmente como “caramujo zebra” e originária do Caribe, está distribuída desde o Texas e o sul da Flórida (EUA) até o Caribe e Bermudas (ABBOT, 1954), podendo ser encontrada em toda a costa da América do Sul, principalmente no Brasil e Uruguai (WILLIAMS; REID, 2004; REID, 2009). No Brasil, seus limites são Tibau no

Rio Grande do Norte - mais ao norte, e em Torres no Rio Grande do Sul - mais ao sul (REID, 2009).

No costão rochoso ocorre desde a faixa de cirripédios e bivalves, no mediolitoral superior (em alguns afloramentos estes gastrópodes chegam a ficar submersos durante a maré alta) até o supralitoral (MAGALHÃES, 1998; REID, 2009). São animais dioicos com fecundação interna e desenvolvimento larval, pelágico. O estágio larval dura cerca de quatro semanas e estima-se que indivíduos pertencentes a esse gênero apresentem uma capacidade de dispersão de até 1.400 km (WILLIAMS; REID, 2004).

Experimentos de transferência sugerem que *E. lineolata* seleciona ativamente a região do médio-litoral, na qual o cirripédio *Chthamalus bisinuatus* é o invertebrado sésil dominante, funcionando como substrato para o desenvolvimento do microfilme algal. Esses gastrópodos são raspadores do substrato, considerados herbívoros, alimentando-se de microalgas e do biofilme microbiano presente nas rochas (APOLINÁRIO et al.; 1999).

Este trabalho será apresentado em três capítulos no formato de artigos científicos. O Capítulo 1, intitulado “**Métodos para estudo da estrutura de populações de gastrópodes de pequeno porte em áreas tropicais: o exemplo de *Echinolittorina lineolata***”, no qual são apresentados os testes de tamanho de área e número de réplicas para estudos com a espécie em áreas tropicais, segue a formatação da revista *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* (normas em anexo).

O capítulo 2, “**Densidade populacional de *Echinolittorina lineolata* (d'Orbigny, 1840) em um afloramento rochoso tropical (Sul da Bahia, Brasil)**” que analisa a densidade populacional relacionando-a com a rugosidade e, onde foi testada a hipótese de que ambientes com maior rugosidade (heterogeneidade) apresentam maiores densidades de indivíduos, segue a formatação da revista *Thalassas* (normas em anexo).

O Capítulo 3, intitulado “**Estrutura populacional de *Echinolittorina lineolata* (d'Orbigny, 1840) em um afloramento rochoso do nordeste brasileiro**” analisa a variação espaço-temporal da estrutura por classes de tamanho da população em três níveis do afloramento rochoso, segue a formatação da revista *Hydrobiologia* (normas em anexo).

## **2. ÁREA DE ESTUDO**

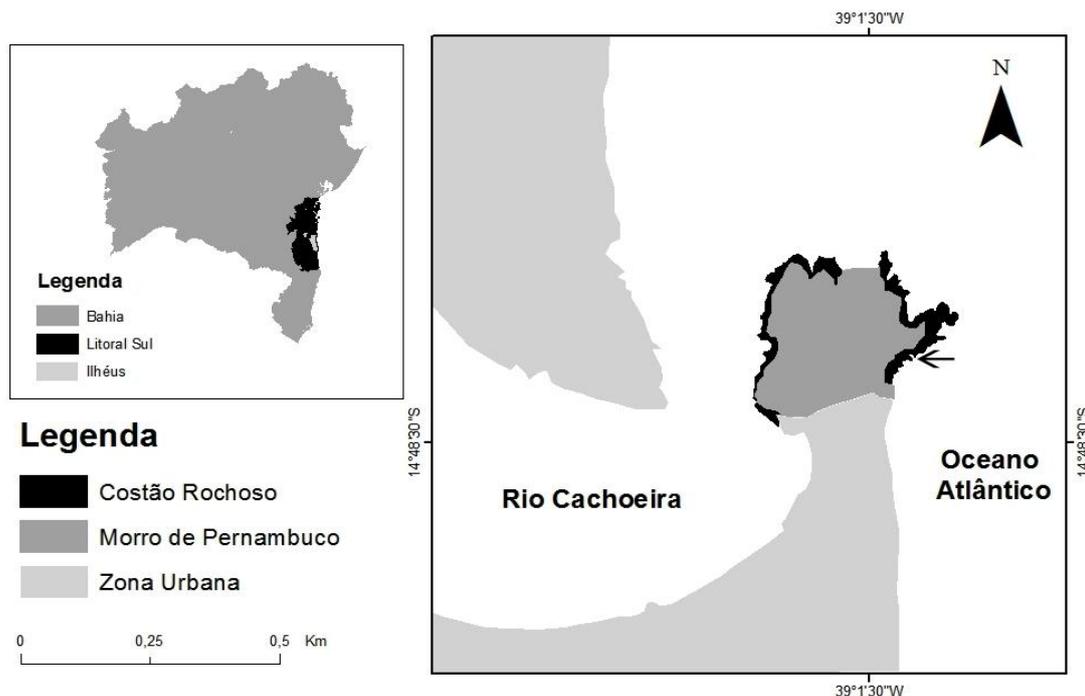
O município de Ilhéus, situado na região sul da Bahia ( $47^{\circ}55''S$ ;  $39^{\circ}02'01''W$ ) possui um litoral com cerca de 80 km de extensão, limitado ao norte pelo Rio Sargi e ao sul pelo Rio Acuípe (BAHIA, 2001).

O clima caracteriza-se como quente e úmido. As temperaturas médias anuais variam entre  $22^{\circ}C$  e  $25^{\circ}C$ . A pluviosidade apresenta totais anuais superiores a 1.000mm, chegando a alcançar 2.700mm em locais próximos ao litoral. O regime pluviométrico é regular, com chuvas abundantes, distribuídas durante o ano (BAHIA, 2001; FARIA-FILHO; ARAÚJO, 2003).

### **4.1 Morro de Pernambuco**

O Morro de Pernambuco, localizado na foz do rio Cachoeira, está inserido no perímetro urbano da Cidade de Ilhéus, na sua porção sul ( $14^{\circ}48'320''S$ ,  $39^{\circ}01'462''W$ ) (Figura 1). Apresenta uma linha de costa bordejada por terraços arenosos com predominância do tipo intermediário dissipativo e afloramentos rochosos irregulares de suave declividade (RODRIGUES, 2005).

Atividades de recreação e turismo são realizadas no local que sofre constantes impactos ambientais como acúmulo de lixo, pesca predatória, assoreamento, trânsito frequente de passantes (moradores das imediações, pescadores, turistas e esportistas) e de veículos automotores (FERREIRA, 2009).



**Figura 1:** Mapa do Morro de Pernambuco destacando o espaço ocupado pelos afloramentos rochosos e o local da coleta (seta preta).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOT, R. T. **American seashells**. New Jersey, D. Van Nostrand Company, 541p. 1954.

APOLINÁRIO, M.; COUTINHO, R.; BAETA-NEVES, M. H. Periwinkle (Gastropoda: Littorinidae) habitat selection and its impact upon microalgal populations. **Revista Brasileira de Biologia**, 59, 211–218. 1999.

BAHIA, A. Programa de Recuperação das Bacias dos Rios Cachoeira e Almada. Diagnóstico Regional. Caracterização Climatológica. Ilhéus, SRH/UESC, v.1, Tomo III. 2001.

BANDEL, K.; KADOLSKY, D. Western Atlantic species of *Nodilittorina* (Gastropoda: Prosobranchia): comparative morphology and its functional, ecological, phylogenetic and taxonomic implications. **The Veliger**, 25: 1-42. 1982.

FARIA FILHO, A. F.; ARAUJO, Q. R. Zoneamento do meio físico do município de Ilhéus, Bahia, Brasil, utilizando a técnica de geoprocessamento. CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 187, 20 p. Ilhéus, 2003.

FERREIRA, P. F. **Diferenças na morfologia e no padrão de distribuição espacial do ouriço do mar *Echinometra luncunter* (Linnaeus, 1758) na costa sul baiana.**

Monografia de Especialização, Oceanografia: Universidade Estadual de Santa Cruz, 48f. Ilhéus, 2009.

LEWIS, J.R. **The ecology of rocky shore**. English Universities Press, 323p. London, 1964.

MAGALHÃES, C. A. Density and shell-size variation of *Nodilittorina lineolata* (Orbigny, 1840) in the intertidal region in southeastern Brazil. **Hydrobiologia**, 378: 143–148. 1998.

MCQUAID, C.D. Biology of the gastropod family Littorinidae: 2. Role in the ecology of intertidal and shallow marine ecosystems. **Oceanography and Marine Biology**. Ann. Rev. 34: 263-302. 1996.

MORENO, T. R.; ROCHA, R. M. Ecologia de Costões Rochosos. **Estudos Biologia Ambiente Diversidade**. Jul/dez., 34 (84), 191 – 201. 2012.

NYBAKKEN, J.W. **Marine Biology. An ecological approach**. Addison Wesley Educational Publishers, Inc. 477p. 1997.

REID, D.G. Morphological review and phylogenetic analysis of *Nodilittorina* (Gastropoda: Littorinidae). **Journal of Molluscan Studies**, 68, 259–281. 2002.

REID, D. G. The genus *Echinolittorina* Habe, 1956 (Gastropoda: Littorinidae) in the western Atlantic Ocean. **Zootaxa**, v. 2184, p. 1-103, 2009.

RIOS, E. C. **Seashells of Brazil**. 2. <sup>ed.</sup> Rio Grande: Museu Oceanográfico Prof. E. C. Rios da Fundação Universidade de Rio Grande, 368p. 1994.

RODRIGUES, T. K.; DA SILVA, M. G.; ANDRADE, A. G. S.; LAVENÈRE-WANDERLEY, A. A. Proposta de uso recreacional nas praias do município de Ilhéus (BA.) com base nas características ambientais. In: X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quartenário- ABEQUA, Guarapari, 2005.

STEPHENSON, T. A.; STEPHENSON, A. The universal features of zonation between tide-marks on rocky coast. **Journal of Ecology**, 37: 289-305. 1949.

WILLIAMS, S. T.; REID, D. G.; LITTLEWOOD, D. T. J. A molecular phylogeny of Littorininae (Gastropoda: Littorinidae): unequal evolutionary rates, morphological parallelism, and biogeography of Southern Ocean. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 28: 60-86. 2003.

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

## MÉTODOS PARA ESTUDO DA ESTRUTURA DE POPULAÇÕES DE GASTRÓPODES DE PEQUENO PORTE EM ÁREAS TROPICAIS: O EXEMPLO DE *Echinolittorina lineolata*

ALISSON SOUSA MATOS<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Soane Nazaré de Andrade, Departamento de Ciências Biológicas, Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, CEP 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil.

\*Correspondência: alimatos1@gmail.com

**Abstract:** The aim of this study was to evaluate the area of methods and minimum number of replicas for study of small gastropods population structure in a tropical rocky outcrop (Ilhéus, Bahia, Brazil), using as an example the species *Echinolittorina lineolata*. 606 individuals were recorded. The species was distributed throughout the profile. The sampler with 0,04m<sup>2</sup> showed the smallest variation of deviation between groups. We observed that twenty replicates are required to represent population density adequately. The equation that best describes the length-weight relationship is  $Pt = 0.0002CT^{2.8045}$ . The analysis of total average lengths showed that individuals present in Z1 showed a larger length ( $4.74 \pm 0.77$  mm), with a significant difference when compared to other areas ( $p < 0.05$ ). A pilot study to pre-set the area of the sampler and the number of replicas is essential to adapt methods, so that the sampling effort is correlated with obtaining reliable answers. The vertical distribution observed reveals a stratification of the species regarding its abundance and size. *Echinolittorina lineolata* showed a higher investment in body size growth than in its total weight, following the model of negative allometric growth.

**Keywords:** vertical distribution, mollusks, rocky outcrop

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar métodos de área do amostrador e número mínimo de réplicas para estudo da estrutura de populações de gastrópodes de pequeno porte, em um afloramento rochoso tropical (Ilhéus, Bahia, Brasil), usando como exemplo a espécie *Echinolittorina lineolata*. Foram contabilizados 606 indivíduos. A espécie esteve distribuída ao longo de todo o perfil analisado. O amostrador de área 0,04m<sup>2</sup> apresentou a menor variação de desvio entre os grupos. Observamos que vinte réplicas são necessárias para representar adequadamente a densidade da população. A melhor equação que descreve a relação peso comprimento é  $Pt = 0,0002CT^{2.8045}$ . A análise dos comprimentos totais médios mostrou que os indivíduos presentes em Z1 apresentaram tamanho maior ( $4,74 \pm 0,77$  mm), com diferença significativa em relação a outras zonas ( $p < 0,05$ ). Realizar um estudo piloto para pré-definir a área do amostrador e o número de réplicas é fundamental para adequar os métodos de forma que o esforço amostral esteja correlacionado com a obtenção de respostas confiáveis. A distribuição vertical observada revela estratificação da espécie em sua abundância e tamanho. *Echinolittorina lineolata* apresentou maior investimento em ganho no tamanho corporal do que no peso total, seguindo o modelo de crescimento alométrico negativo.

**Palavras chave:** distribuição vertical, moluscos, afloramento rochoso

## 1. INTRODUÇÃO

Os costões e afloramentos rochosos apresentam alta riqueza de espécies de importância ecológica e econômica, grande biomassa e elevada produtividade (Moreno & Rocha 2012).

Uma das espécies características deste ambiente é o gastrópodo *Echinolittorina lineolata* que habita rochas nuas da franja litoral, podendo estar presente entre cracas e bivalves mitilídeos na zona superior e intermediária do médiolitoral, em costas expostas e moderadamente expostas. Apresenta, na maturidade, tamanho da altura das conchas entre 4,0 e 17,0 mm (Reid 2009).

Existem poucos estudos de dinâmica populacional e produção secundária de gastrópodes de pequeno porte, uma vez que a maioria das publicações aborda a taxonomia, a morfologia e a biogeografia (Casagrande & Boudouresque 2002). Em parte, isso pode ser simplesmente um caso de preconceito do coletor contra indivíduos de tamanho pequeno (Reid 1993). Poucos trabalhos publicados tratam diretamente a estratégia amostral avaliando a forma, a área mínima e o número de réplicas para o estudo de gastrópodes de pequeno porte em ambientes de substrato consolidado.

Segundo Meese & Tomich (1992), na tentativa de procurar entender os padrões de distribuição e abundância das comunidades, assume-se, de forma implícita, que os métodos empregados nos diferentes estudos fornecerão uma estimativa precisa e curada do número de organismos realmente presentes.

A forma do amostrador é particularmente interessante em situações nas quais a forma pode se adequar à forma de distribuição espacial dos organismos ou às feições topográficas que influenciem na sua disposição (Andrew & Mapstone 1987). Apesar da importância do tamanho e da forma do amostrador, uma das partes que mais demanda cuidados em um planejamento amostral é a determinação do número mínimo de amostras. É esse número que vai conferir maior precisão ao método aplicado e deve ser avaliado para cada estudo (Sabino & Villaça 1999).

Em sua maioria, a descrição do tamanho dos indivíduos de uma população de gastrópodes tem sido baseada em medições de comprimento das suas conchas (Casagrande & Boudouresque 2002). As medidas morfométricas são utilizadas por ecólogos como ferramenta para compreender os padrões de variação morfológica e suas causas evolutivas, estando entre os principais objetivos da ecologia funcional (Pie & Traniello 2006). O tamanho corporal é um traço quantitativamente muito importante,

pois influencia o *fitness*, determinando tanto a habilidade de sobrevivência quanto a de reprodução (Wang et al. 2009).

Desta forma, o presente estudo teve os seguintes objetivos: (i) verificar qual a melhor medida a ser tomada para descrição da estrutura de classes de tamanho da população de *Echinolittorina lineolata*, através da análise morfométrica, (ii) testar o tamanho de área mínima e o número de réplicas para estudos com gastrópodes de pequeno porte em áreas tropicais, utilizando esta espécie como exemplo.

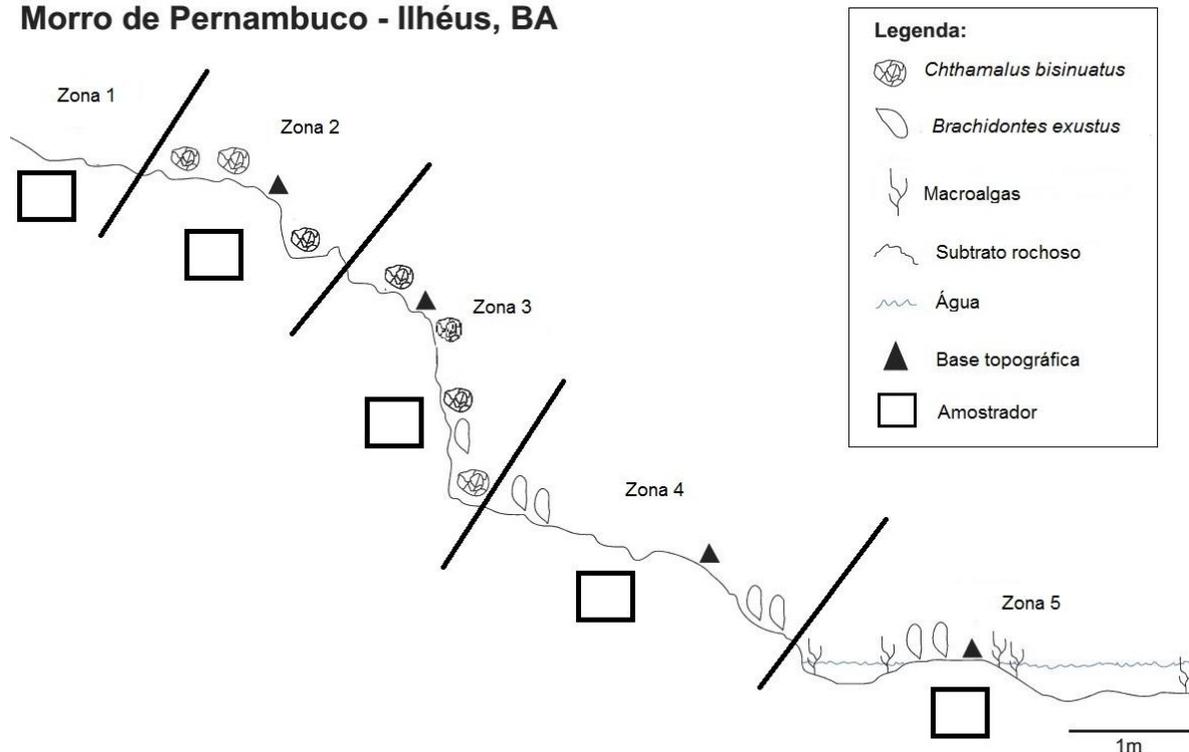
## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Delineamento Amostral**

O estudo foi realizado na face abrigada do afloramento rochoso do Morro de Pernambuco, localizado na foz do Rio Cachoeira, inserido no perímetro urbano da Cidade de Ilhéus, na sua porção sul ( $14^{\circ} 48' 320''$ S,  $39^{\circ} 01' 462''$  W).

Em agosto de 2013, um transecto, com aproximadamente 10 metros de extensão, foi disposto do início do supralitoral até o infralitoral no costão abrigado e ao longo deste foram classificadas visualmente, cinco zonas: rocha nua (Z1), rocha nua com cracas esparsas (Z2), dominada por cracas (Z3), dominada por mitilídeos (Z4) e dominada por macroalgas (Z5) (Figura 1). Neste perfil foram testados os métodos de definição do tamanho de área mínima e do número de réplicas a serem empregados em estudos de dinâmica populacional da espécie em áreas tropicais e analisada a extensão da sua distribuição espacial local.

### Morro de Pernambuco - Ilhéus, BA



**Figura 1.** Esquema representando as zonas amostradas no costão rochoso abrigado do Morro de Pernambuco, Ilhéus, Bahia (Adaptado de Souza, 2014).

Com o objetivo de determinar qual a melhor medida a ser tomada, para descrição da estrutura de classes de tamanho da população, foram coletados indivíduos da espécie, ao longo de todo o transecto, para análise morfométrica.

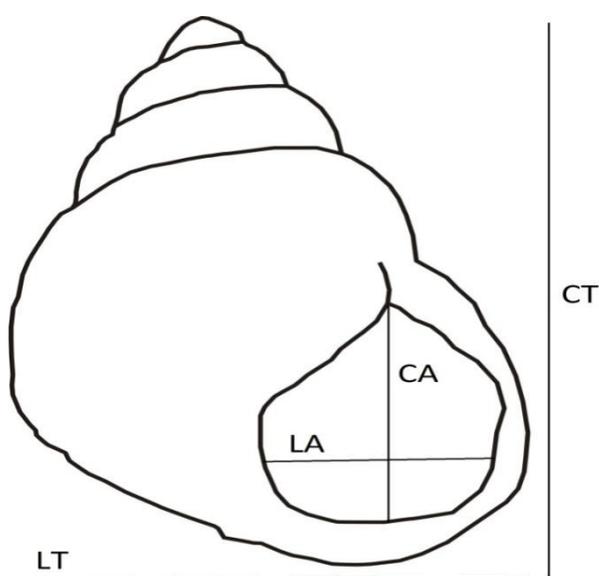
#### 2.2. Extensão vertical da distribuição da espécie no costão abrigado do Morro de Pernambuco

Ao longo do transecto disposto do início do supralitoral até o infralitoral foram tomadas amostras, no período da maré baixa de sizígia diurna, em cada uma das cinco zonas, utilizando-se um amostrador quadrado (0,25 X 0,25m) com área de 0,06m<sup>2</sup>. Todos os espécimes presentes na parcela, em cada zona, foram contados. Após contagem, os dados brutos foram plotados em gráficos de abundância.

### 2.3. Análise morfométrica

Uma subamostra, contendo indivíduos de diferentes tamanhos, presentes na área de 5 x 5 cm, foi manualmente coletada após a contagem de todos os espécimes presentes na parcela (25 x 25 cm), em cada zona.

Em laboratório os espécimes foram fotografados em microscópio estereoscópico da marca Leica EZ e mensurados o comprimento total (CT), largura total (LT), comprimento da abertura (CA) e largura da abertura (LA) das conchas, com auxílio do programa ImageJ (Fig. 2).



**Figura 2.** Representação esquemática da espécie *Echinolittorina lineolata* com as medidas utilizadas na mensuração morfométrica: (CT – comprimento total, LT – largura total, LA – largura da abertura e CA – comprimento da abertura).

Para obtenção dos valores de peso, os indivíduos foram desidratados em estufa a aproximadamente 60°C durante 48h e, posteriormente, pesados em balança analítica, com precisão de 0,0001g, para obtenção do peso seco (PS).

A normalidade dos dados foi verificada através do teste de normalidade de Shapiro-Wilk. As relações entre os parâmetros das conchas foram verificadas por análises de regressão, adotando a equação do tipo potência  $Y = aX^b$  e equações linearizadas foram estabelecidas pela análise de significância do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) ( $p < 0,05$ ). O valor da constante angular  $b$  é relacionado com o tipo de crescimento que o indivíduo apresenta (isométrico, alométrico positivo ou negativo). Para a relação das variáveis unidimensionais assumiu-se o valor de  $b = 1$  e

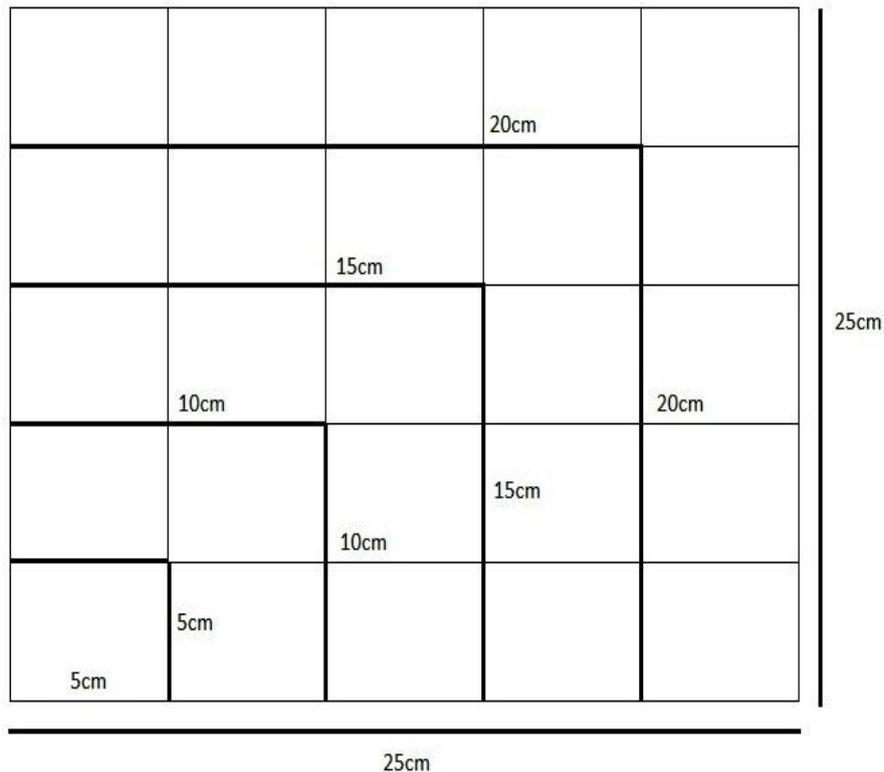
para as variáveis tridimensionais (peso-comprimento) o valor assumido de  $b$  foi 3. O valor encontrado para a constante angular  $b$  foi posteriormente testado.

Uma ANOVA one-way foi realizada para verificar diferenças significativas, entre os tamanhos dos indivíduos, nas diferentes zonas e um teste de Tukey aplicado a *posteriori*. Os testes foram calculados com auxílio do programa computacional estatístico PAST versão 2.17c (Hammer et al., 2001).

## **2.4. Teste de métodos a serem empregados em estudos de dinâmica populacional da espécie em áreas tropicais**

### **2.4.1. Teste de Área mínima do amostrador**

Para definir qual a melhor área para a unidade amostral a ser adotada foram contados progressivamente, em três zonas definidas de distribuição vertical da espécie (A - zona rocha nua, B - zona de cracas e C - zona de bivalves), todos os indivíduos presentes em, pelo menos, dez sequências de quadrados com lados de 5cm, 10cm, 15cm, 20cm e 25cm (Fig. 3) os quais correspondem, respectivamente, as áreas de 0,002; 0,010; 0,022; 0,040 e 0,062 m<sup>2</sup>. Após essa contagem, os valores foram tabulados e comparados para verificar qual a área mínima necessária para representar a distribuição espacial da população. Para efeito de comparação, todos os valores foram estimados, por regra de três, para a área de 0,062 m<sup>2</sup>. A escolha da área mínima a ser adotada foi realizada a partir da variância entre as áreas, como proposto por Weigert (1962).



**Figura 2.** Desenho esquemático do amostrador de 0,25 X 0,25m com o qual foram realizadas as contagens progressivas para definição de área mínima a ser adotada.

#### 2.4.2. Teste do Número mínimo de réplicas

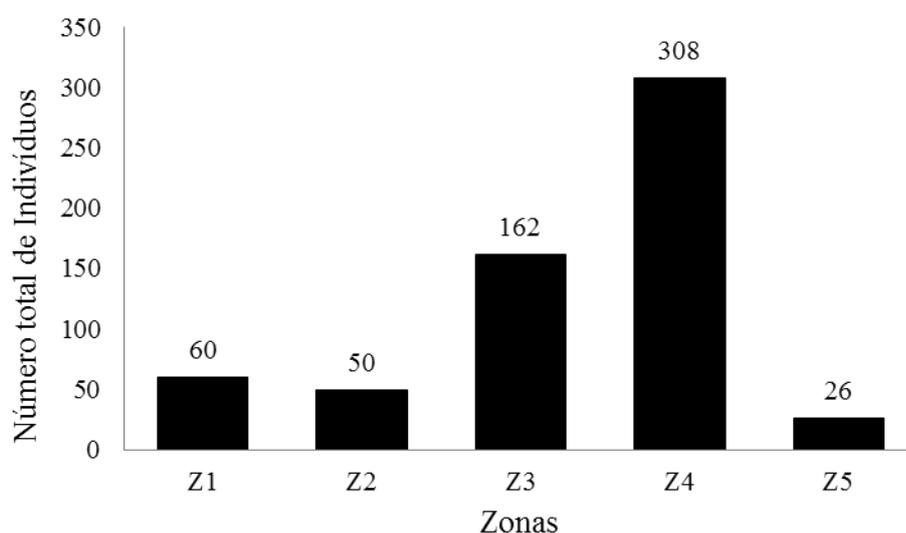
Após a definição da área mínima (ver resultados) a ser amostrada é preciso estabelecer qual o número mínimo de réplicas necessário para descrever adequadamente a população. Para análise sistemática não aleatória foram dispostos 30 quadrados com a área pré-definida em zonas A (rocha nua), B (zona de cracas) e C (zona de mitilídeos). Foi gerada a curva cumulativa de abundância e selecionado o número mínimo de réplicas a ser aplicado em cada zona.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Distribuição vertical da espécie

Foram contabilizados 606 indivíduos com a maior abundância registrada em Z4 (zona dominada por mitilídeos – 308 indivíduos), seguida por Z3 (zona dominada por

cracas – 162 indivíduos). A espécie esteve distribuída ao longo de todo o perfil analisado, que incluiu o supra e o início do infralitoral. As zonas Z1 e Z2 foram agrupadas como faixa superior, caracterizada por rocha nua. As zonas Z3 e Z4 representam a faixa intermediária sendo Z3, dominada pelo cirripédio *Chthamalus bisinuatus*, classificada como “faixa de cracas” e Z4, dominada pelo bivalve *Brachidontes exustus* com cracas como epibiontes, foi classificada como “faixa de mitilídeos”. A Zona 5, na qual se inicia o infralitoral, foi caracterizada pela dominância de macroalgas, com presença esparsa de cracas e mitilídeos e poucos indivíduos da espécie estudada (Fig. 4).



**Figura 4.** Abundância total dos indivíduos coletados por zona.

### 3.2. Análise morfométrica

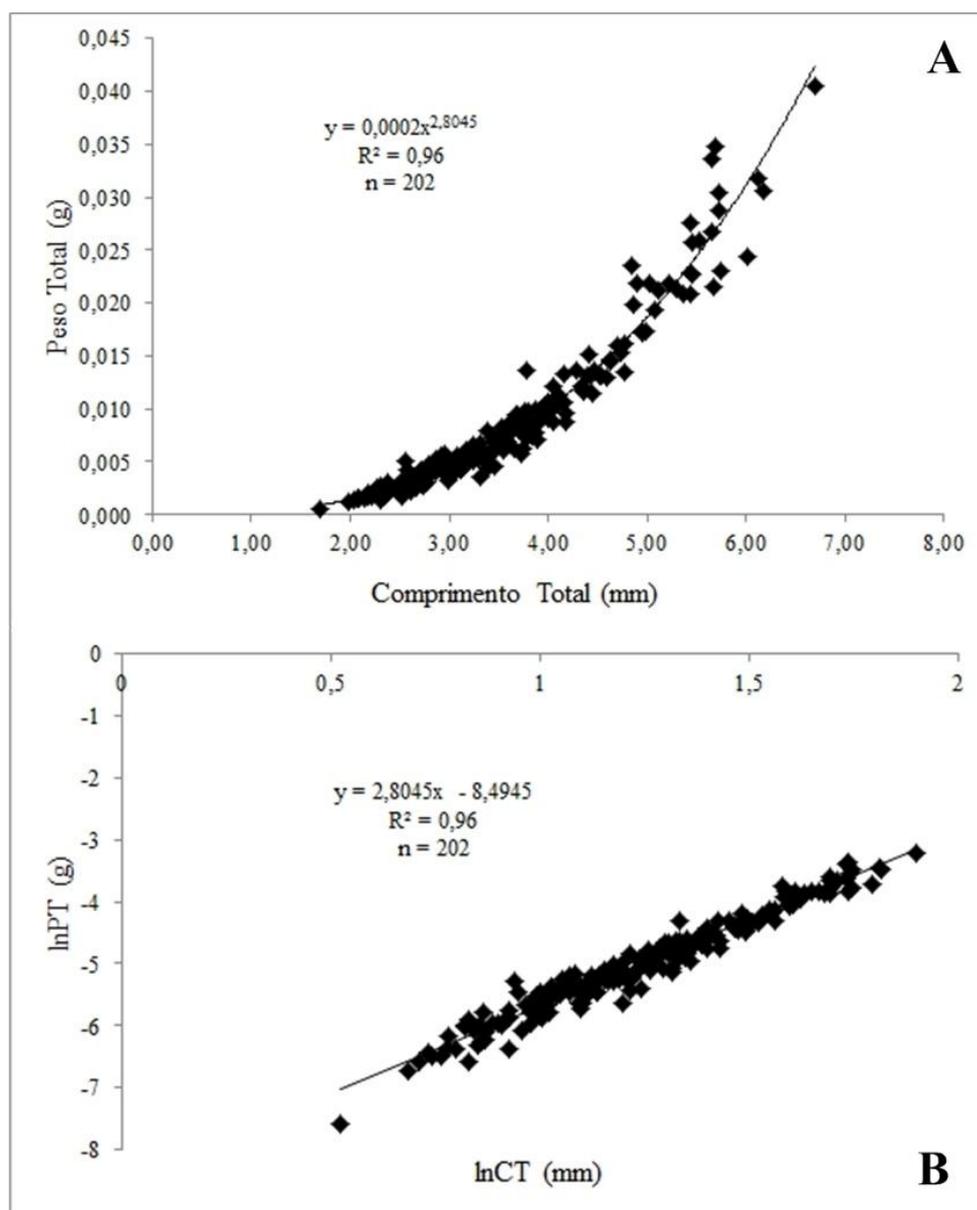
Foram utilizados 228 indivíduos obtidos em subamostras tomadas nas cinco zonas consideradas. O coeficiente de determinação (considerando-se o valor de  $R^2$ ) encontrado entre o comprimento total e a largura das conchas foi positivo ( $R^2 = 0,96$ ) (Tabela I), sendo o maior valor encontrado entre as relações. Os coeficientes das relações entre Largura total (LT) X Largura da abertura (LA) ( $R^2 = 0,87$ ), Comprimento da abertura (CA) X Largura da abertura (LA) ( $R^2 = 0,67$ ) e o Comprimento total (CT) X comprimento da abertura (CA) ( $R^2 = 0,71$ ) apresentaram valores positivos sugerindo que o crescimento é diretamente proporcional.

**Tabela I.** Relações morfométricas das dimensões das conchas dos indivíduos de *Echinolittorina lineolata* (CT = comprimento total, CA = comprimento da abertura da concha, LA = largura da abertura da concha e LT = largura total da concha).

Relação	Equação Linear ( $Y = aX^b$ )	Transformada ( $\ln Y = \ln a + b \ln X$ )	R <sup>2</sup>
CT x CA	$CA = 0,4652x^{0,9049}$	$\ln CA = - 0,7653 + 0,9049CT$	0,71*
CT x LA	$LA = 0,3509x^{0,9632}$	$\ln LA = - 1,0472 + 0,9632CT$	0,82*
CT x LT	$LT = 0,8239x^{0,9181}$	$\ln LT = - 0,1937 + 0,9181CT$	0,96*
CA x LA	$LA = 0,8642x^{0,8111}$	$\ln LA = - 0,146 + 0,8111CA$	0,67*
CA x LT	$LT = 1,9671x^{0,7404}$	$\ln LT = 0,6766 + 0,7404CA$	0,72*
LA x LT	$LT = 2,2745x^{0,8221}$	$\ln LT = 0,8217 + 0,8221LA$	0,87*

\*Correlação significativa ( $p < 0,05$ )

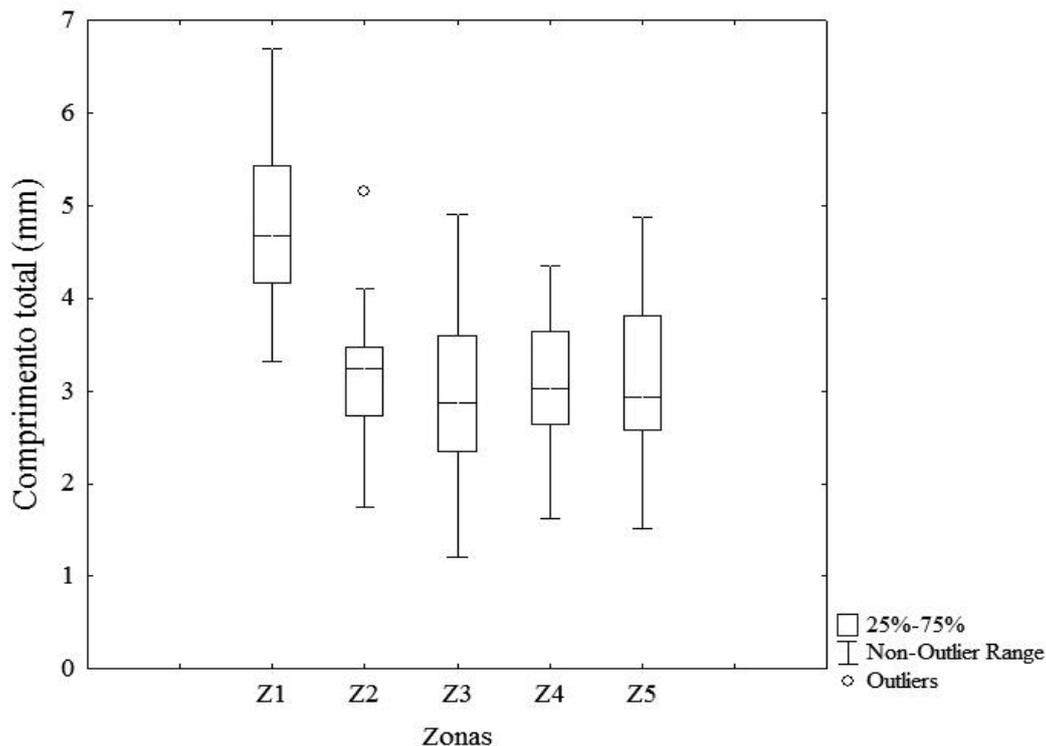
Para a relação peso-comprimento foram considerados 202 indivíduos de *E. lineolata*. Os pares de dados, os valores dos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) e a equação correspondente estão demonstrados na Figura 5. A melhor equação que descreve essa relação é  $Pt = 0,0002CT^{2,8045}$ . O coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) encontrado para a relação peso – comprimento foi de 96%, sendo significativo.



**Figura 5.** (A) Relação entre o peso total e o comprimento total de *Echinolittorina lineolata*. (B) Equação linear logarítmica da relação entre o Peso Total e o Comprimento Total.

Em relação à análise dos comprimentos totais médios, os indivíduos presentes em Z1 (rocha nua) apresentaram tamanho maior (média  $4,74 \pm 0,77$  mm), com diferença significativa em relação às outras zonas (ANOVA,  $F = 57,53$ ,  $df = 4$ ,  $p = 2,694e^{-33}$ ).

Os indivíduos de Z3 e Z4 apresentaram menor média de tamanho (respectivamente  $2,94 \pm 0,90$  mm e  $3,06 \pm 0,65$  mm), embora não tenha sido verificada diferença significativa entre estas zonas (ANOVA,  $F = 0,98$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0,41$ ). A figura 8 mostra a variação do comprimento total dos indivíduos nas diferentes zonas.



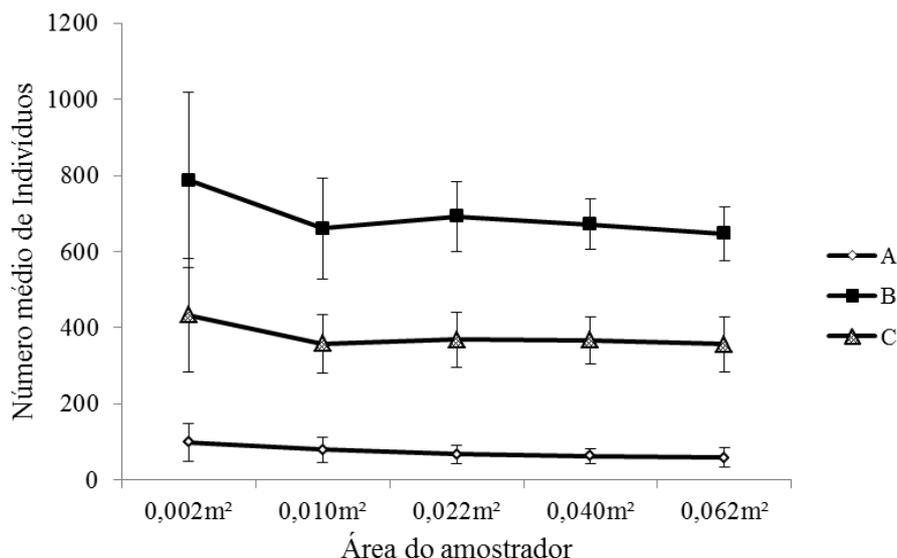
**Figura 6.** Comprimento total de *Echinolittorina lineolata* nas Zonas 1 à 5.

### 3.3. Teste de métodos a serem empregados em estudos de dinâmica populacional da espécie em áreas tropicais

#### 3.3.1. Área mínima do Amostrador

A Figura 7 mostra a média e o desvio padrão do número de indivíduos registrados para cada uma das três zonas pré-estabelecidas (A – zona superior, B - intermediária e C - inferior), testadas para cinco áreas sucessivas (0,002; 0,010; 0,022; 0,040 e 0,062 m<sup>2</sup>). As Zonas A, B e C são respectivamente as zonas Z1, Z3 e Z4, caracterizadas anteriormente.

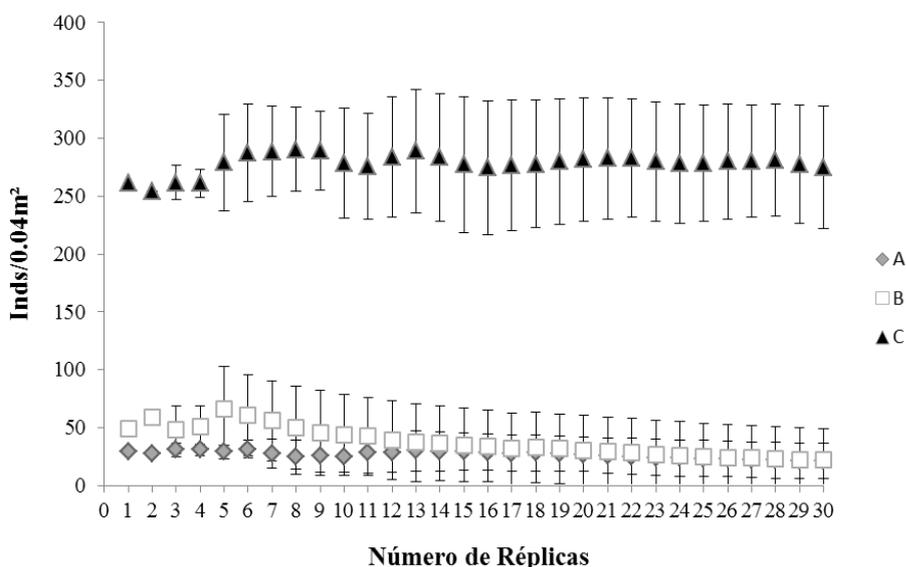
Nas três zonas podemos observar que a área de 0,040 m<sup>2</sup> foi a que apresentou menor variação do desvio em relação às outras áreas testadas.



**Figura 7.** Valor médio e desvio-padrão do número de indivíduos obtidos, em cada zona amostrada, por área do amostrador. Legenda: A – Zona Superior, B – Zona Intermediária, C – Zona Inferior.

### 3.3.2. Número mínimo de réplicas

Para o número mínimo de réplicas foi utilizado o amostrador de área de 0,04m². Nas três regiões selecionadas a partir de vinte réplicas os valores médios se estabilizam e apresentam variações menores (Fig. 8).



**Figura 8.** Valores de densidade média (inds/0,04m²) e desvios-padrão calculados a partir do número de réplicas utilizadas. Legenda: A – Zona Superior, B – Zona Intermediária, C – Zona Inferior.

#### 4. DISCUSSÃO

Foi observado um padrão estratificado de distribuição vertical com a espécie distribuída desde a zona de rocha nua (supralitoral) até o início do infralitoral, diferente do apresentado nos modelos clássicos propostos por Stephenson & Stephenson (1949), Borkowski & Borkowski (1969), nos quais a espécie predomina no supralitoral, definindo, ecologicamente, este nível. Souza (2014), no mesmo afloramento, observou no médio litoral igual padrão de distribuição vertical estratificado, entretanto esta autora não amostrou o supralitoral e nem a zona de macroalgas.

A estratificação ocorre tanto para abundância quanto para tamanho, sendo as Zonas 3 e 4 aquelas com maior número de indivíduos e a Zona 1 a com o registro de indivíduos maiores. Absalão & Roberg (1999), analisando uma ampla gama de inclinações e graus de exposição, não observaram a existência de um padrão de distribuição vertical estratificado para as espécies do complexo *Littorina ziczac* (na verdade *E. lineolata*) na costa do Rio de Janeiro. Nesse estudo a espécie esteve presente desde o supralitoral até a porção intermediária do médiolitoral, sugerindo que sua distribuição varie conforme a latitude, apresentando-se estratificada no seu limite de ocorrência norte e não estratificada no sul. No litoral de São Paulo e no do Rio de Janeiro, *E. lineolata* se estende desde a franja do supralitoral até o início do médiolitoral inferior, com maiores densidades na zona de cracas e em áreas expostas (Magalhães 1998, Apolinário *et al* 1999). Reid (2009), em ampla revisão sobre o gênero, caracteriza o habitat desta espécie nas costas expostas e moderadamente expostas, em rochas nuas do supralitoral e, entre cracas e bivalves mitilídeos, na parte superior e intermediária do médio litoral.

Neste trabalho a distribuição da espécie, diferenciada por tamanho e por abundância, no supra, no médio e no início do infralitoral parece estar relacionada à topografia e a presença de diferentes componentes biológicos como cracas e bivalves, que aumentam a complexidade do substrato. Cracas podem fornecer locais para proteção, similares aos proporcionados pelos buracos e fendas e, portanto, agir alterando sua complexidade (Jernakoff 1985).

Assim, nesse trabalho, indivíduos de maior porte realmente dominaram e caracterizaram o supralitoral (Z1) e a transição para o médio litoral (Z2). No médio litoral (Z3 e Z4), a presença de cracas e bivalves permitiu a ampliação do nicho realizado da espécie, como proposto por Souza (2014), fornecendo condições de abrigo

para indivíduos de menor porte que aqui alcançam suas máximas abundâncias. A presença da espécie no início do infralitoral (Z5) pode estar relacionada à expansão da zona proporcionada pelos mitilídeos. Entretanto, o menor número de indivíduos sugere que a dominância de macroalgas nesta zonanão oferece substrato adequado para os mesmos.

A partir dos resultados sugere-se que estudos com esta espécie, em áreas tropicais, sejam desenvolvidos no supralitoral, na zona de cracas e na zona de mitilídeos quando estes apresentarem cracas como epibiontes. A zona dominada por macroalgas não oferece substrato adequado à presença da espécie.

Para as medidas biométricas consideradas os indivíduos de *E. lineolata* estudados apresentaram uma melhor correlação entre o comprimento total e a largura total. A largura parece estar relacionada ao tamanho do pé, sendo que indivíduos mais largos apresentam um pé maior, proporcionando maior adesão ao substrato com baixa heterogeneidade, como o dominante no supralitoral e na transição para o mediolitoral (Trussel 2000, Ito *et al* 2002). Em áreas onde há uma maior heterogeneidade do ambiente, como nas zonas 3 e 4, os indivíduos podem ser, proporcionalmente, mais estreitos e também menores. Para Ito *et al* (2002) o tamanho do pé e a rádula são caracteres que tem revelado uma clara relação com a heterogeneidade ambiental.

A variação morfológica entre os indivíduos de uma mesma espécie pode ser usada para discriminar “estoques fenotípicos” os quais são definidos como grupos com crescimento, mortalidade e taxas reprodutivas semelhantes (Cadrin 2000). Nos gastrópodes, a variação morfológica mais estudada se refere a caracteres relacionados à concha. Em litorinídeos, a forma, coloração e a espessura da concha apresentam variação, em geral, relacionadas a fatores abióticos como taxa de dessecação e exposição às ondas (Lee & Williams 2002). Entretanto, Absalão & Roberg (1999), em análise morfométrica para espécies do complexo *Littorina ziczac*, testaram um modelo para discriminar as variáveis conquiliológicas que poderiam descrever a relação entre a espécie e o ambiente. Os autores perceberam que flutuações relativamente amplas nestas variáveis que, em última instância invalidaram a aplicação do modelo, podem representar respostas adaptativas às alterações nas condições ambientais.

A equação da relação peso-comprimento fornece informações importantes sobre o peso e a biomassa dos indivíduos e permite comparações entre o crescimento de diferentes espécies (Gomiero & Braga 2003, Tavares-Dias *et al.* 2006). O valor encontrado para a espécie *E. lineolata*, neste estudo, indica que há incremento maior em

comprimento total do que no peso, indicando crescimento alométrico negativo. Tokeshi *et al* (2000), em estudo comparativo da morfometria de conchas de moluscos, sugerem que as espécies que apresentaram um maior aumento do tamanho do corpo são mais resistentes à ruptura quando atingem tamanhos maiores. Ainda segundo estes autores, a espécie pode fazer um investimento inicial limitado no tamanho da concha aumentando, em seguida, este investimento à medida que cresce. As conchas de moluscos intertidais previnem a dessecação, além de oferecerem defesa contra potenciais predadores e danos físicos (McQuaid 1996).

Quanto à análise da estrutura por tamanho, foi observado que indivíduos menores ocorrem preferencialmente em Z2 à Z5, sendo que Z3 e Z4 são caracterizadas pelas presenças de cracas e bivalves. Esse padrão também foi observado por Magalhães (1998), em estudo com o mesmo litorínídeo. A autora argumentou que ocorreria recrutamento diferencial no mediolitoral e, posteriormente, os organismos deslocar-se-iam para níveis superiores do costão. Os indivíduos presentes em Z1 foram considerados maduros, uma vez que, segundo Reid (2009), a maturidade ocorre a partir de 4 mm. Indivíduos maiores não sobrevivem com a mesma chance que os de menor porte no médiolitoral devido à predação por caranguejos, pois conchas grandes são mais visíveis além de não poderem se encaixar nos espaços deixados por exoesqueletos vazios de cracas ou em fendas (Magalhães 1998), porém, indivíduos maiores podem suportar maior tempo de dessecação. Em geral, espécies de afloramentos expostos possuem conchas pequenas, mais globosas e finas, enquanto que em costas abrigadas eles têm maior espessura para suportar predação por caranguejos ou esmagamento físico (Heller, 1976). É sugerido que a predação por caranguejos nas margens abrigadas é responsável pelo desenvolvimento de conchas espessas com uma abertura mais estreita (Heller, 1976; Palmer, 1990).

Para minimizar o impacto promovido sobre as populações naturais, em estudos de longo prazo, todos os métodos testados neste estudo foram do tipo “não destrutivo”, estando apoiados em estimativas visuais. Segundo Meese & Tomich (1992), que compararam métodos de amostragem para estimativa da porcentagem de recobrimento, sua principal desvantagem é alta variabilidade quando comparamos resultados obtidos pelo método de estimativa visual, realizada por observadores diferentes, na estimativa de uma mesma amostra. A seleção do método não pode, entretanto, se apoiar na criação de complexas regras de decisão, pois estas tendem a diminuir a eficiência amostral e

aumentar a variabilidade entre os observadores, o que pode tornar os resultados obtidos por tais métodos incomparáveis (Sabino & Villaça 1999).

Para estudos de gastrópodes de pequeno porte, como a espécie estudada, essa variabilidade pode ser maior. Entretanto, é um método rápido e muito apropriado para estudos em áreas entremarés nas quais o tempo de exposição é um fator crucial (Meese & Tomich 1992, Dethier *et al.* 1993). Seu erro pode ser minimizado quando o mesmo observador é responsável por todas as contagens, como adotado neste trabalho.

Andrew & Mapstone (1987) afirmam que o valor verdadeiro da porcentagem de recobrimento para cada área estudada é difícil de ser conhecido, quando aplicado para estudos de comunidade. Entretanto, Souza (2014), em estudo de assembleias de macromoluscos, utilizando método destrutivo de raspagem na maior área testada (0,062m<sup>2</sup>), verificou o mesmo padrão de distribuição de abundâncias para o médio litoral, neste mesmo afloramento.

Para Sabino & Villaça (1999) um fator a ser considerado nos métodos de estimativa visual é o tamanho dos subquadrados. Para estes autores é preferível um maior número de pequenos subquadrados, pois ajudam o censo visual quando as espécies se encontram espalhadas ou apresentam baixo recobrimento. O uso de grandes subquadrados não fornece ao olho uma referência precisa dos contornos dessas subamostras (Dethier *et al.* 1993). Podemos observar que para espécies de pequeno porte, distribuição agregada e amplo recobrimento, como *E. lineolata* neste estudo, áreas muito pequenas ou muito grandes podem subestimar a abundância real. Além disso, onde há maior presença de fendas e fissuras ou de cracas e bivalves mitilídeos, a visibilidade de organismos pequenos se torna crítica por conta da camuflagem e da busca de proteção. Neste caso, valores intermediários, como o selecionado (0,04m<sup>2</sup>) podem ser mais representativos.

## 5. CONCLUSÃO

Para estudos realizados com gastrópodes de pequeno porte, como o selecionado para este trabalho, a execução de um estudo piloto para pré-definir a área do amostrador e o número de réplicas é fundamental para adequar os métodos de forma que o esforço amostral esteja correlacionado com a obtenção de respostas confiáveis, pois uma amostragem deve apresentar detalhes que minimizem possíveis erros e permitam interpretações mais robustas da realidade, evitando superestimar ou subestimar a

população estudada. A busca por protocolos de ampla abrangência permitirá comparações mais acuradas entre distintas populações.

Em relação à distribuição vertical foi observada a estratificação de sua abundância e tamanho, sendo diferente dos modelos clássicos já descritos para a espécie. Nas zonas superiores os indivíduos foram menos abundantes e significativamente maiores. Nas zonas inferiores a abundância dos indivíduos foi maior, com indivíduos de menor porte. A heterogeneidade do ambiente influenciou de forma positiva a abundância dos indivíduos uma vez que a presença de cracas e de bivalves ofereceu refúgio contra a dessecação e a ação de predadores.

Os indivíduos de *E. lineolata* apresentam um maior investimento em ganho no tamanho corporal do que no peso total, seguindo o modelo de crescimento alométrico negativo. É provável que este padrão esteja relacionado com a disponibilidade de recursos oferecidos.

## 6. AGRADECIMENTOS

À FAPESB pela concessão da bolsa (nº353/2013), ao Laboratório de Invertebrados da UESC e à Gerência de Laboratórios (GERLAB - UESC) pelo apoio logístico.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Absalão, R. S. & Roberg, R. A. P. 1999. Complexo *Littorina ziczac* (Gmelin) (Mollusca, Gastropoda, Caenogastropoda) no litoral fluminense: análise morfológica, distribuição vertical e bioquímica. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16 (2): 381-395.
- Andrew, N. L. & Mapstone, B. D. 1987. Sampling and description of spatial pattern in marine ecology. **Oceanography and Marine Biology**, 25: 39-90.
- Apolinário, M., Coutinho, R. & Baeta-Neves, M. H. 1999. Periwinkle (Gastropoda: Littorinidae) habitat selection and its impact upon microalgal populations. **Brazilian Journal Biology**, 59(2): 211-218.
- Borkowski, T. V. & M. R. Borkowski. 1969. The *Littorina ziczac* species complex. **Veliger**, 11: 408-414.
- Cadrin, S. X. 2000. Advances in morphometric identification of fishery stocks. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, 10 (1): 91-112.

- Casagrande, C., & Boudouresque, C. F. 2002. A sieving method for rapid determination of size-frequency distribution of small gastropods. Example of the mud snail *Hydrobia ventrosa* (Gastropoda: Prosobranchia). **Hydrobiologia**, 485 (1-3), 143-152.
- Dethier, M. N., Graham, E. S., Cohen, S. & Tear, L. M. 1993. Visual *versus* random-point percent cover estimations: 'objective' is not always better. **Marine Ecology Progress Series**, 96: 93-100.
- Gomiero, L.M.; Braga, F. M. S. 2003. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla cf. ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, Rio Grande-MG/SP. **Acta Scientiarum** 25:79-86.
- Hammer, O.; Harper, D. A. T.; Ryan, P. D. 2001. Past: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Electronica**, 4(1):9p,
- Heller, J. 1976. The effects of exposure and predation on the shell of two British winkles. **Journal of Zoology**, London 179: 201-213.
- Ito, A.; Ilano, A. S. & Nakao, S. Seasonal and tidal height variations in body weight and radular length in *Nodilittorina radiata* (Eydoux and Souleyet, 1852). **Journal of Molluscan Studies**. 68: 197 - 203. 2002.
- Jernakoff, P. 1985. An experimental evaluation of the influences of barnacles, crevices and seasonal patterns of grazing on algal diversity and cover in an intertidal barnacle zone. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 88: 287-302.
- Lee, O. H. K. & Williams, G. A. 2002. Spatial distribution patterns of *Littoraria* species in Hong Kong mangroves. **Hydrobiologia**, 481: 137 – 145.
- Lewis, J. R. 1964. **The ecology of rocky shore**. English Universities Press, London, 323p.
- Magalhães, C. A. 1998. Density and shell-size variation of *Nodilittorina lineolata* (Orbigny, 1840) in the intertidal region in southeastern Brazil. **Hydrobiologia**, 378: 143–148.
- McQuaid, C.D. 1996. Biology of the gastropod family Littorinidae: 2. Role in the ecology of intertidal and shallow marine ecosystems. **Oceanography and Marine Biology**, 34: 263-302.
- Meese, R. J. & Tomich, P. A. 1992. Dots on the rocks: a comparison of percent cover estimation methods. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 165(1): 59-73.
- Moreno, T. R.; Rocha, R. M. 2012. Ecologia de Costões Rochosos. **Estudos Biologia Ambiente Diversidade**. Jul/dez., 34 (84), 191 – 201.

- Nybakken, J. W. 2001. **Marine biology – an ecological approach**. 5<sup>th</sup> ed. San Francisco. Benjamin Cummings. 516p.
- Palmer, A. R. 1990. Effect of crab effluent and scent of damaged conspecifics on feeding, growth, and shell morphology of the Atlantic dogwhelk *Nucella lapillus* (L.). **Hydrobiologia**, 193: 155-182
- Pie, M.R.; Traniello, J.F.A. 2006. Morphological evolution in a hyperdiverse clade: the ant genus *Pheidole*. **Journal of Zoology**, v. 27: 99,
- Reid, D. G. 1993. Barnacle-dwelling ecotypes of three British littorina species and the status of *Littorina neglecta* Bean. **Journal of Molluscan Studies**, 59(1), 51-62.
- Reid, D. G. 2009. The genus *Echinolittorina* Habe, 1956 (Gastropoda: Littorinidae) in the Indo-West Pacific Ocean. **Zootaxa**. 103p.
- Sabino, C. M.; Villaça, R. 1999. Estudo comparativo de métodos de amostragem de comunidades de costão. **Revista Brasileira de Biologia**, 59, 407-419.
- Souza, S. M. A. R. 2014. Estrutura espacial e sucessão ecológica da comunidade bêntica nos costões rochosos do Morro de Pernambuco (Ilhéus-BA). **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, Brasil, 60 p.
- Stephenson, T. A.; Stephenson, A. 1949. The universal features of zonation between tide-marks on rocky coast. **Journal of Ecology**, 37: 289-305.
- Tavares-Dias, M., Moraes, F.R. & Martins, M.L. 2006. Equação da relação peso-comprimento, fator de condição, relação hepato e esplenosomática de 11 teleosteos dulciaquícolas cultivados no Brasil. **CIVA2006 (<http://civa2006.org>): 713-720.**
- Tokeshi, M., Ota, N., & Kawai, T. 2000. A comparative study of morphometry in shell-bearing molluscs. **Journal of Zoology**, 251(1): 31-38.
- Trussell, G. C. 2000. Predator-induced plasticity and morphological trade-offs in latitudinally separated populations of *Littorina obtusata*. **Evolutionary Ecology Research**, 2(6), 803-822.
- Wang, X. C., Johnson, M. W., Daane K M, Yokoyama, V. Y. 2009. Larger olive fruit size reduces the efficiency of *Psytalia concolor*, as a parasitoid of the olive fruit fly. **Biol. Control**. 49: 45-51
- Wiegert, R. G. 1962. The selection of an optimum quadrat size for sampling the standing crop of grasses and forbs. **Ecology**, 125-129.

## ANEXO I

### INSTRUÇÃO PARA AUTORES – PAN AMERICAN JOURNAL OF AQUATIC SCIENCES

Manuscripts submitted to the Pan-American Journal of Aquatic Sciences must be original, not published before (except in the form of an abstract, or as part of a published lecture, or thesis), not under consideration for publication elsewhere and approved by all authors as well as by the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the institute where the work has been carried out prior to submission. **Our Journal will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.**

Authors are also responsible for obtaining the consent of their co-authors in order to include their names in the publication. Only the authors will be responsible for any disagreement arising after their article is published online at Pan-American Journal of Aquatic Sciences' site. Once published, no request from any co-author to delete his/her name from the publication, or any sort of modification in the publication's content will be accepted. In order to avoid authorship issues, please state in the cover letter that all co-authors agreed with its content and submission to our Journal, and that everyone meriting authorship have been so named.

Following submission, the manuscript will be pre-reviewed by the Editors and/or one of our Permanent Advisors (in the area of the manuscript). If pre-approved, it will be forwarded to three Reviewers according to the scope and specific area. Anonymity for both authors and reviewers will be preserved.

Acceptance will be based on the quality of the science, the appropriateness of the manuscript for our Journal and the quality of the English grammar. Authors whose mother tongue is not English **must** have their texts revised by a professional translator or an English native speaker colleague. Each manuscript must stand on its own merits and be a substantial contribution to the field.

Original manuscripts must be electronically submitted in a document attached to a formally sent e-mail to the Editors. Text in "ODT", "SXW", "DOC" or "RTF" file formats are preferred (not "DOCX"). Authors are asked to use A4 page size with 2 cm margins, Times New Roman 11 font and 1.5 lines as paragraph spacing. Figures may have high quality to allow electronic ("PDF") viewing with enough details.

During the publication process, authors might be asked to change some formatting or submit equations, tables or pictures separately, if necessary.

Submitted files must not exceed 2 MB in total to allow e-mailing. If high quality images are to be included in the article and that excessively increases the size of the file, authors may send them separately to the Editors who will create a draft version of fair quality to be sent to the Reviewers. However, we strongly recommend sending the complete manuscript in a single file, with Figures and Tables inserted in the correct place. Please, be aware that simply pasting figures in some text editors will create unnecessarily large files. Paste them properly to avoid this (using the "paste special" utilities). Full quality pictures will be included, though, in the article when editing the final (corrected) version.

Manuscripts not formatted according to these Instructions for Authors will be immediately returned to the authors. Please, see one of our published articles or contact the Editors to eliminate any doubts.

Submit, along with the manuscript, the names and e-mail addresses of 3 potential Reviewers who must not belong to the same institution and may have no recent collaboration links with the authors. All manuscript must be sent by e-mail to the following electronic address: panamjas (at) gmail.com.

#### Manuscripts arrangement:

Authors are responsible for the content of submitted manuscripts, which have to be written in English. Non-English speakers must submit the manuscript to a native speaker or professional translator prior submission to Pan-American Journal of Aquatic Sciences.

Sentences must not start with an abbreviation. Acronyms must be written in full on their first occurrence and SI units should be used. Scientific names should be italicized (not underlined) and not abbreviated in legends of Figures and Tables.

#### 1) Research articles:

**Title:** concise and informative. The higher *taxa* containing the *taxa* dealt with in the paper should be indicated in parentheses: e.g. A taxonomic revision of the genus *Atlantoraja*(Elasmobranchii, Arynchobatidae).

**Running headline:** a short running headline of no more than 45 characters (including spaces) must be also provided.

**Author(s):** first names, middle names/initials, last names; postal addresses and e-mail addresses (Telephone/Fax number is not required). When authors belong to different institutions, an Arabic superscript number must be added and their addresses detailed below. Only the e-mail of the corresponding author must be indicated immediately after the postal address as in "... Rio de Janeiro, Brazil. E-mail: [author@webmail.org](mailto:author@webmail.org)". Do not add all authors' e-mails. Also, information on the professional or academic status (professor, PhD., student, trainee, etc.) must be avoided.

**Abstract** plus one **Resumen** (Spanish) or **Resumo** (Portuguese): It must concisely outline the scope of the manuscript (no more than 200 words for Research articles or three lines for Scientific notes), informing the main findings and conclusions without methodologies or discussions. Any new names or new combinations proposed in the paper should be mentioned. The second language abstract must include the title of the article in the corresponding language.

**Key Words:** up to five, that do not appear in the title, in English and in the language of the second abstract. Do not insert a full stop after the last key word.

**Following sections** should include: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments\* (optional and brief) and References (please, see format below), as usual. Sections names must appear in low case and bold font and centered. Sub-section titles must appear also in low case and bold font aligned to the left.

\*Acknowledgments: identify individuals by first initial and full surname (do not list professional titles), and institutions. Author may include collecting permits acknowledgments and any additional information concerning research grants, etc. If used, voucher-specimens must be identified with catalog number and name of the institution.

**Tables:** Should be numbered consecutively in Roman numerals and embedded in the manuscript as text, not pasted as a figure. If sent in a separate file (ex. in a spreadsheet file) consider that either the length or the width must fit an A4 page with 2 cm margins. Avoid abbreviations, except in the case of units. Each table must have its own title on the top, formatted in Times New Roman 10 font. In the text, tables should be referred as Table I, Tables II and III, Tables II-V, etc. The font in the tables as well as inside the figures must be Times New Roman, as for the text.

**Figures:** all figures must be embedded in the text. Please choose high resolution pictures. Prefer figures with the following extensions: jpg, tiff, png, bmp, gif. Other formats may be accepted after consulting the Editorial Board. Please, try not to exceed 1 MB per file in the initial submission. High quality color or black and white photographs, or computer-generated figures (e.g. maps) are acceptable. After the article's acceptance authors may be asked to send original, higher resolution figures. Figures should be referred to in the text as Figure 1, Figures 1 and 2, Figures 1-4, Figure 2a, (Fig. 1), (Fig. 1a), (Figs. 1-4), (Figs. 1a-1d), etc. Always use bar scales to indicate the size of photographed items. The legends must be concise but informative, formatted in Times New Roman 10 font. The species name must not be abbreviated in the legends.

**Formulas:** may be written in a single line even if they require special fonts (Symbol, Courier New or Wingdings), or may be part of the text. Ex:  $H_2O$ ,  $y=a+x^b$ , etc. We recommend the use of an appropriate equation editor for better results.

**Citations:** Author citations in the text must follow the pattern: Garcia *et al.* (2004) or (Garcia *et al.* 2004), (Loebmann & Vieira 2006), Velasco *et al.* (2007), Oddone (2005). When referring to several publications in a row they must be cited in chronological order; e.g. (Bertalanffy 1938, Kinas 2000, Christensen & Walters 2004). Two or more publications by the same author must be cited as (Walters 2003, 2007) or (Bakun 2009a,b).

Personal communication of unpublished data must be accompanied by the person's full name and professional address as a foot note.

**References:** see format examples below (please note spaces, bold, italic, commas and full stop usage). Grey literature must be avoided (e.g. symposium abstracts, unpublished institutional reports and monographs). If included (for example, being the cited reference the only publication of a particular

subject), theses must include the full name of the institution, along with its city and country. See examples below.

Note that a space must be added between authors (and eventually editors) initials, as follows: Compagno, L. J. V. instead of Compagno, L.J.V. Moreover, authors' initials must always follow the surname and not the opposite, for instance: Compagno, L. J. V & Vooren, C. M. instead of Compagno, L. J. V. & C. M. Vooren.

### **Examples:**

#### Books:

Margalef, R. 1995. **Ecología**. Omega, Barcelona, 951 p.

Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). 1997. **Subtropical Convergence Environments: The coastal and sea in the Southwestern Atlantic**. Springer, Berlin, 380 p.

#### Book chapters:

Chao, L. N., Vieira, J. P. & Pereira, L. E. 1985. Estuarine fish community of the dos Patos Lagoon, Brazil: A Baseline Study. Pp. 429-450. *In*: Yañes-Arancibia, A. (Ed.). **Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration**. UNAM Press, Mexico DF, Mexico, 654 p.

McDiarmid, R. W. 1994. Diversidad e historia natural de los anfibios: Una síntesis. Pp. 5-15. *In*: Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L. A. C. & Foster, M. S. (Eds.). **Medición y monitoreo de la diversidad biológica: Métodos estandarizados para Anfibios**. Editora Universitaria de la Patagonia, Chubut, Argentina, 348 p.

#### Journal papers:

Araújo, J. N., Mackinson, S., Stanford, R. J., Sims, D. W., Southward, A. J., Hawkins, S. J., Ellis, J. R. & Hart, P. J. B. 2006. Modelling food web interactions, variation in plankton production and fisheries on the Western English Channel ecosystem. **Marine Ecology Progress Series**, 309: 175-187.

Calliari, D. & Antezana, T. 2001. Diel feeding rhythm of zooplankton size-fractions from Coliumo Bay, Central Chile. **Scientia Marina**, 65(4): 269-274.

Freire, K. M. F., Christensen, V. & Pauly, D. 2007. Assessing fishing policies for northeastern Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 2(2): 113-130.

#### Workshop and Symposium Proceedings:

Castello, J. P. 1990. Synopsis on the reproductive biology and early life history of *Engraulis anchoita* and related environmental conditions in Brazilian waters. Annex VII. **IOC Workshop on Sardine/Anchovy Recruitment Project (SARP) in the Southwest Atlantic**, UNESCO, 65: 1-5.

Piola, A. R., Campos, E. J. D., Möller, O. O., Charo, M. & Martinez, C. 1999. Continental shelf water masses off eastern south America – 20° to 40° S. **10th Symposium on global change studies**, Dallas, Texas, USA, 9-12.

#### Theses:

Reis, E. G. 1992. An assessment of the exploitation of the white croaker *Micropogonias furnieri* (Pisces, Sciaenidae) by the artisanal and industrial fisheries in coastal waters of southern Brazil. **PhD. Thesis**. University of East Anglia, Norwich, England, 223 p.

#### Electronic publications:

Froese, R. & Pauly, D. 2007 (Eds.). **FishBase** - World Wide Web electronic publication, accessible at <http://www.fishbase.org>. (Accessed MM/DD/YYYY).

## **2) Scientific notes:**

Must include the title, authors' names and addresses, and the two abstracts as the regular papers (see above), but the abstracts must have up to three lines, each. The following text must be written without the regular sections (Introduction, Materials and Methods, etc.). Acknowledgments and References must follow, and Tables and Figures included just as in the Research articles.

Overall, submitted notes must have less than 9 pages (the submitted draft), including tables, figures and references.

The text must be organized as follows: the first paragraph must contain the information that would correspond to the Introduction; the second paragraph must briefly summarize the collection of the samples and the methodology. Finally the results and discussion must be presented in the following paragraphs (no more than three).

## DENSIDADE POPULACIONAL DE *Echinolittorina lineolata* (D'ORBIGNY, 1840) EM UM AFLORAMENTO ROCHOSO TROPICAL (SUL DA BAHIA, BRASIL)

ALISSON SOUSA MATOS<sup>(1)</sup>

(1) Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Soane Nazaré de Andrade, Departamento de Ciências Biológicas, Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, CEP 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil.

\*Contato: alimatos1@gmail.com

### ABSTRACT

This paper describes the population density of *Echinolittorina lineolata* sheltered rocky shore in the Morro de Pernambuco (Ilheus, BA). Sampling was conducted from November 2013 to October 2014. A sampler of 0.04m<sup>2</sup> total area was used in each zone and 20 replicas were willing to count the individuals and get monthly density. The rugosity index was calculated by the relation  $C = 1-d / 1$  percentage of coverage was measured by visual estimation. Data normality was tested using the Shapiro-Wilk test. The Kruskal-Wallis test was used to determine whether differences existed in densities between zones ( $\alpha = 0.05$ ) and ANOVA to compare the levels of rugosity. 118,509 individuals were recorded and 6,694 in Zone A, 64,479 in B and 47,036 in the C. The average density recorded in Zone A was  $28 \pm 13$  inds / 0.04m<sup>2</sup> and was lower than that recorded in the B ( $269 \pm 100$  inds / 0.04m<sup>2</sup>) and C ( $196 \pm 48$  inds / 0.04m<sup>2</sup>). Was no statistical difference between groups ( $H = 514.6$ ;  $p = 1.758e^{-112}$ ). Zone A was visually characterized as bare rock. The B zone, the percent coverage of 90% of the species of barnacles *Chthamalus bisinuatus*, while Zone C showed coverage of 80% of bivalve *Brachidontes exustus* and 20% of *C. bisinuatus* as epibionts of *B. exustus*. The rugosity index calculated for the zones A, B and C is  $C = 0.55 \pm 0.05$ ,  $C = 0.75 \pm 0.02$  and  $C = 0.92 \pm 0.06$ , respectively.

**Key words:** Snail, Littorinidae, density, rocky shore

### RESUMEN

En este trabajo se describe la densidad de población de *Echinolittorina lineolata* resguardada costa rocosa en el Morro de Pernambuco (Ilheus, BA). El muestreo se llevó a cabo entre noviembre de 2013 hasta octubre de 2014. Un muestreador de la superficie total 0,04m<sup>2</sup> se utilizó en cada zona y 20 réplicas estaban dispuestos a contar los individuos y obtener la densidad mensual. El índice de rugosidad se calculó por la relación  $C = 1-d / 1$  porcentaje de cobertura se midió mediante estimación visual. La normalidad de los datos se probó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para determinar si existían diferencias en densidades entre zonas ( $\alpha = 0,05$ ) y ANOVA para comparar los niveles de rugosidad. 118 509 personas se registraron y 6694 en la zona A, 64 B y 479 en 47 036 en el C. La densidad media registrada en la zona A fue de  $28 \pm 13$  ind / 0,04m<sup>2</sup> y fue inferior a la registrada en el B ( $269 \pm 100$  ind / 0,04m<sup>2</sup>) y C ( $196 \pm 48$  ind / 0,04m<sup>2</sup>). Hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ( $H = 514,6$ ;  $p = 1,758e^{-112}$ ). Zona A se caracteriza visualmente como roca desnuda. La zona B, el porcentaje de cobertura del 90% de las especies de percebes *Chthamalus bisinuatus*, mientras que la zona C mostró una cobertura del 80% de bivalvos *Brachidontes exustus* y 20% de *C. bisinuatus* como epibiontes de *B. exustus*. El índice de rugosidad calculado para las zonas A, B y C es  $C = 0,55 \pm 0,05$ ,  $C = 0,75 \pm 0,02$  y  $C = 0,92 \pm 0,06$ , respectivamente.

**Palabras clave:** Caracol, Littorinidae, densidad, costa rocosa

## 1. INTRODUÇÃO

A região entremarés, caracterizada pela transição entre o continente e o oceano, é ocupada por diversos organismos bênticos e subdivisões da mesma podem ser realizadas caso sejam reconhecidas grandes diferenças em uma mesma faixa ou zona (Lewis, 1964). Ainda segundo este mesmo autor, a distribuição vertical, ou zonação, é caracterizada pela distribuição de organismos ou associações de organismos em zonas distribuídas em função de um gradiente vertical.

Espécies do gênero *Echinolittorina* são dominantes no supralitoral dos costões e afloramentos rochosos ao longo das regiões tropicais (Reid, 2009). A distribuição desses caramujos pode ser influenciada por fatores como exposição às ondas, dessecação e temperatura (Takada, 1992). Apesar das condições físicas extremas na zona supralitoral, muitas espécies de gastrópodes têm adaptado com sucesso para vida nesta zona (Lee & Lim, 2009). Indivíduos da espécie podem ser encontrados entre cracas, dentro de carapaças vazias ou diretamente sobre a rocha (Borkowski & Borkowski, 1969).

A ação das ondas sobre os organismos, como os litorinídeos, promove estresse mecânico que exerce forte pressão, mas também ameniza a aridez do substrato nos níveis superiores através dos salpicos de água salgada (Nybakken, 2001), sendo um dos fatores que determina a extensão do limitesuperior da zona entremarés. A topografia complexa, separada por apenas alguns metros, pode ser um fator importante para o *fitness* da população de moluscos intertidais (Chapman & Underwood, 1994).

A variabilidade entre indivíduos em relação à resistência e tolerância às condições ambientais também pode influenciar a distribuição das espécies no ambiente (Borkowski & Borkowski, 1969). A ocorrência de biobandas como a de cracas, a de bivalves mitilídeo-sea de macroalgas, aumenta a disponibilidade de recursos e favorece o desenvolvimento de diversas formas de vida, elevando a biodiversidade nestes ambientes (Edgar, 1983; Apolinario, 1999). Os litorinídeos são organismos que possuem hábito alimentar herbívoro, atuando como raspadores do microfilme microbiano ou como pastadores epilíticos (McQuaid, 1996).

A espécie *Echinolittorina lineolata*, conhecida como “caramujo zebra”, apresenta comprimento da concha entre 4 e 6mm nos adultos, podendo atingir até 17mm (Borkowsky, 1974; Reid, 2009). Apresenta uma coloração predominante marfim com faixas axiais marrons claras a escuras (Reid, 2009; Gonçalves, 2011).

A zonação por tamanho dos litorínídeos, com os de maior porte presentes no supralitoral e os de menor na “faixa das cracas”, é determinada por recrutamento em primeira instância e, a atuação das ondas pode transportar indivíduos do médio litoral para o supralitoral, podendo alterar os padrões de zonação. Assim, devem-se considerar as faces expostas e protegidas, pois as densidades dos indivíduos podem variar significativamente (Magalhães, 1998). Os gradientes de tamanho na região entremarés podem ser ainda determinados por pressões de predação (Rochette & Dill, 2000).

A densidade é um fator de interesse para o entendimento dos processos populacionais, pois está relacionada com o número de indivíduos por unidade de área. O efeito da densidade é uma característica importante em ecologia populacional, pois muitas interações são dependentes desse fator (denso-dependentes), permitindo observações, sob uma situação real, da população (Begon, 1981).

As altas densidades populacionais fazem dos pequenos gastrópodes um elo importante na cadeia alimentar atuando como herbívoros ou detritívoros e servindo como um recurso alimentar para níveis tróficos superiores (Casagrande & Boudouresque, 2002). O conhecimento sobre a distribuição desta espécie nos afloramentos rochosos na Bahia ainda é incipiente.

O presente trabalho descreve a densidade espaço-temporal de *Echinolittorina lineolata*, relacionando-a com a rugosidade e o percentual de cobertura de organismos inscrustantes em três zonas distintas em um afloramento rochoso abrigado. A hipótese testada é que ambientes com maior heterogeneidade apresentem maior densidade de indivíduos.

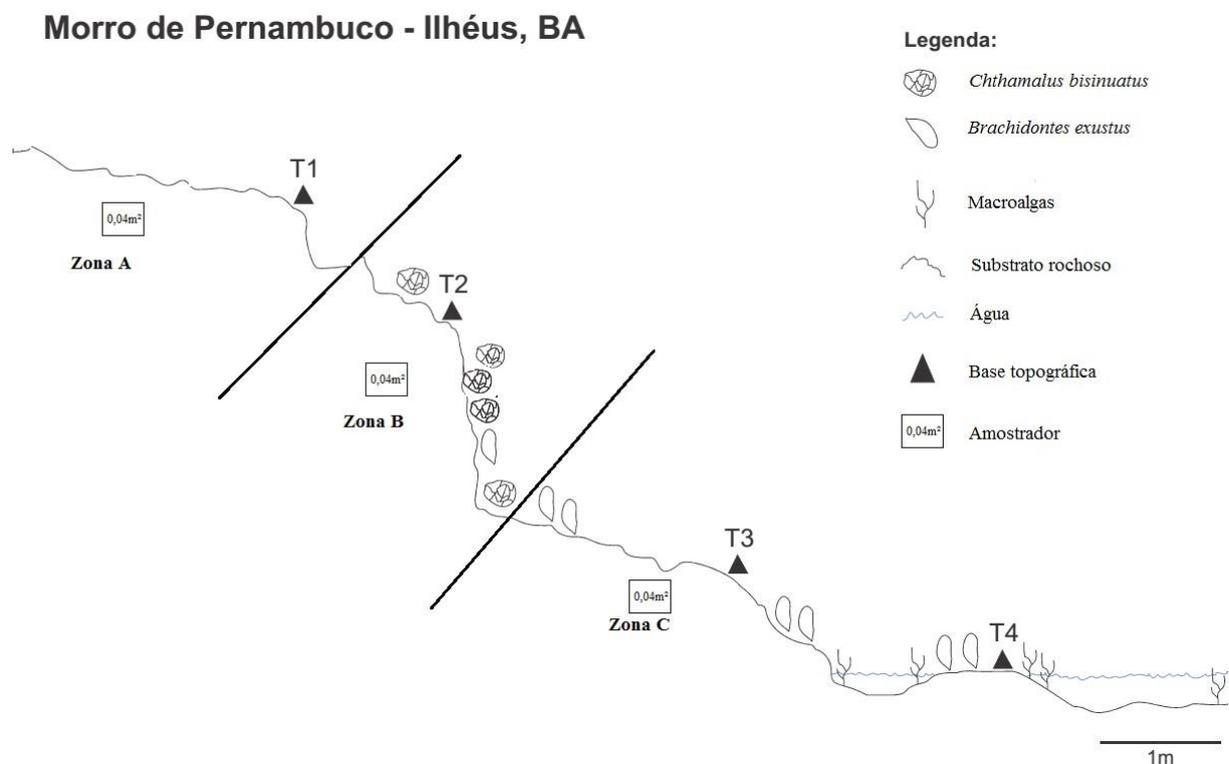
## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de Estudo**

O trabalho foi desenvolvido na face moderadamente exposta do afloramento rochoso do Morro de Pernambuco, localizado na porção sul do município de Ilhéus (BA). A área está inserida no perímetro urbano, sendo de fácil acesso a banhistas, turistas e pescadores que residem próximo à área.

## 2.2. Delineamento Amostral

As coletas foram iniciadas em novembro de 2013 e finalizadas em outubro de 2014, totalizando doze coletas. No campo, foi utilizado um amostrador de 0,04m<sup>2</sup> de área total. Em cada zona foram dispostas 20 réplicas sistemáticas não aleatórias para contabilizar os indivíduos e obter a densidade média mensal (Figura 1). A Zona A (superior), foi caracterizada por rocha nua e pela presença de litorínídeos, a Zona B (intermediária) foi dominada por cracas e a Zona C (inferior), por bivalves mitilídeos.



**Figura 1:** Desenho esquemático da distribuição das zonas para contagem dos indivíduos de *Echinolittorina lineolata* (Zona A: rocha nua, Zona B: biobanda de *Chthamalus bisinuatus* e Zona C: biobanda de *Brachidontes exustus*).

A rugosidade do costão foi mensurada através da colocação de uma corrente de aço fina na superfície do mesmo, ao longo de 1m (medido com auxílio de um metro rígido). A corrente foi disposta na linha de intercepção do transecto na mesma área na qual foi alocado o amostrador de 20 x 20 cm (0,04m<sup>2</sup>). O índice de rugosidade foi calculado através da relação  $C=1-d/l$ , onde  $d$  é a distância horizontal coberta pela

corrente que segue o contorno do substrato e  $l$  é o comprimento total quando a corrente é distendida (Aronson & Precht, 1995; Knudby & Ledrew, 2007).

O percentual de cobertura de organismos incrustantes no substrato rochoso foi mensurado através de estimativa visual em cada zona, como as cracas *Chthamalus bisinuatus* na zona B e de bivalves *Brachidontes exustus* na zona C (Dethier & Duggins, 1984).

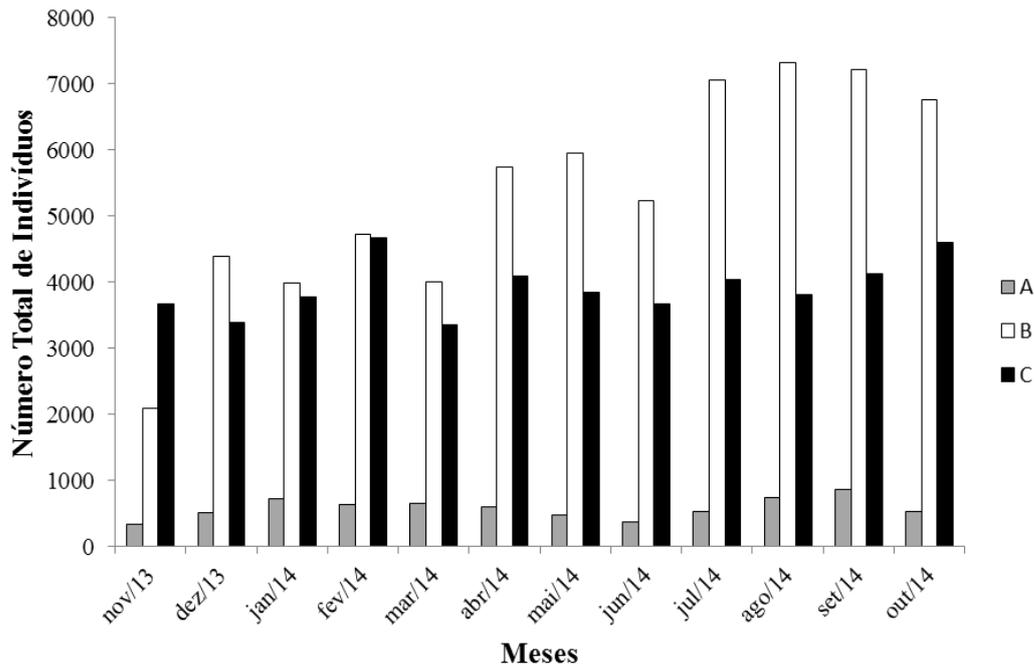
## 2.2. Tratamento dos dados

As densidades populacionais foram estimadas através da contagem do número de indivíduos presentes dentro de um quadrado de 0,04m<sup>2</sup>. A normalidade dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para verificar se existiam diferenças nas densidades entre as zonas ( $\alpha = 0,05$ ) e aplicado o teste de Mann-Whitney. Os testes foram calculados com auxílio do programa computacional estatístico PAST versão 2.17c (Hammer et al., 2001).

## 3. RESULTADOS

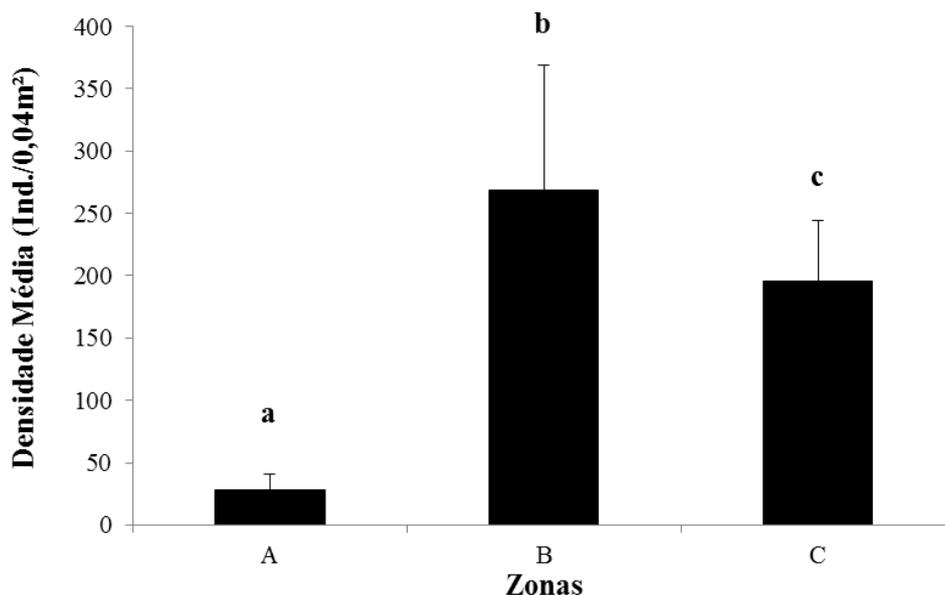
Foram contabilizados 118.509 indivíduos, sendo 6.694 na Zona A, 64.479 na B e 47.036 na C.

Na Zona A o mês de setembro/14 foi o mês com maior abundância de indivíduos (N = 864). Para a Zona B, agosto/14 foi o mês com maior número de indivíduos (N= 7324) e para a Zona C, fevereiro/14 (N= 4674) (Fig. 2).



**Figura 2:** Abundância de indivíduos contabilizados mensalmente em cada biozona no afloramento rochoso do Morro de Pernambuco, Ilhéus, Bahia.

A densidade média registrada na Zona A foi de  $28 \pm 13$  inds/ $0,04\text{m}^2$  e apresentou-se menor que a registrada na B ( $269 \pm 100$  inds/ $0,04\text{m}^2$ ) e C ( $196 \pm 48$  inds/ $0,04\text{m}^2$ ) (Fig. 3). A zona B foi a que apresentou maior densidade diferindo significativamente das demais zonas (Kruskall-Wallis:  $H = 514,6$ ;  $p = 1,758e^{-112}$ ). Os valores de comparação *a posteriori* estão apresentados na Tabela 1.



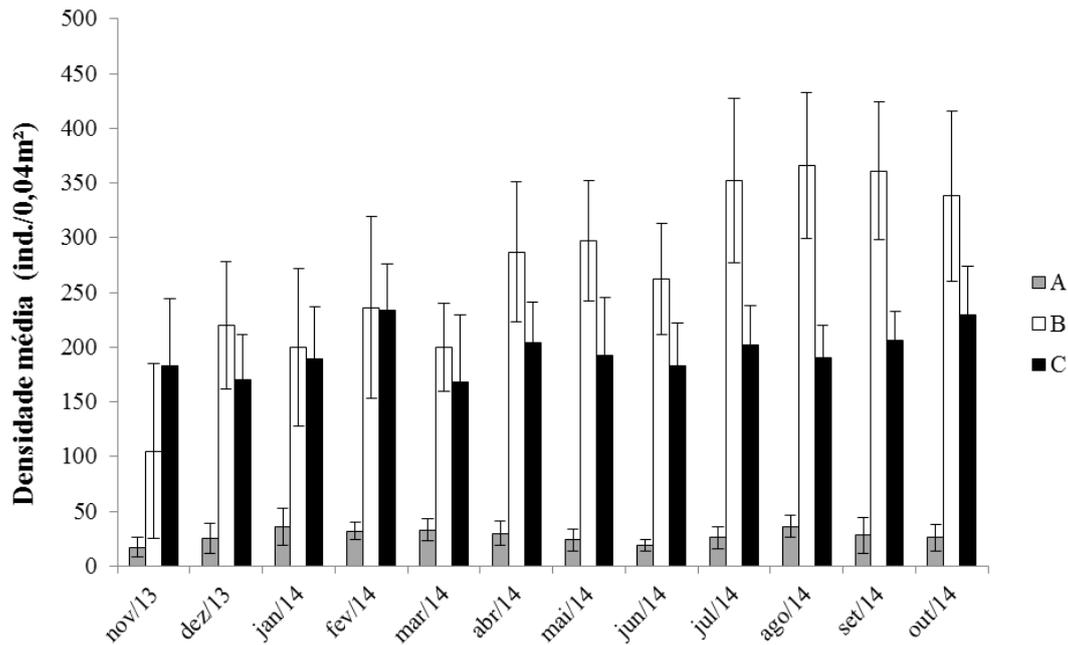
**Figura 3:** Densidade média total de indivíduos (inds/0,04m<sup>2</sup>), em cada biozona, no afloramento rochoso do Morro de Pernambuco, Ilhéus, Bahia (Letras diferentes indicam diferença estatística significativa).

**Tabela 1:** Valores de *p* comparação a posteriori par-a-par de Mann-Whitney

Zonas / p = 0,05	A	B	C
A	-	2,536e <sup>-78*</sup>	4,026e <sup>-80*</sup>
B		-	3,334e <sup>-22*</sup>
C			-

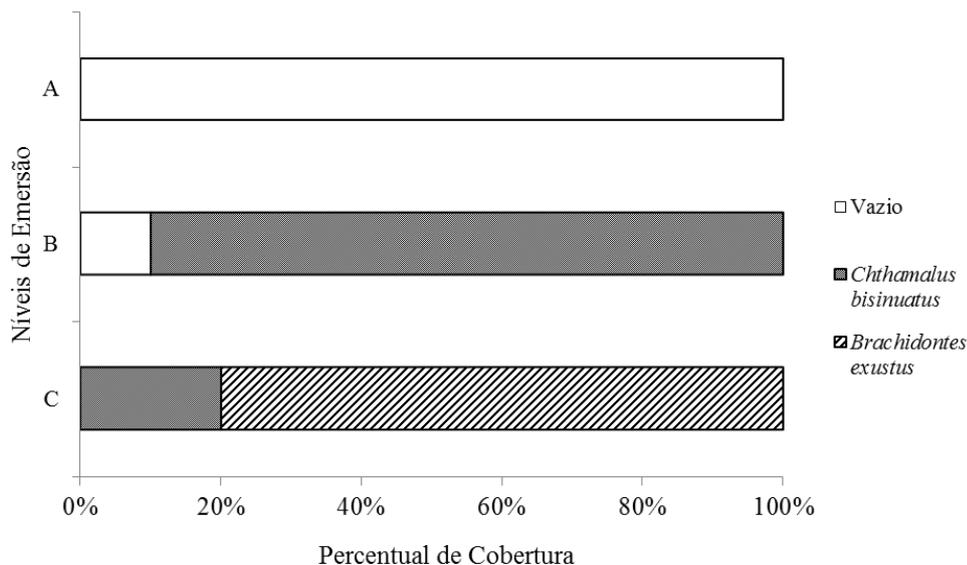
\*Diferença significativa ( $p < 0,05$ )

A maior densidade média mensal foi registrada em agosto/14 para as zonas A ( $36 \pm 10$  inds/0,04m<sup>2</sup>) e B ( $366 \pm 67$  inds/0,04m<sup>2</sup>) e a menor em novembro/13 ( $17 \pm 9$  inds/0,04m<sup>2</sup> e  $105 \pm 80$  inds/0,04m<sup>2</sup>, respectivamente). Na Zona C, diferente das anteriores, a maior densidade média foi registrada em fevereiro/14 ( $234 \pm 42$  inds/0,04m<sup>2</sup>) e a menor nos meses de dezembro/13 ( $170 \pm 42$  inds/0,04m<sup>2</sup>) e março/13 ( $168 \pm 62$  inds/0,04m<sup>2</sup>). A Figura 4 mostra as densidades médias mensais para todo o período amostrado.



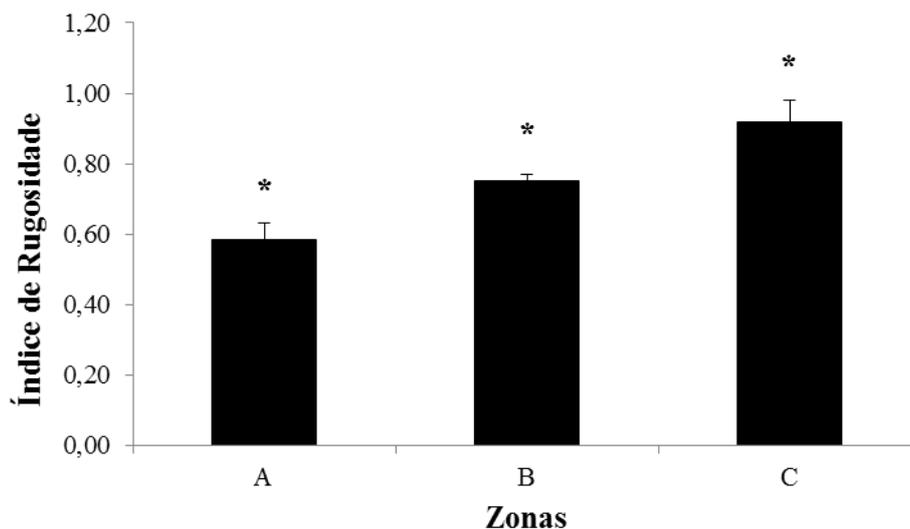
**Figura 4:** Densidade média mensal de indivíduos (inds/0,04m<sup>2</sup>) em cada biozona no afloramento rochoso do Morro de Pernambuco, Ilhéus, Bahia.

A zona A foi caracterizada visualmente como rocha nua, sem a presença de organismos incrustantes. A zona B apresentou percentual de cobertura de 90%, caracterizado pela presença de cracas da espécie *Chthamalus bisinuatus*, enquanto a Zona C apresentou cobertura de 80% de bivalves *Brachidontes exustus* e 20% de *C. bisinuatus* como epibiontes de *B. exustus*, distinguindo claramente as biozonas no afloramento (Fig. 5).



**Figura 5:** Percentual de cobertura de macrofauna no afloramento rochoso abrigado em três níveis de emersão: (A) zona superior, (B) zona intermediária e (C) zona inferior.

O índice de rugosidade calculado para as zonas A, B e C foi de  $C = 0,55 \pm 0,05$ ,  $C = 0,75 \pm 0,02$  e  $C = 0,92 \pm 0,06$ , respectivamente (Fig. 6). Foi verificada diferença estatística entre zonas (ANOVA,  $F = 25,08$ ,  $SM = 0,16$ ;  $p_{calc} = 0,001219$ ), sendo C a zona com maior índice de rugosidade.



**Figura 6:** Média e desvio padrão do índice de rugosidade calculado para as zonas estudadas (A = superior, B = intermediária, C = inferior). Comparação de Tukey: \* =  $p < 0,05$ .

#### 4. DISCUSSÃO

A zona B foi a que apresentou maior densidade de indivíduos, sendo que este ambiente, dominado por *Chthamalus bisinuatus*, não foi o que apresentou a maior heterogeneidade, contrariando a hipótese de que ambientes mais heterogêneos apresentariam maiores densidades. Ambientes dominados por cracas podem proporcionar uma maior proteção aos litorinídeos (Jernakoff, 1985). Magalhães (1998), em estudo da mesma espécie no litoral paulista, sugere que o assentamento ocorre na zona dominada por pequenas cracas, como *C. bisinuatus*, e que, posteriormente, ocorre migração para as zonas superiores na qual os indivíduos maiores podem ser encontrados. Experimentos de transferência dessa espécie revelaram seleção ativa da zona do médiolitoral e o “encarceramento” dos indivíduos tem mostrado que o pastoreio reduz a abundância de microalgas epibênticas. Assim, a disponibilidade de alimento pode desempenhar um papel importante na seleção de habitat (Apolinário *et al.*, 1999).

As cracas, características da zona B, alteram a complexidade do substrato, o que pode explicar a maior densidade de *E. lineolata* nesta zona. Embora este estudo não tenha testado a complexidade do habitat em relação à presença de fendas e buracos no afloramento rochoso estudado, considerando como complexidade apenas a rugosidade em cada área de coleta, a densidade de litorinídeos não foi correlacionada com o aumento da mesma, concordando com os resultados obtidos por Chapman (1994). Reid (1993), em estudo de três espécies de *Littorina* na costa britânica, observou que as pequenas cracas serviam de moradia para as espécies e sugeriu que estas podem responder ao mesmo conjunto de condições ambientais, produzindo assim ecótipos análogos. Underwood & McFadyen (1983) também notaram que durante a amostragem de *Littorina acutispira* na Austrália, a densidade dos caramujos era maior em parcelas nas quais havia muitas cracas (*Chamaesipho columna*). Os resultados experimentais sugerem que as cracas fornecem refúgio contra os efeitos das ondas, permitindo maiores densidades de caramujos.

Os indivíduos de *E. lineolata* também podem apresentar esta resposta às condições oferecidas na zona B e, conseqüentemente, apresentar aumento da densidade, como observado por Souza (2014). Parece razoável supor que espécies desta família preferencialmente recrutam, e seus jovens sobrevivem, dentro de manchas complexas de habitat (Chapman & Underwood, 1994).

Mak (1996) observou um aumento na densidade de três espécies de Littorinidae (*Nodilittorina trochoides*, *N. radiata* e *N. vidua*) em costões rochosos de Hong Kong no inverno, com declínio no verão. O autor sugere que este pode ser um resultado da variação das taxas de mortalidade e recrutamento. Pouco se sabe sobre as taxas de mortalidade de *E. lineolata*, porém, no inverno (junho, julho e agosto 2014) foram registradas maiores densidades de indivíduos na zona B.

A zona A do afloramento foi caracterizada por apresentar rocha nua e menor índice de rugosidade, indicativos de uma menor heterogeneidade ambiental. Como esperado apresentou também a menor densidade de indivíduos, em sua maioria, adultos. Underwood & Chapman (1989) demonstraram experimentalmente que em superfícies rochosas de baixa complexidade topográfica podem ocorrer grandes deslocamentos (emigração e imigração) de litorinídeos e que a sua distribuição pode ser afetada por esses fatores. A explicação mais provável para os padrões de distribuição dos caramujos adultos é a seleção de habitat, porque esses animais apresentam maior mobilidade e podem potencialmente escolher entre um número de diferentes habitats em uma mesma costa (Chapman & Underwood, 1994).

O maior índice de rugosidade foi registrado na zona C, onde há maior predomínio de bivalves (*Brachidontes exustus*) e cracas (*Chthamalus bisinuatus*) como epibiontes destes. Entretanto, o alto valor do índice de rugosidade não apresentou relação direta com a maior densidade de *E. lineolata*. Os bivalves que caracterizam essa zona são engenheiros de ecossistemas, importantes em sistemas marinhos bentônicos, pois se agregam em grupos modificando a natureza e a complexidade do substrato e os indivíduos móveis como os litorinídeos, podem depender das irregularidades espaciais geradas por esses organismos (Borthagaray & Carranza, 2007). Entretanto, os bancos de mitilídeos acumulam muita areia entre os seus indivíduos (funcionam como armadilhas para sedimentos finos). Assim, este substrato não é apropriado para obtenção de alimento por parte do litorinídeo, que é um raspador de filme epibêntico. Dessa forma, a menor densidade de *E. lineolata* na zona C quando comparada com a B pode ser explicada pela menor oferta de alimento. As zonas C e B ficam próximas uma da outra e a densidade pode variar no espaço-tempo pelo transporte dos indivíduos pelas ondas (Magalhães, 1998), movimentação dos indivíduos (Chapman & Underwood, 1994) e busca de refúgios contra predação (Gutierrez *et al.*, 2003). Locais com características observadas na zona C oferecem um ambiente mais úmido, com áreas sombreadas nas quais os caramujos podem escapar do estresse térmico e da dessecação (Reid, 1996).

Em nosso estudo a densidade foi mais baixa na zona A, caracterizada por menor complexidade do substrato e maior percentagem de rocha nua. Os maiores valores de densidade, ao longo de todo o período, foram registrados na zona B, dominada por cracas. Este resultado difere do encontrado por Carlson *et al.* (2006) em estudo com a espécie *Littorina littorea*, na Ilha de Appledore (EUA). Neste trabalho as análises de correlação indicaram que a densidade de *L. littorea* foi positivamente correlacionada com duas características do substrato: a rugosidade e o percentual de rocha nua, de modo que locais com maior complexidade de substrato e maior percentagem de rocha nua suportavam densidades mais elevadas de *L. littorea*, provavelmente porque esta espécie se alimenta de algas calcáreas.

Em costões rochosos muitas vezes há enorme variabilidade espacial e temporal na distribuição dos organismos. A causa dessa variação pode estar associada à fisiologia, morfologia e comportamento além das diferenças nas condições ambientais, como temperatura, umidade e padrão de circulação de água (Jackson, 2010). Pequenos gastrópodes demonstram grande variação nas suas distribuições e densidades ao longo do tempo e do espaço e estão associados com as características particulares de seu habitat (Underwood, 2000; Underwood & Chapman, 2000).

Em agosto de 2014 foram observadas as maiores densidades nas zonas A e B e, em fevereiro de 2014, na zona C. Os indivíduos podem ter migrado da zona mais inferior para as zonas mais superiores nesse período de seis meses. Os movimentos em massa das populações (migração) são dependentes da densidade e quase sempre orientados de regiões com baixa quantidade de recursos para áreas onde estes são mais abundantes (Townsend *et al.*, 2010).

As migrações observadas em litorinídeos podem estar relacionadas a fatores, como a exposição às ondas, a disponibilidade de alimentos e a reprodução (Williams & Ellis, 1975). Mak (1996) observou um padrão para três espécies de litorinídeos em Hong Kong, sugerindo que a migração pode estar relacionada à variação sazonal na abundância de microalgas. A maior densidade observada na zona C, em fevereiro/14, pode estar respondendo a uma maior disponibilidade de alimentos, à variação sazonal ou talvez à altura média de maré (Mak, 1996; Ito *et al.*, 2002).

Do ponto de vista ecológico, esses organismos são herbívoros dominantes na alta margem dos costões rochosos entremarés e exercem importante papel na raspagem do substrato (Norton *et al.*, 1990; McQuaid, 1996). Possuem a rádula do tipo tenioglossa alongada (2.1.1.1.2 – 7 dentes) sendo constantemente produzida, devido ao

seu desgaste (Reid, 1989; 2009). Algumas espécies da família Littorinidae apresentam substituição completa da rádula a cada duas a quatro semanas (Padilla, 1998).

A influência de gastrópodes pastejadores na estrutura da comunidade intertidal rochosa tem sido amplamente estudada (Underwood, 1979; Underwood & Jernakoff, 1981; Mak & Williams, 1999). Experimentos de exclusão de espécies de Littorinidae indicaram que estes organismos desempenham um papel na manutenção de microalgas e biofilme do substrato de rocha (Li, 2012), uma vez que por meio da raspagem do substrato influenciam na composição de diatomáceas e de cianobactérias bênticas que compõem esta comunidade (Mak, 1996). Os níveis mais elevados de clorofila no costão podem refletir as taxas de produção específicas do local, o que sugere que a densidade de litorinídeos poderá variar entre os locais de acordo com as taxas de produção de biofilme locais (Underwood, 1985; Mak & Williams, 1999). Porém, Nagarkar & Williams (1999) sugerem que no verão a diminuição na densidade pode também estar relacionada a uma redução na disponibilidade de alimentos, como o biofilme, menos abundante nos meses de verão. A diminuição da oferta de alimentos, em conjunto com o aumento do estresse físico, pode levar a maiores taxas de mortalidade e, portanto, reduzir a densidade dos indivíduos (Li, 2012).

Ito *et al.* (2002) sugeriram que a migração “downshore” de *Echinolittorina radiata*, no Japão, estava relacionada com seu padrão de desova. Os litorinídeos também podem migrar em direção ao infralitoral para evitar o estresse físico extremo (Williams & Ellis, 1975).

Alguns autores têm sugerido que uma diminuição na abundância de indivíduos intertidais muitas vezes ocorre após tempestades tropicais, que causam mortalidade na população (Mak, 1996; Sanpanich *et al.*, 2006). De certa forma, este fator ambiental pode ter influenciado temporalmente as densidades nas zonas estudadas, uma vez que os valores encontrados não foram constantes. Outro fator que os autores consideram é a variação sazonal, com uma diminuição na abundância durante os meses de verão (dezembro, janeiro, fevereiro). Essa queda nos valores pode estar relacionada com o aumento da mortalidade, associada às condições mais restritivas nesta época do ano, tais como estresse térmico (Williams, 1994; Mak, 1996). Assim, na zona A os indivíduos podem sofrer mais com as elevadas temperaturas e radiação, já que essa região fica o tempo todo emersa. De fato, os valores de densidades foram menores nessa zona na época do verão (dezembro, janeiro, fevereiro), embora não possamos afirmar que esse fator tenha sido o principal descritor na variação da densidade.

## 5. CONCLUSÃO

A maior heterogeneidade do substrato, medida como rugosidade, não esteve diretamente relacionado com as densidades registradas. Nossos resultados sugerem que a presença de cracas (vivas e mortas) oferece melhores condições de recurso (alimento e proteção) para os litorínídeos, justificando sua maior abundância, na faixa de cracas, em todo o período estudado. Eventos de migração podem explicar as variações de densidade nas diferentes zonas, ao longo do ano, principalmente entre as mais próximas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aronson RB, Precht WF (1995). Landscape patterns of reef coral diversity: a test of the intermediate disturbance hypothesis. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 192: 1–14.
- Apolinário M, Coutinho R, Baeta-Neves MH (1999). Periwinkle (Gastropoda: Littorinidae) habitat selection and its impact upon microalgal populations. *Brazilian Journal Biology*, 59(2): 211-218.
- Begon M (1981). *Population ecology: a unified study of animals and plants*/ Michael Begon, Martin Mortimer. David J. Thompson. - 3<sup>rd</sup> ed.
- Borkowski TV, Borkowski MR (1969). The *Littorina ziczac* species complex. *Veliger*, 11: 408-414.
- Borkowski TV (1974). Growth, Mortality, and Productivity of South Floridan Littorinidae (Gastropoda: Prosobranchia). *Bulletin of Marine Science*, 24:2, 409-438.
- Borthagaray AI, Carranza A (2007). Mussels as ecosystem engineers: their contribution to species richness in a rocky littoral community. *Acta Oecologica*, 31(3), 243-250.
- Carlson RL, Shulman MJ, Ellis JC (2006). Factors contributing to spatial heterogeneity in the abundance of the common periwinkle *Littorina littorea* (L.). *Journal of Molluscan Studies*, 72(2), 149-156.
- Casagrande C, Boudouresque CF (2002). A sieving method for rapid determination of size-frequency distribution of small gastropods. Example of the mud snail *Hydrobia ventrosa* (Gastropoda: Prosobranchia). *Hydrobiologia*, 485(1-3), 143-152.

- Chapman MG (1994). Small- and broad-scale patterns of distribution of the upper-shore littorinid, *Nodilittorina pyramidalis*, in New South Wales. *Australian Journal Ecology.*, vol. 19, pp. 83-95.
- Chapman MG, Underwood AJ (1994). Dispersal of the intertidal snail, *Nodilittorina pyramidalis*, in response to the topographic complexity of the substratum. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 179: 145-169.
- Dethier MN, Duggins DO (1984). An "indirect commensalism" between marine herbivores and the importance of competitive hierarchies. *The American Naturalist*, 124:205-219.
- Edgar GJ (1983). The ecology of south-east Tasmanian phytal animal communities. III. Patterns of species diversity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 70(1): 181-203.
- Gonçalves, EP (2011). Análise morfológica comparativa de uma amostra do "complexo *Echinolittorina ziczac*" (Gastropoda, Littorinidae) da costa ocidental do Atlântico. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. 2011.
- Gutierrez JL, Jones CG, Strayer DL, Iribarne O (2003). Molluscs as ecosystems engineers: the role of the shell production in aquatic habitats. *Oikos* 101, 79–90.
- Hammer O, Harper DAT, Ryan PD (2001). Past: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4(1):9p,
- Ito A, Ilano AS, Goshima S, Nakao S (2002). Seasonal and tidal-height variations in body weight and radular length in *Nodilittorina radiata* (Eydoux & Souleyet, 1852). *Journal Molluscan Studies*, 68:197-203.
- Knudby A, Ledrew E (2007). Measuring Structural Complexity on Coral reefs. *American of Underwater. Science*, 26:181-188.
- Jackson AC (2010). Effects of topography on the environment. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(01), 169-192.
- Jernakoff P (1985). An experimental evaluation of the influences of barnacles, crevices and seasonal patterns of grazing on algal diversity and cover in an intertidal barnacle zone. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 88, pp.287-302.
- Lee SL, Lim SS (2009). Vertical zonation and heat tolerance of three littorinid gastropods on a rocky shore at Tanjung Check Jawa, Singapore. *Raffles Bulletin of Zoology*, 57(2), 551-560.
- Lewis JR (1964). *The ecology of rocky shore*. English Universities Press, 323p. London.
- Li, HT (2012). Thermal tolerance of *Echinolittorina* species in Hong Kong: implications for their vertical distributions. Thesis the Degree of Master of Philosophy, Hong Kong.

- MakYM (1996). The ecology of the high-zoned littorinids, *Nodilittorina trochoides*, *N. radiata* and *N. vidua*, on rocky shores in Hong Kong (Doctoral dissertation, The University of Hong Kong (Pokfulam, Hong Kong).
- Mak YM., Williams GA (1999) Littorinids control high intertidal biofilm abundance on tropical, Hong Kong rocky shores. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 233(1), 81-94.
- Magalhães CA (1998). Density and shell-size variation of *Nodilittorina lineolata* (Orbigny, 1840) in the intertidal region in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 378: 143–148.
- Mcquaid CD (1996). Biology of the gastropod family Littorinidae: 2. Role in the ecology of intertidal and shallow marine ecosystems. *Oceanography and Marine Biology. Ann. Rev.* 34: 263-302.
- Nagarkar S, Williams, GA (1999) Spatial and temporal variation of cyanobacteria-dominated epilithic communities on a tropical shore in Hong Kong. *Phycologia*: September 1999, Vol. 38, No. 5, pp. 385-393.
- Norton TA, Hawkins SJ, Manley NL, Williams GA, Watson DC (1990) Scraping a living: a review of littorinid grazing. *Hydrobiologia* 193: 117-138.
- Nybakken JW (2001). **Marine biology – an ecological approach**.5<sup>th</sup> ed. San Francisco. Benjamin Cummings. 516p.
- Padilla DK (1998) Inducible phenotypic plasticity of the radula in *Lacuna* (Gastropoda: Littorinidae). *The Veliger*, 41: 201-204.
- Reid DG (1989) The comparative morphology, phylogeny and evolution of the gastropod family Littorinidae. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. B324: 1-110.
- Reid DG (1993) Barnacle-dwelling ecotypes of three British *Littorina* species and the status of *Littorina neglecta* Bean. *Journal Molluscan Studies*. 59: 51–62.
- Reid DG(1996). *Systematics and Evolution of Littorina*. Rey Society, London
- ReidDG (2009). The genus *Echinolittorina* Habe, 1956 (Gastropoda: Littorinidae) in the Indo-West Pacific Ocean. *Zootaxa*.161 pp.
- Rochette R, Dill LM (2000). Mortality, behavior and the effects of predators on the intertidal distribution of littorinid gastropods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 253: 165–191.
- Sanpanich K., Wells FE, Chitramvong Y (2006). Effects of the 26 December 2004 tsunami on littorinid molluscs near Phuket, Thailand. *Journal Molluscan Studies*. 72: 311-313

- Takada Y (1992). The migration and growth of *Littorina brevicula* on a boulder shore in Amakusa, Japan. In: Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Symposium on Littorinid Biology. The Malacological Society of London, London. p. 277-279.
- Townsend CR, Begon M, Harper JL (2010). Fundamentos em ecologia. Artmed.
- Underwood AJ (1979) The ecology of intertidal gastropods. Advances in Marine Biology 16: 111-210
- Underwood AJ, Jernakoff P (1981) Effects of interactions between algae and grazing gastropods on the structure of a low-shore intertidal algal community. Oecologia 48: 22 1-233.
- Underwood AJ, McFadyen KE (1983) Ecology of the intertidal snail *Littorina acutispira* Smith. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 66(2),169-197.
- Underwood AJ (1985) Physical factors and biological interactions: The necessity and nature of ecological experiments. In: Moore P.G., Seed, R. (Eds.), The Ecology of Rocky Coasts, Hodder and Stoughton, London, pp. 372–390.
- Underwood AJ, Chapman MG (1989). Experimental analyses of the influences of topography of the substratum on movements and density of an intertidal snail *Littorina unifasciata*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v. 134, n. 3, p. 175-196.
- Underwood AJ (2000). Experimental ecology of rocky intertidal habitats: what are we learning? Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 250, 51–76.
- Underwood AJ, Chapman MG (2000). Variation in abundances of intertidal populations: consequences of extremities of environment. Hydrobiologia, 426, 25–3
- Williams IC, Ellis C (1975). Movements of the common periwinkle, *Littorina littorea* (L.), on the Yorkshire coast in winter and the influence of infection with larval Digenea. J Exp Mar Biol Ecol 17:47-58.
- Williams GA (1994). The relationship between shade and molluscan grazing in structuring communities on a moderately-exposed tropical rocky shore. Journal Experimental Marine Biology and Ecology. 178:79-95.

## ANEXO II

### INSTRUÇÃO PARA AUTORES – *THALASSAS*

*Thalassas* is an international journal that accepts original papers, review papers and short notes about every aspect of marine sciences, especially when a multidisciplinary approach is followed. Language accepted is English.

Authors are allowed to post their accepted papers in their own Web pages. *Thalassas* will, in any case, provide free to all the scientific community, a version of the published papers to download from the *Thalassas* Web page.

Revision of papers will be done using electronic facilities (that is, referees would receive by e-mail the papers under revision and should answer no later than two weeks after receiving the article by e-mail or fax).

Authors can apply for a picture or graphics to be used as a full colour cover image for the paper version. Please state it when you submit your paper.

Full-length papers:

Are original previously unpublished works about any aspect of marine sciences. The title should be indicative of contents, and no longer than 60 characters. The first page should include the names of authors and complete affiliations, including e-mail addresses and Web page addresses if any. They will include an abstract of between 100 and 300 words, followed by less than 15 keywords (both included in the abstract and additional). Materials and Methods sections will be followed by Results and Discussion. Those sections can be put together if this fits the content of the Manuscript. Manuscripts should be written in simple sentences, conforming to accepted Scientific Standard English. Texts should be clear considering the great scope of the audience (this is not a very specialised journal, covering a broad range of disciplines, although always related to marine or coastal ecosystems).

After those sections, Acknowledgements and References should follow. The style of citation will be as follows:

Journal articles:

Author AA, Author BB (year). Title of article, Complete name of Journal, number: pages.

Book articles:

Author AA, Author BB (year) Title of article. In: A Editor, B Editor, eds, Title of Book, Ed number, Vol number, Publisher, City, pages.

Theses

Author AA (year) Title of thesis. University, City.

The citations should be arranged in the text from earliest to most recent year, alphabetised by name within the same year. In the references list, order by author (s) name, after by year.

Finally, figures, tables and captions for figures and tables should be included.

Review papers:

Those papers will be published mainly by invitation. But suggestions are also welcome. If you feel that you can contribute with a review, please contact Editor-in-Chief or any of the Editors by e-mail.

Technical papers:

Are especially welcome for the electronic version, but if the interest is appreciated by the editors, they can also be published in the paper version. The structure of the article should follow the same recommendations as full-length papers

**Letters:**

Correspondence intended to be published in the paper version should not exceed two printed pages. For the electronic version (that will be the preferred for letters because the speed of publication and the possibility of several responses) no page limit is applied, although the shorter the best.

**Meeting reports and Conference Proceedings:**

For meeting reports of Conferences about Marine Sciences, the coordinator of the Congress who wish an abstract to appear in *Thalassas* (either in electronic or paper versions) should contact Editor-in-Chief ([thalassas@uvigo.es](mailto:thalassas@uvigo.es)). Congress Proceedings could also be published as special numbers of the journal

## ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Echinolittorina lineolata* EM UM COSTÃO ROCHOSO TROPICAL DO NORDESTE BRASILEIRO

Alisson Sousa Matos\*

\*Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Soane Nazaré de Andrade, Departamento de Ciências Biológicas, Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, CEP 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil.

\*Contato: alimatos1@gmail.com

**Abstract** The aim of this study was to evaluate the spatial variation the size of *Echinolittorina lineolata* in three different areas of the sheltered shore of Morro de Pernambuco (Ilheus - BA, Brazil), during an annual cycle. Samples were collected monthly during the period from november/13 to october/14. A sample containing the first 40 individuals present in a quadrante 0.04m<sup>2</sup> was obtained for analysis of size distribution. The individuals were collected in three distinct zones: Zone A (upper) characterized by bare rock, Zone B (middle) with biobanda presence of barnacles *Chthamalus bisinuatus* and the C zone (lower) biobanda with presence of *Brachidontes exustus* bivalve with barnacles epibionts these clams. The specimens were measured using a stereoscopic microscope and aid the ImageJ program. 1440 individuals were collected for the entire period. Smaller individuals (0.65 mm) were recorded in Zone B and C. The largest individual (7.82mm) was recorded in Zone A. In this outcrop was observed almost continuous recruitment to the greater presence of juvenils in zone B, followed by zone C in the months of june, august and september 2014. The adults were prevalent throughout the period in zone A.

**Key words:** Periwinkle, Littorinidae, rocky shore

### 1. INTRODUÇÃO

Os costões rochosos são ambientes entremarés considerados como locais de fácil acesso por receber nutrientes vindos do ambiente terrestre e oferecer alimentação e proteção para diversas espécies animais e vegetais, que ali crescem e se reproduzem (Coutinho, 2002).

Podem ser considerados "laboratórios vivos" ou naturais, uma vez que a facilidade de acesso a esse ecossistema tem possibilitado a realização de muitos estudos, seja por observações diretas ou através de experimentação (Coutinho & Zalmon, 2009; Moreno & Rocha, 2012).

Os costões rochosos exibem gradientes ambientais verticais íngremes que muitas vezes são combinados com topografia complexa. Estes fatores causam elevada heterogeneidade espacial na distribuição e abundância de organismos intertidais (Boulding & Harper, 1998). Esta alta heterogeneidade espacial é gerada por diversos

organismos incrustantes, como as cracas, que podem proporcionar locais para proteção (Jernakoff, 1985), similar aos fornecidos pelos buracos e fendas nas rochas e, portanto, agir alterando a complexidade do substrato (Denny, 1985; 1999).

Entre os organismos móveis, os principais representantes da fauna são os moluscos gastrópodes da família Littorinidae. Esses gastrópodes são considerados indicadores mundiais da faixa supralitoral da região entremarés (McQuaid, 1996; Nybakken, 1997). Distribuem-se na zona superior, onde se encontram nos espaços entre os cirrípedes e dentro de suas carapaças vazias (Borkowski & Borkowski, 1969; Magalhães, 1998; Reid, 2009). Também podem ser encontrados entre manchas de macroalgas ou nas zonas desprovidas de outras espécies (Underwood & Chapman, 1989).

A caracterização estrutural das populações naturais é considerada uma informação básica para entender a estabilidade ecológica das populações dentro de um determinado ambiente (Farias et al., 2014). O método de análise de frequência de comprimento é muitas vezes adotado em estudos de estrutura de populações (Mak, 1996). Tanto a análise de frequências de comprimento (Underwood & McFadyen, 1983) quanto os métodos de marcação e recaptura (Chow, 1987, Miyamoto et al, 1995) têm sido amplamente utilizados para estimar as taxas de crescimento de litorinídeos marinhos.

O presente trabalho teve o objetivo de analisar a variação espacial de tamanho de *Echinolittorina lineolata* em três zonas distintas do costão abrigado do Morro de Pernambuco (Ilhéus - BA, Brasil), durante um ciclo anual.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área de Estudo**

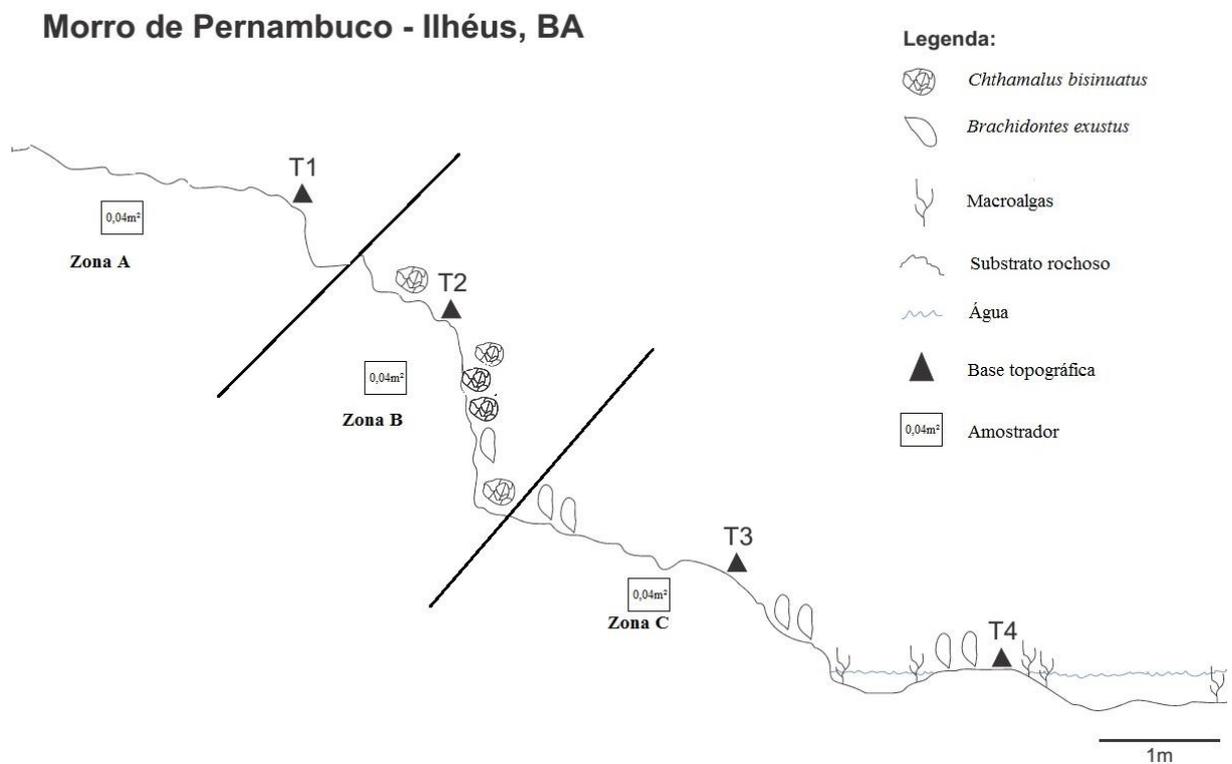
O Morro de Pernambuco (14° 48' 320''S, 39° 01 '462'' W), está localizado na porção sul do município de Ilhéus – BA. Apresenta fácil acesso, sendo frequentada por moradores e turistas. O trabalho foi desenvolvido na face abrigada do afloramento rochoso do Morro de Pernambuco, em uma área de baixo impacto das ondas.

### **2.2. Coleta dos dados**

As coletas foram realizadas mensalmente, durante o período de novembro/2013 a outubro/2014. O material biológico foi coletado mediante licença do IBAMA/SISBIO (n° 42710-1). Uma amostra com os primeiros 40 indivíduos, presentes no quadrat de

0,040m<sup>2</sup>,foi obtida para análise da distribuição de tamanhos. Os indivíduos foram coletados em três zonas distintas: zona A (superior), caracterizada por rocha nua; zona B (intermediária) biobanda com presença de cracas *Chthamalus bisinuatus* e a zona C (inferior) biobanda com presença de bivalves *Brachidontes exustus* com cracas epibiontes a esses moluscos (Figura 1).

Em laboratório os espécimes foram fotografados em microscópio estereoscópico da marca LEICA EZ na objetiva de 8X com a vista ventral. O comprimento total (LT) que é compreendido entre a distância do ápice da concha até a extremidade da abertura da mesma é mensurado com as ferramentas do programa ImageJ.



**Figura 1:** Desenho esquemático da distribuição das zonas de coleta dos indivíduos de *Echinolittorina lineolata* (Zona A: rocha nua, Zona B: biobanda de *Chthamalus bisinuatus* e Zona C: biobanda de *Brachidontes exustus*).

### 2.3 Tratamento dos Dados

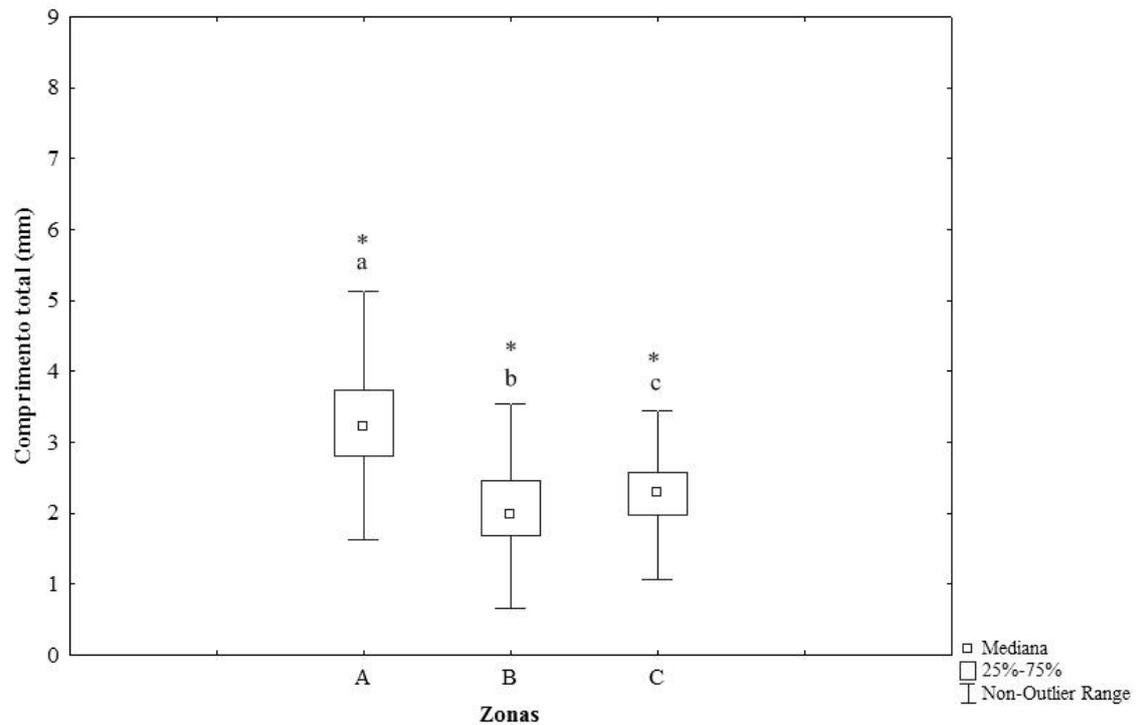
As leituras do comprimento das conchas de cada zona do costão examinado foram apresentadas na forma de gráfico de barras. Os dados foram classificados em 16 classes de tamanho com amplitude de 0,50mm.

Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Uma ANOVA unifatorial foi aplicada para verificar diferenças entre os tamanhos dos indivíduos. Quando detectadas diferenças entre as médias ao nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ), o teste de Tukey foi utilizado. Os testes foram calculados com auxílio do programa computacional estatístico PAST versão 2.17c (Hammer et al., 2001).

## 3. RESULTADOS

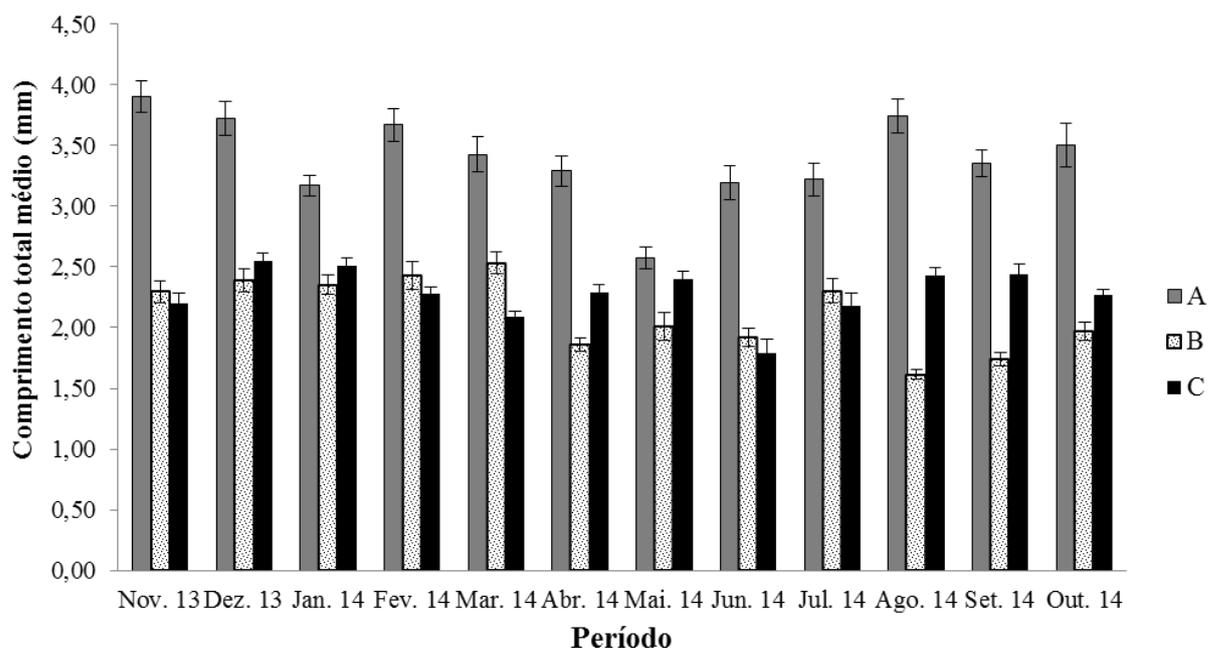
Foram coletados 1.440 indivíduos para todo o período. Os menores indivíduos (0,65 mm) foram registrados na Zona B e na C. O maior indivíduo (7,82mm) foi registrado na Zona A.

O maior tamanho médio para os indivíduos da Zona A foi de  $3,40 \pm 0,88$ mm. Nas Zonas B e C foram  $2,12 \pm 0,60$ mm e  $2,29 \pm 0,51$ mm, respectivamente (Figura 2). Foi verificada diferença estatística significativa entre os comprimentos médios dos indivíduos nas zonas durante todo período estudado (ANOVA,  $F = 495,6$ ;  $gl = 2$ ;  $p = 1,989e^{-164}$ ).



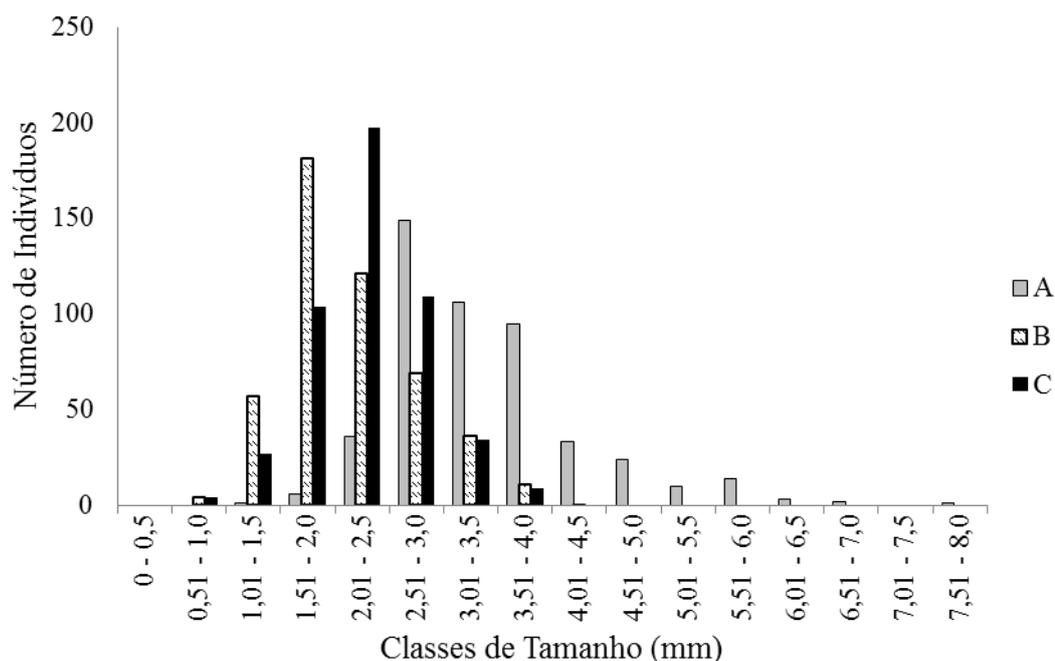
**Figura 2:** Tamanho de *Echinolittorina lineolata* nas diferentes zonas do afloramento rochoso do Morro de Pernambuco, Ilhéus, Bahia. (Legenda: A = zona superior, rocha nua; B = zona intermediária, faixa de cracas; C = zona inferior, faixa de *Brachidontes*; Letras diferentes = diferença estatística significativa; \* = Comparação *a posteriori* de Tukey,  $p < 0,05$ ).

Na Zona A o comprimento total dos indivíduos variou de 1,40mm a 7,82mm, sendo a maior média de comprimento registrada no mês de novembro/13 com  $3,90 \pm 0,13$ mm e a menor em maio/14 com  $2,57 \pm 0,09$ mm. Na Zona B o comprimento total variou de 0,65mm a 4,09mm, com maior tamanho médio em março/14 ( $2,53 \pm 0,09$ mm) e menor em agosto/14 ( $1,61 \pm 0,04$ mm). O tamanho dos indivíduos na Zona C variou de 0,65mm a 3,91mm, sendo o maior tamanho médio registrado em dezembro/13 ( $2,55 \pm 0,07$ mm) e junho/14 com o menor tamanho médio ( $1,79 \pm 0,11$ mm) (Figura 3).



**Figura 3:** Média e erro padrão do comprimento total mensal de *Echinolittorina lineolata* nas diferentes zonas do afloramento rochoso do Morro de Pernambuco, Ilhéus, Bahia.

A distribuição de frequência em classes de tamanhos das populações de *E. lineolata* da zona A no período total mostrou que esse organismo ocorreu em maior frequência na classe 6 (2,51 - 3,0mm). Na zona B observamos que os indivíduos ocorreram em maior frequência na classe de tamanho 4 (1,51 - 2,0mm), enquanto os indivíduos na zona C apareceram com maior frequência na classe 5 (2,01 - 2,50mm). As três zonas apresentaram distribuição normal e unimodal (Figura 4). A Zona A foi composta por adultos com maior porte enquanto os jovens foram mais frequentes na Zona B (Fig. 4).



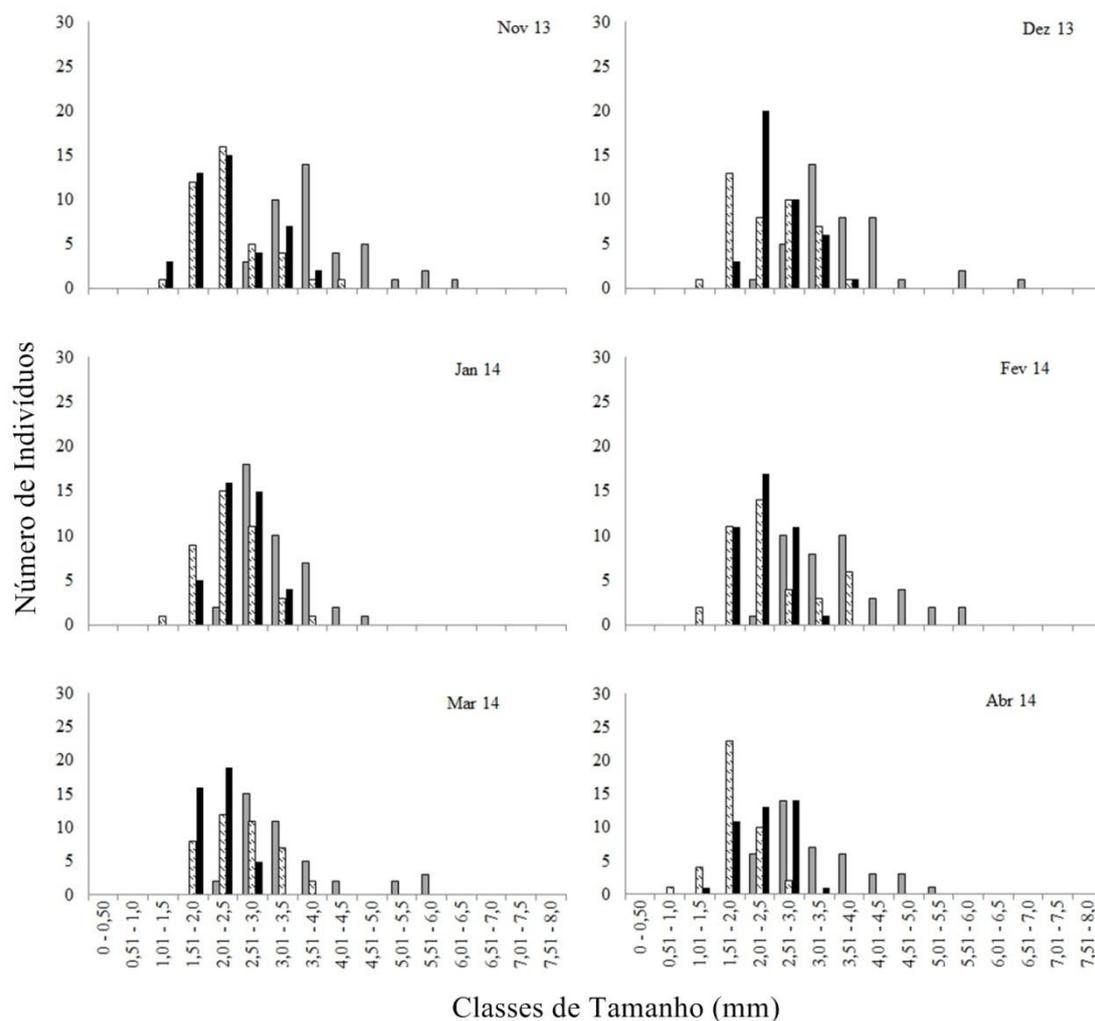
**Figura 4:** Histogramas com as frequências absolutas totais, por classes de tamanho, de *Echinolittorina lineolata* nas Zonas A (barras cinza), B (barras hachuradas) e C (barras pretas).

A distribuição de frequência em classes de tamanho das populações de *E. lineolata* da zona A mostrou que esse organismo ocorreu em maior frequência na classe 6 (2,51 - 3,00mm) em quase todos os meses, exceto em novembro e dezembro de 2013 e agosto de 2014.

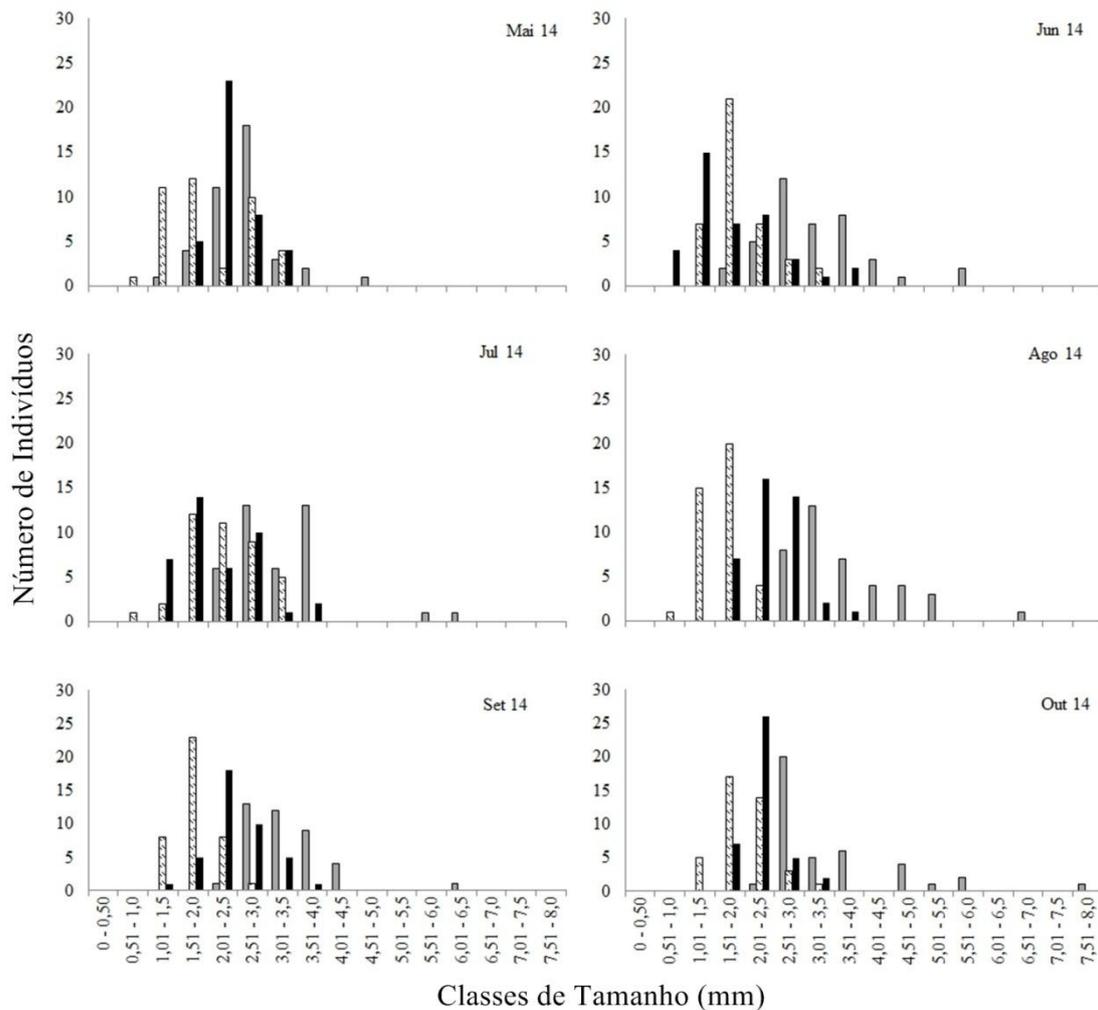
Em dezembro/13 e agosto/2014 os indivíduos foram também mais frequentes na classe 7 (3,01 – 3,50mm). Em fevereiro, junho e julho de 2013 os indivíduos apresentaram uma distribuição bimodal, sendo mais frequentes nas classes 6 (2,51 – 3,00) e 8 (3,51 - 4,00) (Fig. 5). Nesta zona a maioria dos indivíduos apresenta tamanho entre 2,5 e 3,0mm.

Para a zona B, as classes de tamanho na qual os organismos ocorreram com maior frequência foram as classes 4 (1,51 - 2,00mm) de abril à outubro de 2014 e 5 (2,01 - 2,50mm) em novembro de 2013, janeiro à março de 2014. (Fig. 5). Em dezembro de 2013 e maio de 2014 os indivíduos apresentaram uma distribuição bimodal com maior presença nas classes 4 (1,51 - 2,00mm) e 6 (2,51 - 3,00mm). Nesta zona a maioria dos indivíduos apresenta tamanho entre 1,5 e 2,0mm, sugerindo que este seja um local de recrutamento.

Na zona C, a classe de tamanho 5 (2,01 – 2,50mm) foi dominante na maioria dos meses, exceto em abril, classe 6 (2,51 – 3,00mm) com maior frequência e em julho de 2014 onde houve distribuição bimodal dos indivíduos nas classes 4 (1,51 - 2,00mm) e 6 (2,51 – 3,00mm) (Fig. 5). A distribuição bimodal foi também observada nos meses de novembro de 2013 nas classes 5 (2,01 – 2,50mm) e 7 (3,01 – 3,50mm) e em junho de 2014 nas classes 3 e 5 (2,01 – 2,50mm). A maioria dos indivíduos apresenta tamanho entre 2,01 e 2,50mm.



**Figura 5:** Histogramas com as frequências absolutas, por classes de tamanho, de *Echinolittorina lineolata* nas Zonas A (barras cinza), B (barras hachuradas) e C (barras pretas) do afloramento rochoso do Morro de Pernambuco.



**Contiuação Figura 5:** Histogramas com as frequências absolutas, por classes de tamanho, de *Echinolittorina lineolata* nas Zonas A (barras cinza), B (barras hachuradas) e C (barras pretas) do afloramento rochoso do Morro de Pernambuco.

Neste afloramento foi possível observar recrutamento praticamente contínuo com a maior presença dos jovens na zona B, seguida da zona C, nos meses de junho, agosto e setembro de 2014. Os adultos foram predominantes em todo o período na zona A.

#### 4. DISCUSSÃO

A medida de variação do tamanho da concha de *E. lineolata* (0,65 a 7,82 mm) apresentou diferença entre as zonas estudadas. Na zona A foram registrados indivíduos maiores, provavelmente já adultos em função do tamanho proposto para maturidade sexual da espécie por Borkowski (1974) e Reid (2009). Este padrão também foi observado por Magalhães (1998) para a costa sudeste brasileira. Esta autora atribuiu o maior comprimento médio da concha ao supralitoral à ausência de recrutas e de indivíduos jovens. Ainda segundo a autora, os indivíduos adultos conseguem sobreviver nesta região da costa, onde buscam proteção contra predadores, pelo resfriamento promovido pelo *spray* de onda que permite movimentos estendidos de forrageamento na superfície molhada sem o risco de ser desalojado. Já nas zonas B e C foram registrados indivíduos com menor tamanho. A zona B, caracterizada pela presença de cracas, registrou a preferência de indivíduos menores sugerindo que a mesma seja o local de recrutamento de larvas (Magalhães, 1998). Foi possível observar um recrutamento praticamente contínuo. Estes resultados concordam com o proposto por Vermeij (1972) que afirma que gastrópodes intertidais em afloramentos rochosos exibem padrões de gradientes de tamanho, aumentando o tamanho da concha em uma direção *upshore* em espécies características do supralitoral e diminuindo em direção *upshore* em espécies normalmente encontradas em níveis entremarés inferiores.

Gradientes por tamanho podem resultar em taxas de crescimento diferenciais em diferentes níveis de costa e migração ativa de classes de tamanho dentro de uma população (Mak, 1996). Gastrópodes da família Littorinidae também podem ser carreados de acordo com seu tamanho, ou seja, indivíduos maiores podem ser mais vulneráveis à ação das ondas, por isso, os de maior porte são encontrados no supralitoral (Zona A), evitando o estresse físico (McQuaid, 1981).

O assentamento preferencial dos recrutas nos níveis médio e inferior do afloramento rochoso pode estar relacionado ao tipo de ambiente que é fornecido por cracas. O recrutamento diferencial ocorreria no mediolitoral e, posteriormente, os organismos deslocar-se-iam para níveis superiores do costão como observado por Magalhães (1998) para a costa sudeste brasileira. McQuaid (1981) também observou para a espécie *Littorina africana knysnaensis*, na África do Sul, recrutamento contínuo, com os indivíduos jovens ocupando as zonas média e inferior do costão.

Mak (1996), estudando três espécies (*Nodilittorina trochoides*, *N. vidua* e *N. radiata*) em costões rochosos tropicais de Hong Kong observou que a densidade de recrutas das três espécies foi muito variável, com o período derecrutamento coincidindo com o pico da desova. As três espécies iniciaram a desova em março e terminaram em novembro, com pico em julho e agosto. Como observado no presente estudo os picos de recrutas na Zona B aconteceram em abril, junho, agosto e setembro. É sugerido que espécies desta família recrutam, preferencialmente, e seus jovens sobrevivem, dentro de manchas complexas de habitat (Chapman & Underwood, 1994).

Em estudo de reprodução de Littorinidae do Sul da Flórida (EUA), Borkowski (1971) observou que alguns deles, como *Littorina lineata*, *L. lineolata*, *Nodilittorina tuberculata*, e provavelmente *L. angulifera*, apresentavam ovos maduros ou esperma em todos os meses do ano, sugerindo reprodução contínua. As cápsulas de ovos planctônicos são liberadas, provavelmente, apenas quando os indivíduos estão parcial ou completamente submersos e a desova ocorre provavelmente durante as marés altas do ciclo lunar. Bueno et al. (2010) observaram a liberação de ovos de *Nodilittorina lineolata* em função de variáveis abióticas no litoral de São Paulo e verificaram que a maioria dos ovos foi lançada a partir de populações de indivíduos no supralitoral. Independente do nível de costa, a liberação de ovos foi quatro vezes maior durante marés vazantes do que em marés cheias. Ainda segundo esses autores a maior parte dos indivíduos reprodutores no supralitoral, utilizava o respingo da onda para liberar seus ovos na coluna de água em vez de migrar para níveis mais baixos, onde o risco de predação foi maior.

Borkowski (1974) em estudo desenvolvido na Flórida (EUA) com o crescimento e a mortalidade de *Echinolittorina lineolata* e de outras espécies de Littorinidae, observou que a taxa de crescimento aumentou na primavera (~ 0,8 mm/mês), continuando até o verão e desacelerando durante os meses mais frios. O tamanho médio de um indivíduo, após um ano, foi de cerca de 10,0 mm. Assim, pode ser que tenha ocorrido uma migração ativa de indivíduos de zonas inferiores, que apresentaram menores tamanhos, para as zonas superiores ao longo do tempo.

## 5. CONCLUSÃO

O recrutamento da espécie é contínuo, com registro de jovens em todos os meses. Ocorre principalmente na zona B, caracterizada pela dominância de cracas. Poucos indivíduos foram também registrados na zona C.

Os indivíduos adultos estiveram presentes principalmente na zona A. Poucos foram registrados na B e C. Desta forma sugerimos que a espécie recruta no mediolitoral, deslocando-se posteriormente para o supralitoral, caracterizado por rocha nua.

É necessário um estudo do ciclo reprodutivo da espécie no afloramento rochoso estudado a fim de verificar os períodos de desova.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borkowski, T. V., Borkowski, M. R., 1969. The *Littorina ziczac* species complex. *Veliger*, 11: 408-414.
- Borkowski, T. V. 1974. Growth, Mortality, and Productivity of South Floridian Littorinidae (Gastropoda: Prosobranchia). *Bulletin of Marine Science*, 24(2), 409-438.
- Boulding, E.G., Harper, F. 1998. Increasing precision in randomised field experiments: barnacle microtopography as a predictor of "*Littorina*" abundance. *Hydrobiologia* 378:105-114.
- Bueno, M., Moser, G. A. O., Tocci, B. R. C.; & Flores, A. A. V. 2010. Retention-favorable timing of propagule release in barnacles and periwinkles. *Marine Ecology Progress Series*, 414, 155.
- Chapman, M. G., Underwood, A. J. 1994. Dispersal of the intertidal snail *Nodilittorina pyramidalis*, in response to the topographic complexity of the substratum. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 179(2), 145-169.
- Chow, V. 1987. Patterns of growth and energy allocation in northern California populations of *Littorina* (Gastropoda: Prosobranchia). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 10: 69-89
- Coutinho, R., 2002. Grupo de Ecossistemas: Costões Rochosos. Programa Nacional da Biodiversidade (PRONABIO) – Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO) – Subprojeto avaliação e ações prioritárias para a zona costeira marinha.

- Coutinho, R. & Zalmon, I. R. 2009. Capítulo 11: O Bentos de Costões Rochosos. In: PEREIRA, R. C. & SOARES-GOMES, A. (Org.). *Biologia Marinha*. 2 ed. Riode Janeiro: Interciência.
- Denny, M. W. 1985. Wave forces on intertidal organisms: a case study. *Limnology and Oceanography*, 30:1171-1187.
- Denny, M. W., 1999. Are there mechanical limits to size in wave-swept organisms? *The Journal of Experimental Biology*, 202:3463-3467.
- Farias, A. C. A., Castiglioni, D. S., Garcia, J. E. 2014. Population structure of the fiddler crab *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) in a tropical mangrove. *Thalassas*. v. 30(1), 21-37.
- Hammer, O.; Harper, D. A. T.; Ryan, P. D. 2001. Past: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4(1):9p.
- Jernakoff, P., 1985. An experimental evaluation of the influences of barnacles, crevices and seasonal patterns of grazing on algal diversity and cover in an intertidal barnacle zone. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 88, pp.287-302.
- Mak, Y. M. 1996. The ecology of the high-zoned littorinids, *Nodilittorina trochoides*, *N. radiata* and *N. vidua*, on rocky shores in Hong Kong (Doctoral dissertation, The University of Hong Kong (Pokfulam, Hong Kong)).
- Magalhães, C. A., 1998. Density and shell-size variation of *Nodilittorina lineolata* (Orbigny, 1840) in the intertidal region in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 378: 143-148.
- McQuaid, C. D., 1981. The establishment and maintenance of vertical size gradients in populations of *Littorina africana knysnaensis* (Philippi) on an exposed rocky shore. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 54: 77-89.
- Mcquaid, C.D., 1996. Biology of the gastropod family Littorinidae: 2. Role in the ecology of intertidal and shallow marine ecosystems. *Oceanography and Marine Biology Ann. Rev.* 34: 263-302.
- Miyamoto, Y., Ito, A., Noda, T., Nakao, S. 1995. Seasonal patterns in growth of *Nodilittorina exigua* (Gastropoda: Prosobranchia) at Kattoshi, Southern Hokkaido. *Venus* 54: 49-56.
- Moreno, T. R., Rocha, R. M. 2012. Ecologia de Costões Rochosos. *Estudos Biologia Ambiente Diversidade*. Jul/dez., 34 (84), 191 – 201.
- Nybakken, J. W., 1997. *Marine Biology. An ecological approach*. Addison Wesley Educational Publishers, Inc. 477p.

- Reid, D. G. 2009. The genus *Echinolittorina* Habe, 1956 (Gastropoda: Littorinidae) in the Indo-West Pacific Ocean. *Zootaxa*. 161 pp.
- Underwood, A. J., McFadyen, K. E. 1983. Ecology of the intertidal snail *Littorina acutispira* Smith. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 66: 169-197.
- Underwood, A. J., Chapman, M. G. 1989. Experimental analyses of the influences of topography of the substratum on movements and density of an intertidal snail, *Littorina unifasciata*. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 134(3), 175-196.
- Vermeij, G. J., 1972. Intraspecific shore-levelsize gradients in intertidal molluscs. *Ecology* 53(4): 693-700.

### ANEXO III

#### INSTRUÇÃO PARA AUTORES – *HYDROBIOLOGIA*

Hydrobiologia publishes original articles in the fields of limnology and marine science that are of interest to a broad and international audience. The scope of Hydrobiologia comprises the biology of rivers, lakes, estuaries and oceans and includes palaeolimnology and –oceanology, taxonomy, parasitology, biogeography, and all aspects of theoretical and applied aquatic ecology, management and conservation, ecotoxicology, and pollution. Purely technological, chemical and physical research, and all biochemical and physiological work that, while using aquatic biota as test–objects, is unrelated to biological problems, fall outside the journal's scope.

THERE IS NO PAGE CHARGE, provided that manuscript length, and number and size of tables and figures are reasonable (see below). Long tables, species lists, and other protocols may be put on any web site and this can be indicated in the manuscript. Purely descriptive work, whether limnological, ecological or taxonomic, can only be considered if it is firmly embedded in a larger biological framework.

#### Title Page

The title page should include:

The name(s) of the author(s)

A concise and informative title

The affiliation(s) and address(es) of the author(s)

The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author

#### Abstract

Please provide an abstract of 150 to 200 words. Abstracts longer than 200 words cannot be uploaded. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

#### Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

#### Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.
- Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

- LaTeX macro package (zip, 182 kB)

#### Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

#### Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

## Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols. Always use footnotes instead of endnotes.

## Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full.

References in the text will use the name and year system: Adam & Eve (1983) or (Adam & Eve, 1983). For more than two authors, use Adam et al. (1982). References to a particular page, table or figure in any published work is made as follows: Brown (1966: 182) or Brown (1966: 182, fig. 2). Cite only published items; grey literature (abstracts, theses, reports, etc) should be avoided as much as possible. Papers which are unpublished or in press should be cited only if formally accepted for publication. References will follow the styles as given in the examples below, i.e. journals are NOT abbreviated (as from January 2003), only volume numbers (not issues) are given, only normal fonts are used, no bold or italic.

Engel, S. & S. A. Nichols, 1994. Aquatic macrophytes growth in a turbid windswept lake. *Journal of Freshwater Ecology* 9: 97–109.

Horne, D. J., A. Cohen & K. Martens, 2002. Biology, taxonomy and identification techniques. In Holmes, J. A. & A. Chivas (eds), *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*. American Geophysical Union, Washington DC: 6–36.

Maitland, P. S. & R. Campbell, 1992. *Fresh Water Fishes*. Harper Collins Publishers, London.

Tatrai, I., E. H. R. R. Lammens, A. W. Breukelaar & J. G. P. Klein Breteler, 1994. The impact of mature cyprinid fish on the composition and biomass of benthic macroinvertebrates. *Archiv für Hydrobiologie* 131: 309–320.

## Tables

- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.