



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Oceanografia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

JULIANA DO SOCORRO DE LIMA CARDOSO

PADRÕES TEMPORAIS DE DESLOCAMENTO DE *Neritina zebra*
(MOLLUSCA: GASTROPODA) NA ZONA ENTREMARÉS DA ILHA DE
MOSQUEIRO-PA.

GEOCIÊNCIAS
U F P A

Belém-PA

2015

JULIANA DO SOCORRO DE LIMA CARDOSO

PADRÕES TEMPORAIS DE DESLOCAMENTO DE *Neritina zebra*
(MOLLUSCA:GASTROPODA) NA ZONA ENTREMARÉS DA ILHA DE
MOSQUEIRO-PA.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Oceanografia
do Instituto de Geociências da
Universidade Federal do Pará – UFPA,
em cumprimento às exigências para
obtenção do grau de Bacharel em
Oceanografia.

Orientador: Prof^o. Dr^o. James Tony Lee

Belém-PA

2015

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

Cardoso, Juliana do Socorro de Lima 1993-

Padrões temporais de deslocamento de *Neritina zebra* (Mollusca: Gastropoda) na zona entremarés da ilha de Mosqueiro-PA. / Juliana do Socorro de Lima Cardoso. – 2015.

41f : il.; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: James Tony Lee

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Belém, 2015.

1. Neogastropoda - Amazônia. 2. Animais – Comportamento – Amazônia. 3. Movimento. 4. Habitat (Ecologia) – Amazônia. I. Título.

CDD 22 ed.594.3209811

JULIANA DO SOCORRO DE LIMA CARDOSO

PADRÕES DE DESLOCAMENTO DE NERITINA ZEBRA NA ZONA ENTRE MARÉS
DA ILHA DE MOSQUEIRO-PA.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Oceanografia
do Instituto de Geociências da
Universidade Federal do Pará – UFPA, em
cumprimento às exigências para obtenção
do grau de Bacharel em Oceanografia.

Data de aprovação: 15/12/2014

Conceito: EXCELENTE

Banca examinadora:



Prof. Dr. James Tony Lee (orientador)

Doutor em Oceanografia
Universidade Federal do Pará



Prof. Dr. Marcelo Petracco (membro)

Doutor em Oceanografia
Universidade Federal do Pará



Prof. Dr. José Eduardo Martinelli (membro)

Doutor em Oceanografia
Universidade Federal do Pará

A todos que me fazem ser muito mais do que eu jamais poderia ser sozinha.

AGRADECIMENTOS

A tudo que me guia e estimula.

Agradeço primeiramente a FORÇA MAIOR e sua grande energia viva que me presenteou com a vida e que me faz todo dia sentir e descobrir a magia de estar VIVA. Agradeço por ter saúde e disposição pra continuar. Ao poder extraordinário que a natureza irradia e ao meu amor e encanto pelas Ciências do Mar que me permitiu ter um novo olhar sobre o Universo que me cerca. Desde a escala microscópica até a Oceanográfica. O MELHOR LUGAR DA TERRA É A ÁGUA sem dúvida.

Agradeço as oportunidades que a vida me deu entre elas a de ter tido a possibilidade de ter uma educação de qualidade em um país como o Brasil, onde o resultado do apartheid social é a grande maioria vivendo abaixo da linha da pobreza. Sem educação, e nem ao menos a garantia de ter comida na mesa.

A todos que estiveram presente de forma direta e indireta na elaboração desse trabalho gostaria de agradecer e tento todo dia retribuir.

Gratidão SEM TAMANHO aos meus pais, minha irmã e a minha avó Renilda a quem eu devo todo o meu respeito, que sempre me estendeu as mãos e com quem eu tenho o prazer e a honra de compartilhar essa fase tão importante e enriquecedora que foram esses quatro anos de formação acadêmica e de crescimento pessoal. NESSA GUERRA QUEM SERIA EU SE NÃO TIVESSE VOCÊS? Agradeço ainda por aceitarem a minha escolha profissional com orgulho.

Ao meu pai Edvaldo, obrigada por ser esse grande PAI. Gratidão pelo apoio, disposição e amor incondicional.

A minha mãe Rosa, obrigada por ser essa mulher batalhadora, por me acolher e me dar aconchego e conforto na Terra. Viva o amor mais puro e verdadeiro do mundo!

A minha querida vó Renilda, um dos grandes amores e exemplos da minha vida. Sempre cheia de vida, gás e pensamento positivo. Obrigada por me encher de amor e histórias.

A minha irmãzinha Thaysa, obrigada pela nossa irmandade de sangue e de alma.

Gratidão a toda minha família, que me acompanha desde o meu nascimento. Ao meu avô João. Aos meus tios, Rose, Reginaldo, Mito e Alessandra. Em especial a minha vó Tereza sempre cuidando mim com carinho, dedicação e um amor puro.

A toda galera da Cremação (tios e primos) por representarem e viverem o verdadeiro significado de FAMÍLIA. A minha madrinha, Sônia em especial minhas tias Márcia e Marenilda pelo coração aberto em ajudar.

Caio meu amor, amigo e aliado, obrigada por correr do meu lado nesse mundo cão.

Aos toda turma de Oceanografia de 2011 e a cada um, obrigada pelo companheirismo. Além de agradecer, quero deixar aqui o meu voto de sucesso profissional e principalmente de vida pra todos nós. AMEM SUA MISSÃO!

A todos os amigos que seguem lado a lado. Em especial a Alysson, Denys, Jéssica, Itálo, Tamyris, Thay e Rodrigo. Irmãos e Irmãs. Obrigada pela conexão, união e parceria e pelos revigorantes e incontáveis fins de tarde na beira.

Nos subúrbios de Havana, chamam o amigo de minha terra ou meu sangue. Em Caracas, o amigo é minha pada ou minha chave: pada, por causa de padaria, a fonte do bom pão para as fomes da alma; e chave por causa de chave - me conta Mário Benedetti. E me conta que quando morava em Buenos Aires, nos tempos do horror, ele usava cinco chaves alheias em seu chaveiro: cinco chaves, de cinco casas, de cinco amigos: as chaves que o salvaram. Jamille e Stephanie, obrigada hermanas, pela nossa sintonia de sempre.

Aos companheiros de laboratório: Cássio, Raque, Paulinha que colaboraram diretamente para a realização esse trabalho, seja ajudando nas coletas, compartilhando perguntas sem respostas e principalmente risadas e paciência até os 45 minutos do segundo tempo de entrega do mesmo.

Aos professores do curso de Oceanografia da Universidade Federal do Pará, que compartilharam seu conhecimento e colaboraram para o meu empoderamento e evolução como profissional.

Ao meu orientador James Lee, que me introduziu nesse grande e ilimitado mundo da Ciência. Obrigada por expandir os horizontes, abrir os caminhos e por participar do meu amadurecimento como pesquisadora.

Lugares são como pessoas eles vem e vão e nós vamos até eles e ficamos e vamos e às vezes jamais deixamos de ficar. A todas as pessoas do bem que passaram pelo caminho nesses 4 anos, mesmo os desconhecidos que deixaram um pouco de si pra mim e me iluminaram de alguma forma.

POR AMOR A PROFISSÃO QUE ESCOLHI, PELO SENTIMENTO DE ESTAR NO CAMINHO CERTO E PELA VONTANDE DE SEMEAR ALGO DE VALOR PRO TEMPO E PRA SOCIEDADE QUE VIVO. AGRADEÇO A CADA EXPERIÊNCIA NOVA QUE VIVO E A CADA OBSTÁCULO QUE VENÇO.

A LUTA CONTINUA!

Gratidão a tudo e a todos que não deixaram a corrente se quebrar.

*Exposto a própria experiência
Administrar a própria existência
A ação de cada um move o social
Cada qual, um fragmento universal
Se parar de pedalar, pesa pra quem está pedalando.
Todos em um só sangue, um só espírito.
Enidê.*

RESUMO

O presente estudo avaliou os padrões de deslocamento, em diferentes escalas de tempo, de um gastrópode intermareal em um estuário da região amazônica. Padrões de deslocamento em escala de horas e semanas de *Neritina zebra* foram examinados na zona entre entremarés da Ilha de Mosqueiro-PA. Há muitas evidências de que o comportamento dos organismos na zona entremarés não é estático, podendo apresentar mudanças através do tempo e do espaço. Estudos comparativos são fundamentais para a elaboração de padrões de previsão e para determinar se os padrões de movimentação de curto prazo podem explicar os de médio prazo, além de contribuem para melhor a compreensão da importância das características do habitat na dispersão desses organismos. Para avaliar as distâncias deslocadas e a orientação do movimento, foram realizados experimentos de monitoramento dos gastrópodes na escala temporal de minutos (durante a baixa-mar) e de semanas (durante quatro semanas). Os experimentos de curta escala foram realizados na zona média e em substrato rochoso e argiloso da região entremarés. Movimentos de escala média foram medidos ao longo de dois períodos sazonais (seco e chuvoso), em duas zonas do entremarés (média e inferior) e dois substratos (rocha e argila), a fim de verificar a influência das flutuações ambientais no deslocamento de *N. zebra*. A análise de variância foi utilizada para verificar a interação entre os fatores testados em cada escala: 1) Curto prazo (substrato); 2) Médio prazo (sazonalidade, zona, substrato). No experimento de curta escala, não houve diferença na direção de movimento de *N. zebra* ($P=0.93956, P=0.60278, P=0.04606$), movimentos foram orientados de forma aleatória. No entanto, a média da distância deslocada por *N. zebra* foi significativamente diferente entre os substratos ($P=0.01524, P=0.01718, P=0,00023$) onde as distâncias médias registradas foram menores no substrato rochoso (17,95 cm; 18,55 cm; 8,85cm) comparadas com o substrato argiloso (32,3 cm; 33,45 cm; 38,35 cm) Isso indica que esse substrato está associado a condições mais adequadas para sobrevivência. No experimento de escala média também não houve nenhum padrão claro de dispersão dos gastrópodes relacionados aos fatores testados. A inexistência de um padrão de movimentos relacionados ao período sazonal pode indicar uma forte adaptação de *N. zebra* às condições impostas pelo habitat, como por exemplo, o desenvolvimento de estratégias para evitar da dessecação no período seco, o que não obrigaria os indivíduos a se movimentarem para fugir de condições

estressantes. Um padrão de movimentos aleatório, durante a subida da maré, foi proposto com distâncias significativamente distintas entre os substratos experimentados.

Palavras-chave: Neogastropoda. Comportamento animal. Zona Entremarés. Movimento. Habitat. Amazônia.

ABSTRACT

This study evaluated the displacement patterns in different time scales, for a intertidal gastropod in an estuary of the Amazon region. Short and medium-term movements from *Neritina zebra* were examined in the intertidal zone from Mosqueiro Island, State of Pará. There is much evidence that the behavior of organisms in the intertidal zone is not fixed, and it may change through time and space. Comparative and qualitative studies were fundamental to the development of predictive patterns and to determine whether the short-term movement patterns would explain the analysis in the medium term. These studies may also corroborate to a better understanding of the importance of the habitat characteristics in the dispersion of such animals. To evaluate the displaced distance and the direction of motion, monitoring experiments were performed gastropods timescales of minutes (during low tide) and weeks (four weeks). The short-term experiments were carried out in the middle zone and rocky and clayey soil of intertidal region. Medium scale movements were measured during two seasonal periods (dry and rainy) in two intertidal zones (middle and lower) and substrates (rock and clay) in order to verify the influence of environmental factors on *N. zebra*'s displacement. Analysis of variance was used to verify the interaction between the factors tested in each scale: 1) Short term (substrate); 2) Medium term (season, area, substrate). In short -term experiments, the movements were oriented randomly. However, the average distance moved by *N. zebra* was significantly different between the substrates and the average distances recorded in the bedrock were lower. It indicates that the substrate is associated with the most suitable conditions for survival. For the medium-term experiments no clear pattern of dispersion of gastropods related to the tested factors. The lack of a pattern of motion related to seasonal period may indicate a strong adaptation of *N. zebra* conditions imposed by the habitat, such as the development of strategies to avoid desiccation in the dry season, which does not force individuals to move to get away from stressful conditions. A random movement pattern during the rising tide was proposed with significantly different distances between the tested substrates.

Keywords: Neogastropoda. Animal behavior. Intertidal zone. Moviment. Habitat. Amazon.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- <i>Neritina zebra</i> Bruguiere de 1792 (Mollusca: Gastropoda:Neritidae).	4
Figura 2- Mapa de localização da área de estudo com indicação da praia do Caruará.	7
Figura 3- Diferentes substratos encontrados na área de estudo A) Substrato argiloso B) Substrato rochoso	7
Figura 4- Desenho amostral para caracterização dos padrões de movimento na escala de minutos de <i>Neritina zebra</i> na zona média do entremarés.T= tempo(T1- Maio/2012; T2-Abril/2012; T3- Maio/2012) P= ponto,R=réplica. N=240.	9
Figura 5- Procedimentos de marcação e monitoramento de N.zebra A) Marca plástica utilizada para identificação dos indivíduos B) Utilização da bússola para monitoramento do ângulo deslocado C) Utilização da trena para medição da distância percorrida	10
Figura 6-Delineamento amostral com a indicação dos fatores testados (Período, Zona, Substrato) para caracterização dos padrões de movimentação de <i>Neritina zebra</i> na escala de semanas.P=ponto,R=réplica. N=320	11
Figura 7-Esquema da localização por triangulação	12
Figura 8- Distância média (+ erro padrão) deslocados por <i>Neritina zebra</i> durante uma baixamar nos substratos amostrados (rocha e argila) para cada mês experimentado: Março, Abril, C)Maio; n = 20	14
Figura 9- Direções individuais de movimento (deslocamento total (cm) e direção média) de <i>Neritina zebra</i> no período de uma maré nos substrato experimentados (Rocha, Argila) Coletas realizadas nos meses: (A) Março/2012; (B) Abril/2012 0 (C) Maio/2012. 90° no gráfico representa o Norte geográfico.	15
Figura 10-Direção média deslocada por <i>Neritina zebra</i> após de 15 dias de marcação dos indivíduos. 90° no gráfico representa o norte geográfico.	18

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	5
2.1	Objetivo geral.....	5
2.2	Objetivos específicos.....	5
3	MATERIAL E METÓDOS	6
3.1	Área de estudo.....	6
3.2	Coletas de dados.....	8
3.2.1	Orientação de <i>Neritina zebra</i>	8
3.3	Análises de dados	12
3.3.1	Escala de minutos	12
3.3.2	Escala de semanas	12
4	RESULTADOS	13
4.1	Escala de minutos	13
4.2	Dispersão na escala de semanas	16
5	DISCUSSÃO	19
5.1	Escala de minutos	19
5.2	Escala de semanas.....	22
6	CONCLUSÕES GERAIS	24
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A zona entremarés representa a região de transição localizada entre o domínio terrestre e o marinho. Ao mesmo tempo, consiste de um ambiente de elevado interesse biológico por ofertar diversos habitats, permitindo associar a ela uma elevada diversidade de animais e plantas. A crescente consciência das questões sobre a biodiversidade trouxe a necessidade de medidas comparáveis e significativas de diversidade em muitas escalas (GRAY, 1997; McCANN, 2000). Segundo Tilman (2000), é fundamental compreender fatores que controlam a biodiversidade de uma área, e, portanto, a função do ecossistema. Padrões de movimento e migração são descritos como mecanismos importantes na manutenção da biodiversidade (KERR et al., 2002). A zona entremarés é ideal para investigar a influência de padrões de movimento dos animais sobre a biodiversidade, e devido a um conjunto de fatores ambientais está sujeito a modificações podendo interferir nas estratégias de sobrevivência de invertebrados, como por exemplo, a sua capacidade de movimentação (DAVIDSON et al., 2004).

O deslocamento de um organismo desempenha um papel fundamental na estrutura e dinâmica das populações (NATHAN et al., 2008), sendo fundamentais para compreender como os organismos utilizam o habitat. Qualquer estudo da ecologia das populações de uma espécie é incompleto sem uma investigação adequada de sua capacidade de movimentação (CLARK et al., 1967), devido a movimentação de animais ser um fator determinante da viabilidade populacional e dinâmica das espécies (CHAPMAN, 2000; MORALES; ELLNER, 2002; TILMAN, 1994). Deslocamentos direcionais podem afetar padrões espaciais e temporais de distribuição e abundância (CHAPMAN, 2000a; KERR et al, 2002; DAVIDSON et al., 2004), padrões demográficos localizados, interações com outras espécies e os padrões de utilização e esgotamento dos recursos, influenciando significativamente na estrutura da comunidade (KERR et al., 2002).

Para uma melhor compreensão dos padrões de movimentos, é fundamental avaliar a movimentação dos organismos contra fatores abióticos. Segundo Trueman (1971), a dispersão está relacionada ao fato dos organismos saírem da zona destrutiva das ondas, da turbulência excessiva, da ação de predadores, ou ainda para manter as populações em locais com condições ótimas de disponibilidade de alimento. Uma variedade de mudanças no ambiente físico da região entremarés leva a migrações, agregações ou alterações na dispersão dos gastrópodes (UNDERWOOD, 1979), e respostas comportamentais para esses sinais podem

influenciar os padrões de distribuição e dispersão (CHAPMAN, 2000a; STAFFORD; DAVIES, 2005). A avaliação do deslocamento requer uma compreensão de como o comportamento animal é influenciado por flutuações nas propriedades abióticas e bióticas do meio ambiente e como os animais tomam decisões sobre a movimentação em diferentes habitats (CHAPMAN, 2000).

De acordo com Bulleri (2004) o padrão de deslocamento de organismos pode variar entre diferentes escalas de observação, movimentos em pequena escala de animais em relação ao microhabitat pode ter consequências importantes para a espécie e suas interações com os recursos e outros membros da comunidade (CROWE, 2006). O comportamento dos organismos do entremarés apresenta mudanças através do tempo e do espaço, em relação aos sinais físicos e biológicos (CHAPMAN; UNDERWOOD, 1992; CHAPMAN, 2000). Portanto, a caracterização e as relações entre os padrões de movimento de curto e médio prazo são fundamentais para entender as consequências ecológicas de diferentes padrões de dispersão.

A região entremarés está sujeita a uma ampla variação nas características do ambiente, em resposta a variação ambiental é comum mudança de comportamento em animais intermareais (PALMER, 1987). Gastrópodes intermareais apresentam uma série de padrões temporais de atividade relacionadas aos ciclos de maré e circadiano (CHAPMAN; UNDERWOOD, 1992; RAMOS, 1981), além de seguirem uma periodicidade semilunar, de acordo com a variação da amplitude da maré (NAYLOR, 2001). Alguns autores (DEXTER, 1943 ; ALEXANDER, 1960) descreveram movimentos de animais em resposta à subida e descida da maré. Em regiões costeiras onde os níveis de marés são determinantes, muitos animais do entremarés, realizam movimentações verticais regulares para evitar regiões que apresentem condições menos favoráveis a sua sobrevivência (UNDERWOOD, 1979; VANNINI, 2008). Um padrão comum encontrado em gastrópodes do entremarés é o comportamento de *homing*: habilidade de certos organismos retornarem precisamente ao abrigo após excursões alimentares (MACKAY; UNDERWOOD, 1977; HARTNOLL, 1986).

Variações sazonais nos fatores extrínsecos podem afetar os processos ecológicos e o comportamento de gastrópodes (VADAS, 1992; WILLIAMS, 1993). Flutuação da salinidade, os extremos de temperatura, a dessecação e a radiação solar são fatores ambientais que determinam a sobrevivência de várias espécies e podem determinar os padrões de atividade de gastrópodes (CHAPMAN, 2000). A flutuação desses fatores pode gerar impactos diferenciados na dispersão dos indivíduos, por apresentarem efeito na condição do habitat.

Para gastrópodes em particular, padrões de movimento são influenciados por vários fatores ambientais, incluindo a cobertura de água e algas (HAWKINS; HARTNOLL, 1983), complexidade topográfica (MINCHINTON; ROSS, 1999; RUIZ SEBASTIAN et al. 2002), tempo de imersão e de disponibilidade de refúgio (MORAN, 1985; FAIRWEATHER, 1988), todos esses fatores podem ser relacionados com a estrutura do substrato que os organismos habitam, portanto o substrato apresenta-se como um fator fundamental na estruturação das comunidades da costa rochosa (UNDERWOOD; DENLEY, 1984; MENGE et al., 1995).

Segundo Twes et al (2004) respostas comportamentais podem ser conduzidas pelo habitat, devido aos organismos selecionarem substratos adequados à sua sobrevivência de acordo com as condições físicas, químicas, biológicas e estruturais impostas pela natureza e composição do substrato. Para moluscos gastrópodes em particular, os substratos representam um componente fundamental no ambiente físico, pois ofertam recursos como alimento e umidade. A disponibilidade de recursos resulta em padrões diferenciados de deslocamento, por ser determinante na permanência ou não dos indivíduos, sendo a movimentação uma resposta à estrutura do habitat.

A influência da classe Gastropoda sobre a comunidade entremarés tem sido amplamente documentada (UNDERWOOD, 1971, 1979; CHAMPAN, 1986), e entre as espécies da macrofauna bentônica do entremarés da Ilha de Mosqueiro, o gastrópode *Neritina zebra* (Figura 1) apresenta alta abundância (ANDRADE, 1984). Apresentam hábitos herbívoros e detritívoros desempenhando fundamental importância no processo de decomposição e estruturação da comunidade de algas da região. São encontrados em águas marinhas da faixa intermareal ou em águas doces, apresentando hábitos noturnos. Apesar da sua abundância, há pouca informação sobre esta espécie, tendo como trabalhos mais atuais os de Barroso (2009) que descreveu a respeito de sua anatomia e desenvolvimento intracapsular, Borges (2010) que descreveu a respeito do crescimento e dinâmica populacional dessa espécie e Cunha (2012) que abordou aspectos de distribuição e ecomorfologia de *N.zebra*.

Numerosos estudos foram publicados sobre os movimentos de gastrópodes entremarés em relação a vários fatores ambientais, no entanto existem muitas fontes de variação que podem confundir as comparações entre diferentes regiões ou impedir o uso de modelos gerais para processos em habitats anteriormente não estudados (BECK, 1997; UNDERWOOD; DENLEY, 1984; UNDERWOOD; PETRAITIS, 1993). Um estudo mais aprofundado é necessário para estabelecer o impacto do seu comportamento na dinâmica populacional na região.

A comparação de processos de curta e média escala espacial e temporal é fundamental para a elaboração de padrões de previsibilidade. Neste contexto, é crucial determinar os processos que influenciam na dispersão da espécie e as propriedades do comportamento de movimento. Dessa forma, o presente estudo analisa o movimento de *Neritina zebra* a fim de investigar diferenças nos padrões de movimento em pequena e média em diferentes condições do ambiente a fim de desenvolver um modelo de previsão de dispersão de para esse gastrópode na região entremarés da Ilha de Mosqueiro-Pa.

Figura 1- *Neritina zebra* Bruguiere 1792 (Mollusca: Gastropoda:Neritidae).



Fonte: Barroso (2009).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Descrever o comportamento de dispersão de adultos e juvenis de *Neritina zebra* no entremarés.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar padrões de escala curta (minutos) e média (semanas)
- Verificar a ocorrência de uma direção e distância média predominante durante a dispersão de *Neritina zebra* durante uma maré vazante.
- Determinar os efeitos dos períodos de chuva e estiagem na direção e distância média de dispersão.
- Verificar a ocorrência de deslocamento entre as zonas do entre marés
- Determinar o efeito do substrato na direção e na distância média de dispersão.

3 MATERIAL E METÓDOS

3.1 Área de estudo

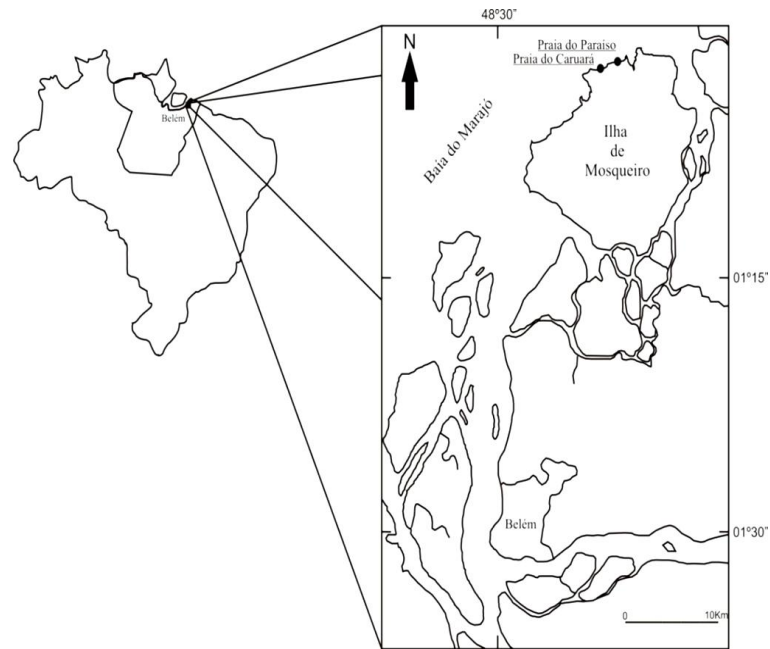
A coletas foram realizadas na praia do Caruará, ilha do Mosqueiro (Figura 2) localizada no nordeste do Pará a 70 km de distância de Belém entre as coordenadas $1^{\circ}04'11''/1^{\circ}13'42''$ S- $48^{\circ}19'20''/48^{\circ}29'14''$ W.

A região caracterizada como um ambiente tipicamente estuarino com influências marinhas situado na micro região Guajarina. O estuário Guajará sofre influencia direta de marés semi-diurnas no período seco (CORDEIRO, 1987), quando a cunha salina penetra com maior intensidade no estuário. Em relação a oscilações dos níveis de maré na baía do Guajará, amplitudes médias alcançam de 3,35 m durante as marés de sizígia e 3,17 m durante as marés de quadratura com amplitude máxima de 4,04 m e mínima de 2,27 m.

O clima da região é caracterizado por temperaturas médias e altas, com gradientes de temperatura muito pequenos. A temperatura anual média é $25,9^{\circ}\text{C}$, com máxima de $31,4^{\circ}\text{C}$ e mínima de $21,9^{\circ}\text{C}$, apresentando precipitação pluviométrica de 2,900 mm – relativamente abundante durante o ano todo. A região é caracterizada por apresentar dois períodos distintos de atividade convectiva. O período de chuvas na região Amazônica é compreendido entre Novembro e Março, sendo que o período de é entre os meses de Maio e Setembro. Os meses de Abril e Outubro são meses de transição entre um regime e outro (FIGUEROA; NOBRE, 1990).

A região estudada apresenta heterogeneidade de substrato em sua cobertura, onde são observados afloramentos rochosos, compostos por arenito ferruginoso e material laterítico em blocos soltos, irregulares e de tamanhos variados, denominados neste estudo como rochas ou substrato rochoso (EL-ROBRINI, 2001) (Figura 3) e blocos de argilito com cores variadas (Farias, 2006) que será denominado no presente estudo como substrato argiloso (Figura 3).

Figura 2- Mapa de localização da área de estudo com indicação da praia do Caruará.



Fonte: Borges (2010)

Figura 3- Diferentes substratos encontrados na área de estudo A) Substrato argiloso B) Substrato rochoso



Fonte: Do autor

3.2 Coletas de dados

3.2.1 Orientação de *Neritina zebra*

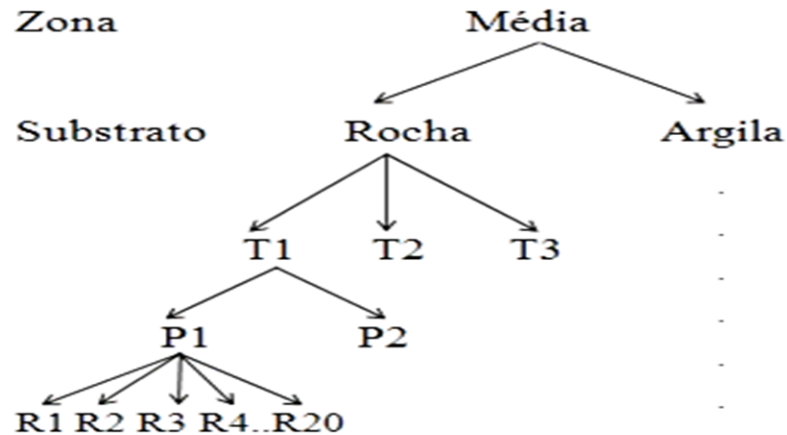
Direção e distância média foram monitoradas em duas escalas temporais de observação: 1) escala de minutos (durante uma baixamar) e 2) escala de semanas (durante 4 semanas). Para verificar o efeito das condições ambientais e do habitat na dispersão dos indivíduos e de que forma esses fatores interagem induzindo as respostas comportamentais foram testados: 1) dois períodos com condições ambientais distintas (Seco e Chuvoso); 2) duas zonas onde a abundância de organismos é maior (Zona Média e Zona Inferior); e 3) dois substratos predominantes na área de estudo (Rocha e Argila).

3.2.1.1 Efeito do substrato no deslocamento em escala de minutos

Foram realizadas três coletas entre os meses de Março a Maio de 2012, durante as marés de sizígia sempre durante o período noturno, com intervalos de aproximadamente 28 dias entre cada coleta. Os experimentos de monitoramento foram realizados na zona média, devido aos organismos estarem mais próximos ao limite superior, portanto o deslocamento direcional representa uma importante adaptação e em substrato rochoso e argiloso da região entremarés.

Foi amostrado um trecho do litoral de aproximadamente 60mx60m, na zona média da região entremarés. Para a delimitação da réplica foi utilizado um quadrado de PVC de 625 m². Foram coletados dados referentes à posição de 240 indivíduos. O delineamento amostral das coletas está esquematizado na figura 4. A cada coleta, para cada substrato foram escolhidos dois pontos distantes aproximadamente 9 metros um do outro, em cada ponto foram marcados 20 indivíduos.

Figura 4- Desenho amostral para caracterização dos padrões de movimento na escala de minutos de *Neritina zebra* na zona média do entremarés. T= tempo(T1- Maio/2012; T2-Abril/2012; T3- Maio/2012) P= ponto,R=réplica. N=240.



Fonte: Do autor

Para acompanhar o deslocamento de indivíduos, foi realizado um experimento de marcação e recaptura. As conchas foram marcadas com tinta não tóxica e revestidas com cola (Cianoacrilato), na margem externa da abertura (Figura 5). Em cada indivíduo marcado foi feita também uma marca com esmalte de unha fosforescente, a fim de facilitar a sua visualização durante o monitoramento, com o auxílio de lanternas de led(luz negra). Durante a marcação evitou-se ao máximo tocar nos indivíduos, a fim de evitar perturbações aos organismos e minimizar o impacto da marcação no comportamento de deslocamento. Os indivíduos marcados foram libertados no mesmo ponto no qual foram capturados.

O monitoramento foi realizado com o auxílio de uma trena para a medida do deslocamento e de uma bússola para a medida do ângulo deslocado (Figura 5). O ponto inicial foi considerado aquele onde ele recebeu a marcação plástica. Após 15 minutos foram anotados a distância e o ângulo percorrido pelo indivíduo e a posição final após esse período de 15 minutos foi considerada o seu novo ponto inicial. Esse procedimento foi repetido seis vezes para cada indivíduo, devido ao tempo disponível de baixamar.

Figura 5- Procedimentos de marcação e monitoramento de N.zebra A) Marca plástica utilizada para identificação dos indivíduos B) Utilização da bússola para monitoramento do ângulo deslocado C) Utilização da trena para medição da distância percorrida



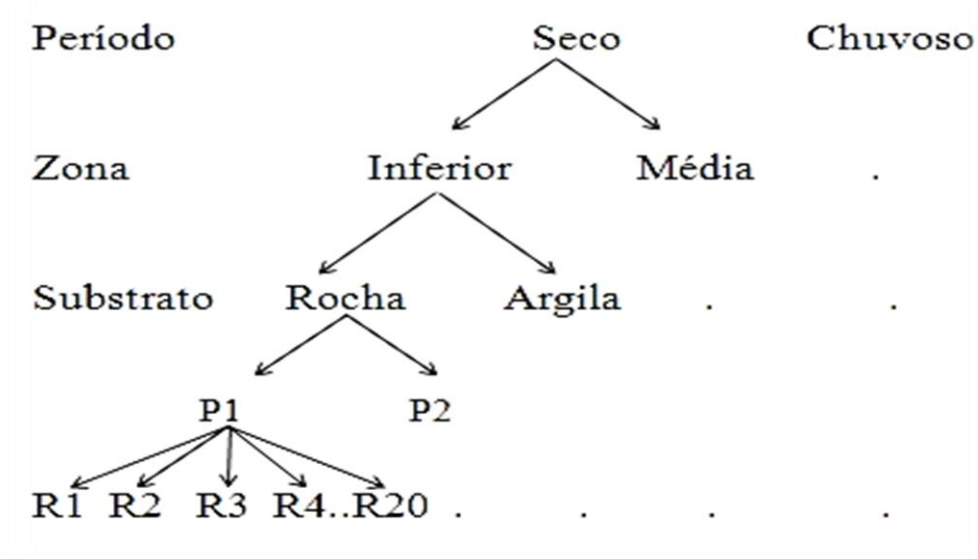
Fonte: Arquivo do autor.

3.2.1.2 Efeito do substrato, zonação e sazonalidade no deslocamento em escala de semanas.

O deslocamento dos organismos foi monitorado ao longo de dois períodos sazonais (seco e chuvoso), duas zonas do entremarés (média e inferior) e dois substratos (rocha e argila) (Figura 6). Foram realizadas quatro coletas entre os meses de Outubro a dezembro de 2012 (período seco) e quatro coletas entre os meses de Fevereiro de 2013 a Abril de 2013 (período chuvoso). As coletas foram realizadas sempre a baixamar da maré de sizígia e no período noturno, com intervalos de aproximadamente 15 dias entre cada coleta.

Foram coletados dados referentes à posição de recaptura, resultado da marcação de 320 indivíduos (160 indivíduos em cada período). Para cada condição de zona vs substrato foi escolhido aleatoriamente 2 pontos distantes aproximadamente um 9 metros, com cada ponto contendo 20 indivíduos.

Figura 6- Delineamento amostral com a indicação dos fatores testados (Período, Zona, Substrato) para caracterização dos padrões de movimentação de *Neritina zebra* na escala de semanas. P=ponto,R=réplica. N=320

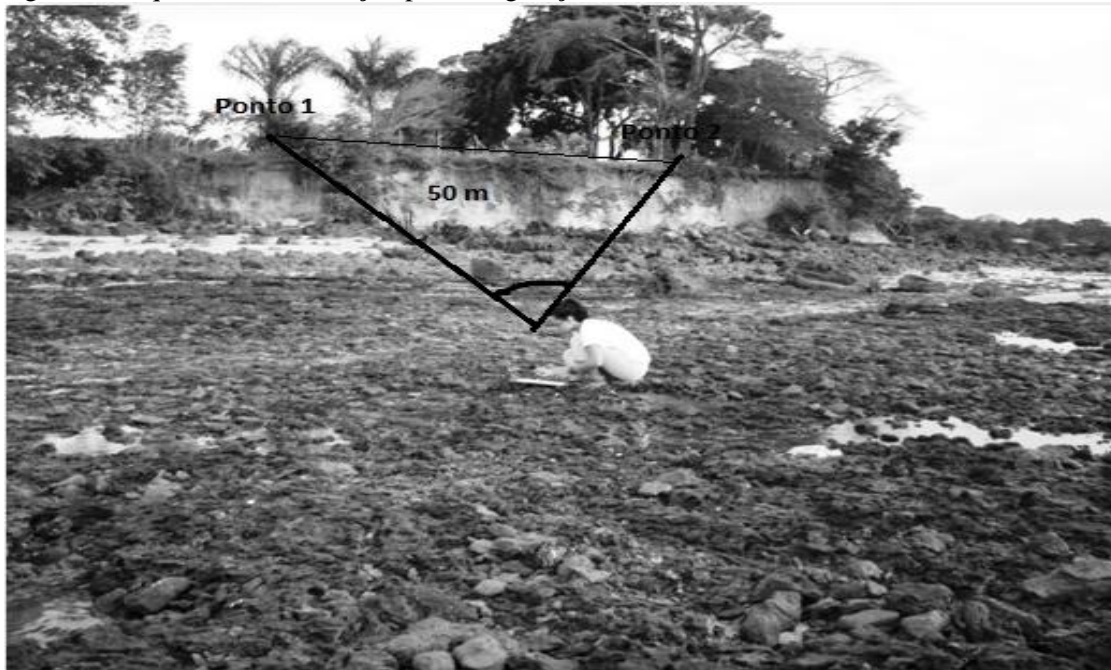


Fonte: Do autor.

Posições foram registradas por triangulação (Figura 7) a partir de dois pontos fixos (UNDERWOOD, 1977) na costa para cada ponto, para ser utilizado com referência na recaptura. Os indivíduos recapturados tiveram suas posições medidas com o auxílio de uma bússola, tomando como referência os pontos fixos na costa distantes aproximadamente 45 metros. As medidas dos ângulos foram sempre realizadas em relação ao Norte magnético. Para cada indivíduo recapturado, foram plotados as posições de recaptura em uma folha milimetrada. Cada ponto de recaptura foi considerado a extremidade de um vetor, caracterizado pelo ângulo de direção de deslocamento (θ) e pela distância da posição de marcação (r). Dessa forma, cada vetor tem sua componente determinada em relação a um sistema de coordenadas cartesianas $x = r \cos \theta$ (componente horizontal) e $y = r \sin \theta$ (componente vertical). O eixo x está disposto paralelamente a linha d'água e o eixo y perpendicular a linha d'água. As componentes x , y de cada observação foram utilizadas para a construção de um gráfico de dispersão.

As posições de gastrópodes marcados foram registradas novamente após um período de 15, 30, 45 e 60 dias a partir do início do primeiro experimento.

Figura 7- Esquema da localização por triangulação



Fonte: Do autor

3.3 Análises de dados

3.3.1 Escala de minutos

Para verificar as diferenças no deslocamento entre os substratos amostrados foi utilizada uma ANOVA com um fator (Substrato). Para cada coleta foram utilizadas 40 réplicas para o substrato rochoso e 40 réplicas para o substrato argiloso, totalizando 80 réplicas por coleta e 240 réplicas durante todo o estudo.

3.3.2 Escala de semanas

Para verificar a diferença entre a direção e o deslocamento médio dos indivíduos em cada tratamento, os dados obtidos foram sujeitos a uma análise de variância (ANOVA) com os três fatores: Sazonalidade (Seco e Chuvoso), Zona (Média, Inferior) e Substrato (Rocha, Argila).

Os resultados mostrados no presente estudo correspondem ao período de 15 dias, pois após esse período não foi realizada uma recaptura homogênea entre as condições amostradas. O número de réplicas foi balanceado para realizar a análise, sendo utilizadas 4 réplicas para cada condição Sazonalidade x Zona x Substrato.

4 RESULTADOS

4.1 Escala de minutos

Direções de movimento não se mostraram significativas nos meses de Março e Abril, (Tabela 1), sugerindo que não existe uma direção predominante de dispersão, indicando que esses organismos se dispersam de forma aleatória durante a escala de tempo experimentada. Nenhum dos indivíduos observados durante o estudo retornou para o local de marcação.

Movimentos foram orientados geralmente de forma aleatória, porém o comportamento dispersivo desta espécie variou substancialmente de um habitat para a outro, e as médias das distâncias movidas foram significativamente diferente entre os substratos (Tabela 2). As distâncias médias percorridas por *Neritina zebra* são apresentados na Figura 8. Em todas as coletas, a média do deslocamento vertical foi maior na argila (Março=32,3 cm; Abril=33,45 cm; Maio=38,35 cm) do que na rocha (17,95 cm; 18,55 cm; 8,85cm) , indicando que *N. zebra* percorre distâncias menores no substrato rochoso do que no substrato argiloso.

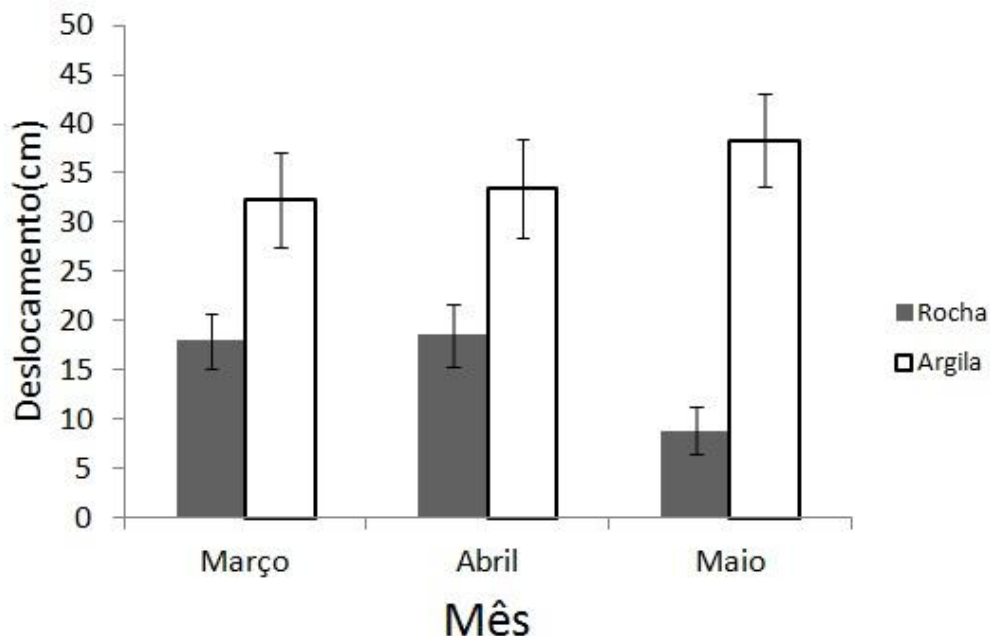
Tabela 1- Resultado da ANOVA para os ângulos deslocados por *N.zebra* ao longo de uma baixamar.

Mês	F	P
Março	0,062421	0,93958
Abril	0,513158	0,60278
Maio	3,348602	0,04606

Tabela 2- Resultados da ANOVA para a distância percorrida por *Neritina zebra* para o fator Substrato (rocha e argila) GL= grau de liberdade; MQ = Quadrados Médios.

Fonte da variação	GL	MQ	F	P
Março 2012				
Entre os grupos	1	20.59.225	6.4589	0.01524
Dentro dos grupos	38	318.8191		
Abril 2012				
Entre os grupos	1	2220.1	6.2096	0.01718
Dentro dos grupos	38	357.52		
Mai 2012				
Entre os grupos	1	8702.5	30.770	0,00023
Dentro dos grupos	38	282.81		

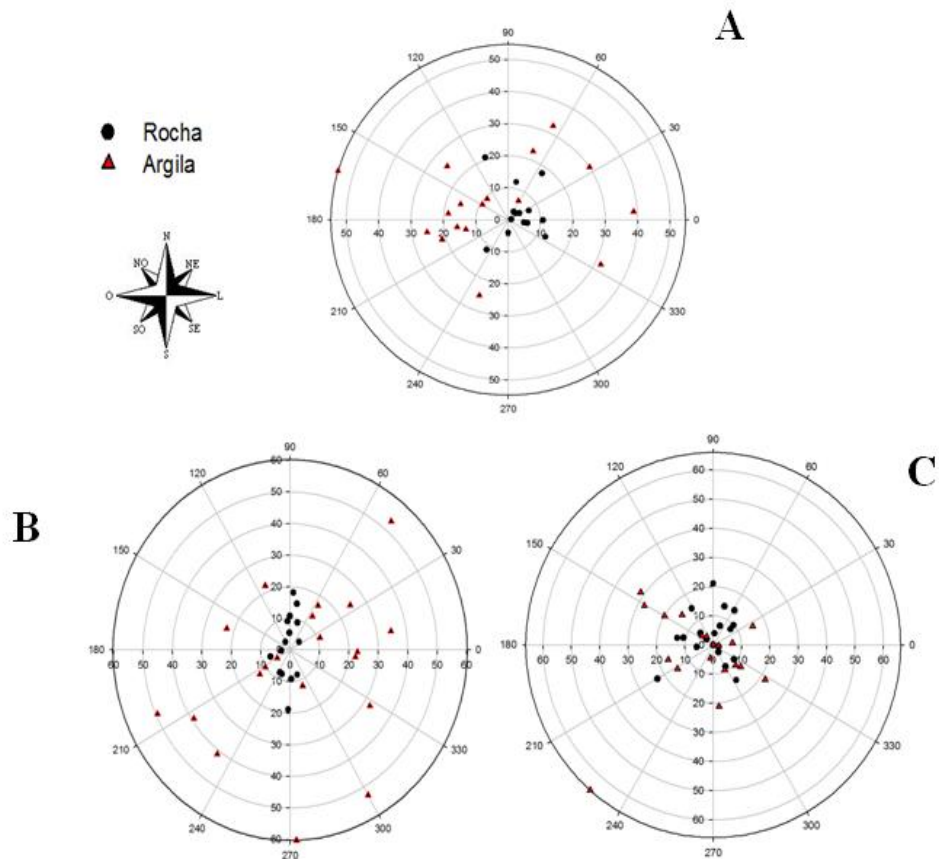
Figura 8- Distância média (+ erro padrão) deslocados por *Neritina zebra* durante uma baixamar nos substratos amostrados (rocha e argila) para cada mês experimentado: Março, Abril, C)Maio; n = 20



Os gráficos polares (Figura 9) ilustram o deslocamento e o ângulo deslocado. Os indivíduos no substrato consolidado estão de forma geral mais agrupados, o que ilustra as menores taxas de deslocamento registradas nesse substrato, não sendo possível visualizar uma

direção predominante de deslocamento. Os indivíduos do substrato argiloso apresentam-se disposto de forma mais dispersa indicando que nesse tipo de substrato os deslocamentos de *N. zebra* foram maiores. Em relação, a direção de deslocamento não é possível determinar um padrão, predominante já que os indivíduos encontram-se direcionados aleatoriamente.

Figura 9- Direções individuais de movimento (deslocamento total (cm) e direção média) de *Neritina zebra* no período de uma maré nos substrato experimentados (Rocha, Argila) Coletas realizadas nos meses: (A) Março/2012; (B) Abril/2012 0 (C) Maio/2012. 90° no gráfico representa o Norte geográfico.



4.2 Dispersão na escala de semanas

O objetivo inicial era verificar a direção média deslocada ao longo de 15, 30, 45 e 60 dias de observação. Porém não houve uma recaptura homogênea entre as condições amostradas após 2 semanas (Tabela 3), esse problema pode estar relacionado a um deslocamento dos indivíduos marcados para em áreas mais distantes do que foi realizada a busca. Após 15 dias em nenhum dos tratamentos foi recapturados número suficiente de indivíduos para a realização das análises estatísticas. Para balancear as réplicas, os resultados mostrados no presente estudo, correspondem ao período de 15 dias.

Tabela 3-Recapturas de indivíduos marcados ao longo do período de monitoramento.

Período	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
Seco	22	10	4	5
Chuvoso	17	9	9	7
Total	39	19	13	12

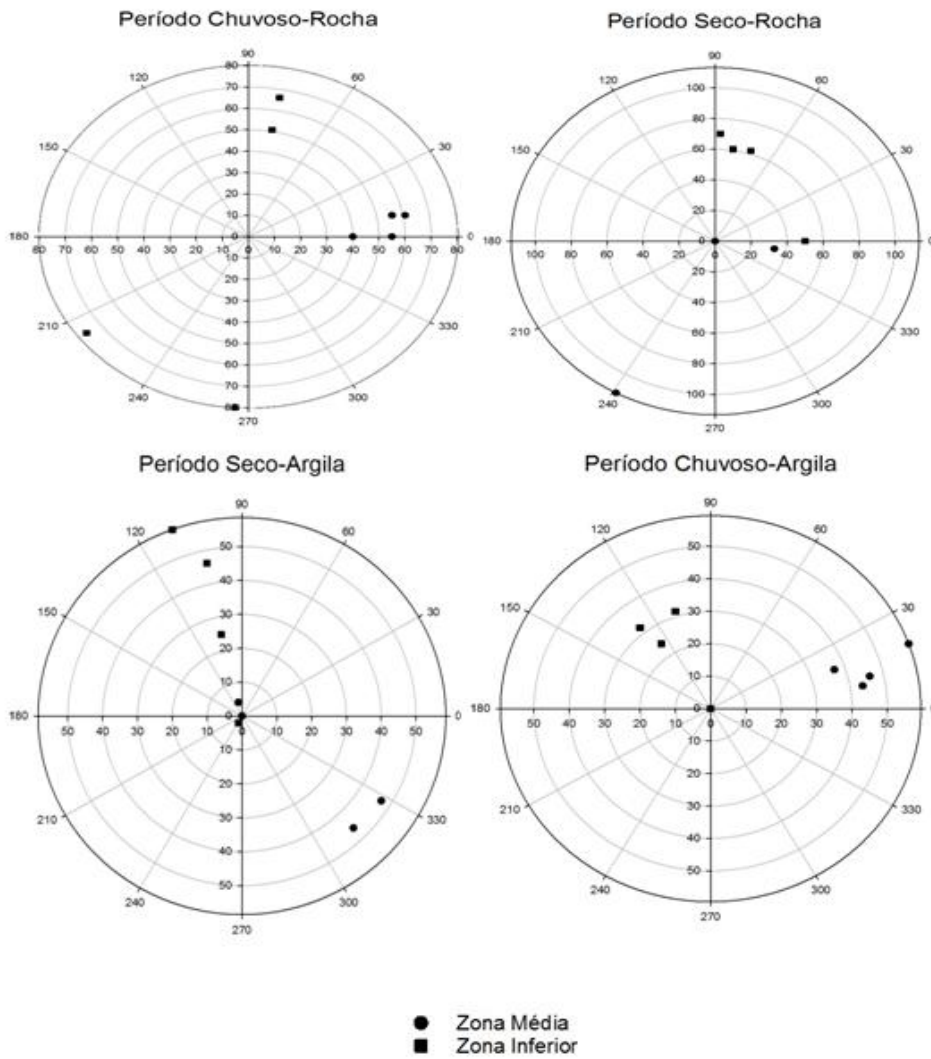
Os resultados da ANOVA estão contidos na tabela 4. Entre as estações do ano não houve diferença no deslocamento de *N.zebra*, indicando que as flutuações ambientais não foram decisivas para o deslocamento dos indivíduos marcados. No entanto, os indivíduos marcados nas duas zonas do entremarés apresentaram comportamento diferenciado, o que indica que a distribuição vertical dos organismos pode ser um fator que influencia nos padrões de dispersão de *N.zebra*. Não houve uma diferença na posição de recaptura entre os substratos em nenhuma das estações associadas ao substrato. Portanto em uma escala sazonal, o substrato possivelmente não apresenta influência no direcionamento de *Neritina zebra*.

As posições de recaptura de *Neritina zebra* após 15 dias da marcação são apresentadas na Figura 10. Os resultados desse estudo indicam que não existe uma direção predominante de dispersão em nenhum dos períodos analisados.

Tabela 4-Resultados da ANOVA para a posição de recaptura *Neritina zebra* após 15 dias de marcação para as interações entre os fatores Sazonalidade (Seco e Chuvoso), Zonação (Média e Inferior), Substrato (Rocha e Argila); GL= grau de liberdade.

Fator	GL	F	P
Sazonalidade	1	0,01	0,9237
Zona	1	5,61	0,0263*
Substrato	1	0,24	0,6258
Sazonalidade x Zona	1	5,80	0,0240*
Sazonalidade x	1	0,45	0,5111
Substrato			
Zona x Substrato	1	0,10	0,7588
Sazonalidade x Zona x	1	0,78	0,3870
Substrato			

Figura 10-Direção média deslocada por *Neritina zebra* após de 15 dias de marcação dos indivíduos. 90° no gráfico representa o norte geográfico.



5 DISCUSSÃO

5.1 Escala de minutos

No experimento de pequena escala temporal não foi observado uma direção preferencial de *Neritina zebra*. Dessa forma sugere-se que a movimentação de *Neritina zebra* ocorre de forma aleatória nessa escala. Diversos estudos foram realizados com o objetivo de observar o padrão de deslocamento de moluscos em áreas influenciadas pelos regimes de maré (BULLERI, 2004; LITTLE, 1989; UNDERWOOD, 1977; VANNINI, 2008). Na maioria desses estudos observa-se um comportamento de regresso à posição original a qual o gastrópode estava no início de sua movimentação, esse tipo de comportamento é importante para alguns gastrópodes no sentido de escapar da ação de predadores e em alguns casos se mostra como uma adaptação reguladora da dispersão maximizando a utilização dos recursos alimentares reduzindo a competição intraespecífica por alimentos (MACKAY; UNDERWOOD, 1977). Neste estudo, *Neritina zebra* apresentou um movimento aleatório em curtos períodos de tempo, o que sugere que esta espécie não apresenta esse tipo de comportamento nessa escala de tempo.

Os padrões de orientação de curto prazo observados estão de acordo com o modelo de deslocamento aleatório usado por Underwood (1977) e por Mackay e Underwood (1977) para descrever o movimento de não-homing de *C. tramoserica* na costa da Austrália. Chapman e Underwood (1994) também descreveram o movimento de curto prazo para gastrópodes como sendo frequentemente aleatório.

Movimentos foram orientados geralmente de forma aleatória, contudo a distância linear deslocadas diferiu entre os substratos. O presente estudo mostrou que o substrato interferiu na distância linear deslocada por *Neritina zebra* durante períodos de pequena escala temporal. De acordo com Tews et al (2004), respostas comportamentais também podem ser conduzidos por processos locais, como a heterogeneidade de habitats. As menores taxas de deslocamento observadas no substrato consolidado da praia do Caruará-Ilha de Mosqueiro sugerem a preferência da *Neritina zebra* por esse tipo de substrato que devem estar associados a condições mais adequadas de sobrevivência.

Populações separadas por apenas alguns metros podem apresentar comportamento distintos um do outro (CHAPMAN; UNDERWOOD, 1994). Segundo Sebens (1991), a estrutura física do habitat pode alterar a susceptibilidade dos animais ao estresse no entre marés, dessecação, exposição às ondas e predação através da criação de nichos potenciais.

Segundo Chapman (2000) complexidade topográfica e as variáveis associadas a esse fator como a força do fluxo de água durante fluxo e refluxo das marés ou ainda a quantidade de biofilme podem influenciar na escolha do indivíduo de se mover ou ficar parado.

A estabilidade do substrato pode ser um fator determinante no comportamento de dispersão. A estabilidade se refere ao grau de resistência ao movimento, sendo geralmente proporcional ao tamanho das partículas do substrato (RESH; ROSENBERG, 1984). As médias de deslocamento observadas no substrato rochoso foram menores do que no substrato argiloso, indicando que por ser fisicamente mais estável, oferece subsídios para a população crescer. Segundo Tikkanen et al. (1994), o aumento no tamanho da partícula pode ser importante, pois estabiliza o substrato e reduz a probabilidade da movimentação do mesmo durante inundações, sendo fisicamente mais estáveis (GURTZ; WALLACE, 1984).

Diferenças no comportamento do movimento de espécies de gastrópodes intermareais associadas ao substrato foram anteriormente discutidos na literatura. De acordo com Gurtz e Wallace (1984) em estudos realizados em riachos de Nova Carolina (EUA) o substrato apresenta-se como um aspecto importante, sendo que a maioria dos táxons prioriza se fixar em substratos grosseiros, ao invés de substrato de pequenas partículas. Estudos realizados com *C. tramoserica* (UNDERWOOD et al., 1983) sugeriram que o movimento destes animais pode ser reduzido em superfícies topograficamente complexas. Underwood e Chapman (1985, 1989) e Chapman (2000) demonstraram que as distâncias lineares deslocadas por gastrópodes são geralmente maiores em superfícies mais simples, como foi observado no presente estudo.

A distribuição dos organismos aquáticos é o resultado da interação entre o hábito, as condições físicas que caracterizam o habitat e a disponibilidade alimentar (MERRIT; CUMMIS, 1996). A relação entre os padrões do movimento de herbívoros e da disponibilidade alimentar tem sido amplamente discutida (HANSON, 1977; LEWIS, 1964). Conforme Layne et al (2003) a disponibilidade de alimento também pode ser um componente importante para que ocorra a movimentação de indivíduos, por conta de suas estratégias de forrageio ao longo do entremarés. Underwood (1977) demonstrou a tendência de lapas *Cellana tramoserica* em migrar para dentro ou para fora de zonas de acordo com a disponibilidade de alimento.

A diferença nas médias de deslocamento nos diferentes substratos observada no presente trabalho também pode estar relacionada a esse fator. Um estudo preliminar foi realizado nesta área a fim de mensurar a concentração de clorofila associada ao biofilme nos substratos amostrados. Os resultados obtidos mostraram diferenças na quantidade de microalgas entre os substratos, a valores médios de concentração de clorofila, o biofilme foi

em média maior nas amostras de rocha (3,495 μgcm^2) do que nas de argila (0,746 μgcm^2) (dados não publicados). De acordo com alguns autores (BRANCH; BRANCH, 1981; MACKAY; UNDERWOOD, 1977) reduções de disponibilidade de microalgas podem aumentar a dispersão. Dessa forma, a menor taxa de deslocamento observada no substrato rochoso da praia do Caruará-Ilha de Mosqueiro pode estar associada a uma maior disponibilidade alimentar neste substrato e as maiores distâncias percorridas no substrato argiloso ao fato dos indivíduos nesse substrato precisarem cobrir uma área maior para obter a mesma quantidade de algas.

Além da disponibilidade alimentar outro fator que pode estar relacionado ao estabelecimento ou não dos indivíduos em determinado substrato são as condições proporcionadas por ele para deposição de ovos. Isto irá influenciar significativamente na reprodução e no crescimento desses animais. Mudanças nos padrões migratórios de gastrópodes associados a reprodução têm sido documentadas por vários autores (KOJIMA, 1959; FRETTER; GRAHAM, 1962). O substrato consolidado confere ao entremarés uma superfície apropriada para o assentamento de espécies bentônicas e fixação de organismos sésseis e sedentários. Segundo Andrews (1935) os ovos das espécies da família Neritidae são depositados em pequenas cápsulas de cor esbranquiçada e formato circular ou elíptico, cujas bases aderem firmemente contra conchas, pedras ou pedaços de madeira, plantas ou outro tipo de substrato duro, sendo assim o substrato rochoso oferece melhores condições para a deposição de ovos fazendo com que haja um menor deslocamento nessa região, como observado.

Movimentos de gastrópodes no entremarés em relação ao microhabitat são influenciados por sinais ambientais, como temperatura e umidade (MENGE, 1978; MORAN, 1985). Outro fator que pode influenciar na escolha por determinado substrato é a oferta de refúgio. O substrato consolidado representa uma superfície apropriada para garantir refúgio às espécies nele presentes contra predação e ações físicas. Depressões ou fendas representam microhabitats que oferecem proteção contra a dessecação e impacto mecânico das ondas (RAFFAELLII; HAWKINS, 1996) além de oferecer abrigo contra predadores. As depressões presentes no substrato rochoso são ambientes menos estressantes para os organismos, pois eles passam mais tempo submersos se comparados com aqueles que habitam superfícies. Segundo alguns autores (UNDERWOOD; CHAPMAN, 1989; CHAPMAN ;UNDERWOOD, 1994) a presença ou ausência de fendas afeta a dispersão durante curtos períodos de tempo. Dessa forma, as maiores taxas de deslocamento registradas na argila podem ser resultado da escassez de refúgio o que provocaria maiores movimentações nesse tipo de substrato a fim de

se encontrar condições bióticas e abióticas ideais para a sobrevivência na região do entre marés.

5.2 Escala de semanas

Semelhante ao que foi observado no experimento de curto prazo, ao longo de duas semanas também não foi possível detectar um padrão claro de dispersão de *N. zebra*. Chapman (2000) observou o comportamento de gastrópodes *Bembicium auratum* em diferentes escalas de tempo e determinou que em um curto período os indivíduos observados apresentaram comportamento aleatório. No entanto, partir de observações de um período maior os padrões mudaram para orientado. Tal conclusão não está de acordo com o padrão observado nesse estudo. Nesse mesmo estudo o substrato foi identificado como o mais forte determinante de movimento no período de duas semanas. No presente estudo, não foi detectada diferença entre os substratos amostrados entre os períodos, sugerindo que substrato não teve nenhuma influência na dispersão no período de duas semanas.

A flexibilidade comportamental é essencial para a sobrevivência de gastrópodes que habitam ambientes estressantes, como o entremarés já que necessitam responder às rápidas flutuações ambientais que são previsíveis como as marés ou ainda as condições meteorológicas (UNDERWOOD; CHAPMAN, 2000). Variações climáticas têm um efeito direto e indireto sobre o desempenho fisiológico e a sobrevivência dos organismos (HELMUTH et al., 2006; PINCEBOURD et al., 2008), podendo afetar comportamento de gastrópodes.

A sazonalidade consiste em um fator importante no comportamento de moluscos, fatores ambientais como extremos de temperatura, dessecação e a radiação solar, todos caracterizados por consideráveis variações temporais e espaciais (MORAN, 1999) determinam a sobrevivência espécies na região entremarés. Variações de temperatura na zona entremarés são muito amplas, este fato pode levar os organismos a excederem os limites letais de temperatura, levando à sua debilitação ou mesmo à morte (MORELISSSEN; HARLEY, 2007).

A região estudada é caracterizada por apresentar uma forte flutuação nas condições ambientais entre os períodos estudados relacionadas à variação da pluviosidade. No período chuvoso, a região apresenta média de chuva acumulada entre 600 mm e 2100 mm, já durante o período seco a chuva ocorre em forma de pancadas isoladas (SOUZA; AMBRIZZI, 2003).

Para caramujos, a mudança no nível de chuva causa grande mortalidade especialmente no tempo de seca devido às temperaturas excessivas (HECKMAN et al, 1993). As alterações climáticas têm um efeito direto sobre o desempenho fisiológico e a sobrevivência dos organismos, (HELMUTH et al., 2006; PINCEBOURD et al., 2008), portanto as condições climáticas não definem apenas os limites de distribuição dos organismos como também podem alterar a dinâmica das populações (SANFORD, 2002).

Embora muitos estudos tenham descrito a respeito do efeito da sazonalidade na dispersão, outras comunidades têm demonstrado a inexistência de um padrão relacionado às variações ambientais, indicando que são relativamente estáveis, apesar das variações sazonais nas condições físicas do ambiente (LUBCHENCO et al, 1984; ORTEGA, 1987). Em estudos realizados por Underwood (1976), com *Nerita atramentosa*, *Austrocochlea constricta*, *Bembicium nanum* e *Cellana tramoserica* também não mostraram nenhuma evidência para mudanças sazonais nos padrões de dispersão nessas espécies.

O modelo que diferenças sazonais são decisivas no movimento de gastrópodes não foi apoiado pelos resultados dos testes do presente estudo, já que entre os períodos não foi observada diferença na distância média e na orientação dos gastrópodes. Dessa maneira, indicam que apenas o substrato foi decisivo para determinar o comportamento dos indivíduos.

A dinâmica dos fatores abióticos do ecossistema entremarés aliada às características intrínsecas da área de estudo transformam esse ambiente em um local de elevado estresse térmico para os organismos durante o período seco. Segundo Chapman (2000) os extremos de temperatura, a dessecação, a ação da radiação solar podem determinar os padrões de atividade de espécies de gastrópodes herbívoros. Alterações comportamentais, resultando em padrões de movimentos diferenciais pode ser uma resposta às condições do ambiente para manter o desempenho fisiológico em organismos ectotérmicos (BENNET; HUEY, 1990; HAYNES; CRONIN, 2006), portanto a dispersão representa em uma das estratégias adotadas por gastrópodes para a adaptação ao estresse térmico. A inexistência de um padrão de movimentação relacionada a períodos com características ambientais distintas, pode indicar um forte potencial de adaptação às condições de dessecação. O fato dos organismos não desenvolverem padrões de movimento para fugir das condições térmicas estressantes, pode indicar o desenvolvimento de outras estratégias adaptativas capazes de garantir o sucesso desses organismos no ambiente estudado.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Em termos gerais, as conclusões possíveis para o comportamento de gastrópodes observados no presente estudo foram as seguintes:

- 1- Não foi detectada uma direção predominante de dispersão em ambas as escalas de tempo amostradas.
- 2- Em nenhuma das escalas de tempo analisadas, foi observado o comportamento de *homing*, descritos para essa classe taxonômica. Indicando que os fatores intrínsecos da espécie, não foram decisivos no comportamento de dispersão.
- 3- O modelo simples de movimento aleatório foi aceito em períodos curtos. No entanto, foram observadas diferenças na distância média percorrida entre os substratos ocorrendo uma maior dispersão na argila do que na rocha, sugerindo uma influência dos fatores extrínsecos no comportamento de *Neritina zebra*.
- 4- Nas observações de médio prazo os fatores extrínsecos não foram decisivos. Era esperado que os indivíduos apresentassem comportamento diferenciado relacionado ao período do ano. Este trabalho destaca que o comportamento dispersão de *N.zebra* não representou uma estratégia fundamental quando se enfrenta condições ambientais heterogêneas, sugerindo que esse comportamento pode representar uma adaptação às flutuações ambientais em longo prazo.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, G. D. Directional movements of the intertidal snail, *Littorirza Zitfoea*. **Biol. Bull. Mar. Biol. Lab.**, Woods Hole, v. 119, p. 301-302, 1960.
- ANDRADE, J. **Folclore na região do Salgado, Pará**: teredos na alimentação, profissões ribeirinhas. São Paulo: Escola de Folclore, 1984. 83p.
- ANDREWS, E.A. The egg capsules of certain Neritidae. **J. Morph.**, Philadelphia, v.57, n.1, p.31-59, 1935.
- BARROSO, C. X. **Anatomia e desenvolvimento intracapsular de Neritina zebra (Bruguiere, 1792) (Mollusca, Gastropoda, Neritidae)**. 2009. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- BECK, M.W. Inference and generality in ecology: current problems and an experimental solution. **Oikos**, v.78, n. 2, p. 265–273, 1997.
- BENNETT, A.F.; HUEY, R.B. Studying the evolution of physiological performance. In: FUTUYMA, D.J.; ANTONOVICS, J. (eds). **Oxford surveys in evolutionary biology**. Oxford: Oxford University Press, pp. 251–284, 1990.
- BORGES, A.N.S. **Crescimento e dinâmica populacional de Neritina zebra (Bruguière, 1792) (mollusca: gastropoda) na região do entremarés da ilha de Mosqueiro, Belém-Pa.** 2010. TCC (Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Pará, Belém.2010.
- BULLERI, F.; CHAPMAN, M. G.; UNDERWOOD, A. J. Patterns of movement of the limpet *Cellana tramoserica* on rocky shores and retaining seawalls. **Marine Ecology Progress**, v. 281, p. 121–129, 2004.
- CASTENHOLZ, R.W. The effects of grazing on marine litoral diatom populations. **Ecology**, v. 42, p.783–794, 1961.
- CHAPMAN, M.G; UNDERWOOD, A.J. Foraging behaviour of marine benthic grazers. In: JOHN, D.; HAWKINS, S.J.; PNCE, J. (eds). **Plant-animal interactions in the marine benthos**. Oxford: Clarendon Press, 1992. p. 289-317. (Systematics Association Spec, v. 46).
- CHAPMAN, M.G. A comparative study of differences among species and patches of habitat on movements of three species of intertidal gastropods. **J Exp Mar Biol Ecol.**, v. 244:181–201. 2000.
- CHAPMAN, M.G.; UNDERWOOD, A.J. Dispersal of the intertidal snail, *Nodilitforina pyramidalis*, in response to the topographic complexity of the substratum. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 179, p. 145-169, 1994
- CHAPMAN, M.G. Assessment of some controls in experimental transplants of intertidal gastropods. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v.103, 181–201, 1986.
- CONNELL, J. H. Community Interactions on marine rocky intertidal shores. **Annual Review Ecology and Systematics**, v. 3, p. 169-192, 1972.

CROWE, T. Different effects of microhabitat fragmentation on patterns of dispersal of an intertidal gastropod in two habitats. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v.206, 83–107, 1996.

DAVIDSON, I. C.; CROOK, A. C.; BARNES, D. K. A. Quantifying spatial patterns of intertidal biodiversity: is movement important? **Marine Ecology-Pubblicazioni Della Stazione Zoologica Di Napoli I**, v.25, n.1, p. 15-34, 2004.

DEXTER, R. W. Observations on local movements of *Littorina littorea* (L.) and *Thais lupillus* (L.). **Nautilus**, v. 57, p. 6-8, 1943.

FAIRWEATHER, P.G . Movements of intertidal whelks (*Morula marginalba* and *Thais orbita*) in relation to availability of prey and shelter. **Mar Biol.**, v .100, p.63–68, 1988.

FRETTER ,V.; GRAHAM, A. **British prosobranch mollusks their functional anatomy and ecology**. London: Ray Society, 1962.

GRAY, D.R.; NAYLOR, E. Foraging and homing behaviour of the limpet, *Patella vulgata*: a geographical comparison. **J. Moll. Stud.**, v. 62, p. 121–124, 1996.

GRAY, J. S. Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs. **Biodiv. Conserv.**, v. 6, p. 153–175, 1997.

GURTZ, M.E.; WALLACE, J.B. Substrate mediated response of stream invertebrates to disturbance. **Ecology**, v. 65, p.1556-1569, 1984.

HÄDER, D.P.; KUMAR,H.D.; SMITH, R. C.; WORREST, R. C. Aquatic ecosystems: effects of solar ultraviolet radiation and interactions with other climatic change factors, **Photochem. Photobiol. Sci.**, v 2, p.39-50, 2003.

HARTNOLL, R.G. The monitoring of limpet movement: a review. **Progress in underwater Sciences**, v. 11.p. 137-146, 1986.

HAWKINS, S. J. Rocky intertidal communities: past environmental changes, present status and predictions for the next 25 years. **Environmental Conservation**, v. 29, n. 2, p. 168-191, 2002.

HAWKINS, S.J.; HARTNOLL, R.G. Grazing of intertidal algae by marine invertebrates. **Oceanography and Marine Biology Annual Review**, v. 21. p.195-282, 1983.

HAYNES, K.J.; CRONIN, J.T. Interpatch movement and edge effect: the role of behavioural responses to the landscape matrix. **Oikos** v. 113,p. 43–54, 2006.

HELMUTH, B.; MIESZKOWSKA, N.; MOORE, P.; HAWKINS, S. J. Living on the edge of two changing worlds: forecasting the responses of rocky intertidal ecosystems to climate change. **Annual Review of Ecology Evolution Systematics**, v. 37, p. 373-404, 2006.

KERR, B.; RILEY, M. A.; FELDMAN, M. W.; BOHANNAN, B. J. M. Local dispersal promotes biodiversity in a real life game of rock-paper-scissors. **Nature**, v.418, p. 171–174, 2002.

KOJIMA, Y .The relation between seasonal migration and spawning of a periwinkle, *Littorina brevicula* (Philippi). **Bull Mar Biol Stn Asamushi**, v. 9, p.183-18, 1959.

LAYNE, J. E.; Barnes, W. J. P.; Ducan, L. M. J. Mechanisms of homing in the fiddler crab *Uca rapax* 1. Spatial and temporal characteristics of a system of small-scale navigation. **The Journal of Experimental Biology** v. 206, p. 4413-4423, 2003.

LEWIS, JR, 1964. The ecology of rocky shores. London, English University Press, 300p.

LEWIS, L. J.; DAVENPORT, J.; KELLY, T.C. A study of the impact of a pipeline construction on estuarine benthic invertebrate communities. **Estuarine Coastal Shelf Sci.**, v. 55, p. 213–221, 2002.

LITTLE, C.; WILLIAMS, G. A.; TROWBRIDGE, C. D. **The biology of rocky shores**. New York: Oxford University Press, 2009. 356p.

LUBCHENCO, J., Menge. B.A. Garrity,S.D. et al. Structure,persistence anda the role of consumers in a tropical rocky intertidal community. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v.78, n.1-2, p. 23–73, 1984.

MACKAY, D.A. ;UNDERWOOD,A.J. Experimental studies on homing in the intertidal patellid limpet *Cellana tramoserica* (Sowerby). **Oecologia** (Berl.), v. 30, p. 215-237, 1977.

MCCANN, K. S. The diversity-stability debate. **Nature**, v. 405, p. 228–233, 2000

MENGE, B.A. Indirect effects in marine rocky intertidal interaction webs: patterns and importance. **Ecol. Monogr.**, v.65, n. 1, p. 21–74, 1995.

MERRIT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Kendall: Hunt Publishing Company, 1986. 862p.

MORALES, J.M.; ELLNER, S.P. Scaling up animal movements in heterogeneous landscapes: the importance of behaviour. **Ecology**, v.83, p. 2240–2247, 2006.

MORAN, M.J. The timing and significance of sheltering and foraging behaviour of the predatory gastropod *Morula marginalba* Blainville (Muricidae). **J Exp Mar Biol Ecol.**, v.93, p.103–114, 1995

MORELISSSEN, B.; HARLEY, C. D. The effects of temperature on producers, consumers, and plant–herbivore interactions in an intertidal community. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 348, 162 - 173.2007.

NATHAN, R.; GETZ, W. M.; REVILLA, E.; HOLYOAK, M.; KADMON, R.; SALTZ, D.; SMOUSE, P. E. A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, v.105, n. 49, 19052–19059, 2008.

ORTEGA, S. Habitat segregation and temporal variation in some tropical intertidal populations. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 113, p.247–265, 1987.

PINCEBOURDE, S.; SANFORD, E.; HELMUTH, B. Body temperature during low tide alters the feeding performance of a top intertidal predator. **Limnology and Oceanography**, v. 53, n. 4, p. 1562-1573, 2008

RAFFAELLI, D.; HAWKINS, S. **Intertidal ecology**. 1. ed. London : Chapman and Hall, 1996. 356 p.

RESH, V.H.; ROSENBERG, D.M. **The ecology of aquatic insects**. 1. ed. New York: Praeger Publishers, 1984. 625 p.

SANFORD, E. Water temperature, predation, and the neglected role of physiological rate effects in rocky intertidal communities. **Comparative and Integrative Biology**, v.42, p. 881-891, 2002

SEBENS, K. P. Habitat structure and community dynamics in marine benthic systems. In: BELL, S.S. **Habitat structure**. Netherlands: Springer, 1991. p. 211-234

SOUZA, E. B.; AMBRIZZI, T. Pentad precipitation climatology over Brazil and the associated atmospheric mechanisms. **Climanálise**. 2003. Disponível em: <<http://cptec.inpe.br/products/cliamanalise/artigos/artcien2.shtml/>>. Acesso em: 15 Out 2014.

STAFFORD R.; DAVIES, M.S. Spatial patchiness of epilithic biofilm caused by refuge-inhabiting high shore gastropods. **Hydrobiologia**, v. 545, p. 279–287, 2005.

TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TILBORGER, K.; WICHAMANN, M. C.; SCHAWAGER, M.; JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **J Biogeogr**, v. 31, p. 79-92, 2004.

TILMAN D. Competition and biodiversity in spatially structured habitats. **Ecology** v. 75, p 2–16, 1994.

TILMAN, D. Causes, consequences and ethics of biodiversity. **Nature**, v.405, p. 208–211, 2000.

TRUEMAN, E.R. The control of burrowing and the migratory behavior of *Donax denticulatus* (Bivalvia: Tellinacea). **Jornaul of Zoology**, London, v. 165, p. 453-469, 1991.

UNDERWOOD, A.J.; CHAPMAN, M.G. Experimental analysis of the influences of topography of the substratum on movements and density of an intertidal snail, *Littorina unifasciata*. **J Exp Mar Biol Ecol**, v.134, p.175–196, 1986.

UNDERWOOD, A. J.; CHAPMAN, M.G. Multifactorial analyses of directions of movement of animals. **J Exp Mar Biol Ecol**, v. 91, p.17–43, 1985.

UNDERWOOD, A. J. Analysis of patterns of dispersion of intertidal prosobranch gastropods in relation to macroalgae and rock-pools. **Oecologia** (Berl.), v. 25, p. 145-154, 1976.

UNDERWOOD, A. J. **Experiments in ecology**: their logical design and Interpretation using analysis of variance. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 504 p.

UNDERWOOD, A. J.; MCFADYEN, K. E. Ecology of the intertidal snail, *Littorina acufispira* (Smith). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 66, p. 169-197, 1983.

UNDERWOOD, A.J. Movements of intertidal gastropods. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 26, p. 191-201, 1977.

UNDERWOOD, A.J. The ecology of intertidal gastropods. **Adv. Mar. Biol.**, v.16, p.111–210, 1979.

UNDERWOOD, A.J.; DENLEY, E.J. Paradigms, explanations and generalizations in models for the structure of intertidal communities on rocky shores. In: STRONG, D.R.; SIMBERLOFF, D. ; ABELE, LG.; THISTLE, AB. **Paradigms, explanations and generalizations in models for the structure of intertidal communities on rocky shores**. [S.l.:s.n.], 1984. p. 152-180.

UNDERWOOD, A.J. Petraitis. Structure of intertidal assemblages in different locations: how can local processes be compared? In: RICKLEFS, R.; SCHLUTER, D. (Eds.). **Species diversity in ecological communities**. Chicago: University of Chicago Press, 1993. p. 39–51.

UNDERWOOD, J. Experimental ecology of rocky intertidal habitats: what are we learning? **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 250, p.51-76, 2000.

VADAS, R.L.; BURROWNS, M.T.; HUGHES, R.N. Foraging strategies of dogwhelks, *Nucella lapillus* (L.): interacting effects of age, diet and chemical cues to the threat of predation. **Oecologia**, v.100, p.439–450, 1994.

WILLIAMS, G.A. Seasonal variation in algal richness and abundance in the presence of molluscan herbivores on a tropical rocky shore. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** v. 167, p. 261–275, 1993.