



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

---

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**RELAÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO PRIMÁRIA EPILÍTICA E  
A ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Neritina zebra* (Mollusca:  
Gastropoda) NA ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM-PA**

**TCC apresentado por:**

**DÉBORA DA SILVA SOUZA**

**Orientador: Prof. Dr. James Tony Lee (UFPA)**

---

**BELÉM**

**2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

---

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**RELAÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO PRIMÁRIA EPILÍTICA E  
A ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Neritina zebra* (Mollusca:  
Gastropoda) NA ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM-PA**

**TCC apresentado por:**

**DÉBORA DA SILVA SOUZA**

**Orientador: Prof. Dr. James Tony Lee (UFPA)**

---

**BELÉM**

**2018**

Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da  
Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a)

---

S719r Souza, Débora da Silva  
RELAÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO PRIMÁRIA EPILÍTICA E A ESTRUTURA  
POPULACIONAL  
DE *Neritina zebra* (Mollusca: Gastropoda) NA ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM-PA /  
Débora da Silva Souza. — 2018  
xii, 29 f. : il. color

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de Oceanografia, Instituto de  
Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.  
Orientação: Prof. Dr. James Tony Lee

1. Herbívoros. 2. Biofilme. 3. Recrutamento. 4. Clorofila-a. I. Lee, James Tony, *orient.* II.  
Título

CDD 577.786098115

---



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

**RELAÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO PRIMÁRIA EPILÍTICA E  
A ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Neritina zebra* (Mollusca:  
Gastropoda) NA ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM-PA**


TCC APRESENTADO POR:

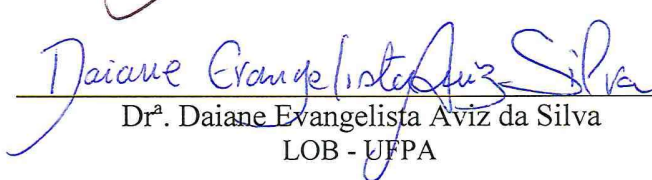
**DÉBORA DA SILVA SOUZA**

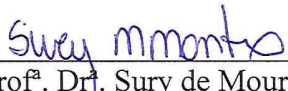
**Como requisito parcial à obtenção do Grau de bacharel em OCEANOGRAFIA**

Data de Aprovação: 12 / 07 / 2018

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. James Tony Lee – Orientador  
Orientador – UFPA

  
\_\_\_\_\_  
Dr.ª. Daiane Evangelista Aviz da Silva  
LOB - UFPA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Sury de Moura Monteiro  
IG - UFPA

*Dedico este TCC primeiramente a Deus pelo seu amor incondicional.*

*As minhas mães (Francisca e Lindalva) por ter me dado todo amor e por sempre ter acreditado em meu potencial.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ser fonte de amor inesgotável, motivação e força.

Ao professor James por estar ao meu lado desde o terceiro semestre da faculdade e pelos seus ensinamentos. Pelo se apoio, pelos puxões de orelhas e por todas as orientações ao longo dessa jornada, com toda certeza me ajudaram enormemente.

A minha mãe/avó Francisca pela qual tenho um amor imensurável e sempre me apoiou e me ajudou a enfretar os desafios da vida. Agradeço muito a Deus por ter me dado você como mãe, seu sonho se tornou realidade, hoje sua filha torna-se uma graduada graças a todo seu esforço em me ajudar.

A meu pai de coração Edilberto Santana por todo o apoio e confiança ao longo dessa jornada, muito obrigada por existir na minha vida e preencher o vazio no meu coração.

Ao laboratório de Oceanografia Química (LOB) e a professora Silvia Kawakami pela disponibilidade do laboratório e pelos equipamentos disponíveis para as análises.

Aos meus amigos de turma pela ajuda em campo e em laboratório: Luana Santos (minha migs), Leonardo Rodrigues, Lohan Baia, Gabriel Alves, Gabriel Souza (Suicy), Felipe Branco, Yago Negrão.

A minha mãe Lindalva por ter escolhido o melhor caminho pra mim quando criança, e pela sua extrema paciência e resiliência que me inspira fortemente.

A minha Sogra Marlúcia Ribeiro por ser minha terceira mãe.

Ao meu namorado Lucas Dimitre por me acompanhar ao longo desses cinco anos juntos por toda força, apoio e compreensão.

*“Seu cérebro seu maravilhoso cérebro, é capaz de se tornar cada vez mais inteligente, desenvolvendo cada vez mais habilidades e conhecimentos. Porém, o processo é lento e nada no mundo pode acelerá-lo”*

*Prof. Pierluigi Piazza*

## RESUMO

Os costões rochosos abrigam um grande número de espécies de importância econômica e ecológica. Neste ambiente, a alta produtividade no substrato confere uma condição apropriada para o assentamento de espécies bentônicas e a fixação de organismos sésseis. A produção primária é realizada pelo microfitobentos componente do biofilme epilítico. Este trabalho teve como objetivo avaliar a variação temporal densidade do gastrópode *Neritina zebra* e suas relações com a biomassa primária epilítica no substrato consolidado do entremarés das praias do Paraíso, Farol e Grande da Ilha de Mosqueiro-Pará. As amostragens ocorreram nos meses de maio e outubro de 2014 e 2017, correspondentes a meses do período chuvoso e seco, respectivamente. Foram estimadas as densidades de indivíduos recrutas, intermediários e adultos para medir a influência das diferentes classes de tamanho sobre a disponibilidade do biofilme. Para as amostras de densidade foram utilizados amostradores quadrados de 25 x 25 cm e feitas 10 réplicas em cada praia, e para as amostras destinadas a extração de clorofila-*a*, utilizada como uma medida indireta da biomassa primária, foram removidos fragmentos de rochas de aproximadamente 3 x 3 cm. A biomassa primária do substrato consolidado do entremarés da Ilha de Mosqueiro-PA apresenta maior produção do biofilme epilítico no período seco e está relacionado com as menores densidades de *Neritina zebra*. O recrutamento de indivíduos de *Neritina zebra* ocorre no período chuvoso e apresenta variação interanual. A relação da classe dos intermediários com a concentração de clorofila-*a* tem uma tendência negativa, ou seja, as maiores densidades dessa classe de tamanho estão associadas com as menores taxas de chl-*a*. Dessa forma, entender as relações entre as diferentes classes de tamanho sobre a produção primária é crucial para entender os mecanismos envolvidos no controle da população.

Palavras-chave: Recrutamento. Biofilme epilítico. Herbívoros. Clorofila- *a*.

## ABSTRACT

The rocky shores contain a large number of species of economic and ecological importance. In this environment, the high productivity in the substrate gives an appropriate condition for the settlement of benthic species and the fixation of sessile organisms. Primary production is performed by the microphytobenthic component of biofilm epilithic. The objective of this work was to evaluate the temporal variation of the *Neritina zebra* gastropod and its relationships with the primary epilithic biomass on the consolidated substrate of the beaches of Paraiso, Farol and Grande da Ilha de Mosqueiro-Pará. The samplings occurred in the months of May and October of 2014 and 2017, corresponding to months of the rainy and dry period, respectively. The densities of recruits, intermediates and adults were estimated to measure the influence of different size classes on biofilm availability. For the density samples, 25 x 25 cm square samplers were used and 10 replicates were made on each beach, and for the samples destined for chlorophyll-a extraction, used as an indirect measure of the primary production, fragments of rocks of approximately 3 x 3 cm. The biomass primary of the consolidated substrate of the Mosqueiro-PA intertidal shows higher production of the epilithic biofilm in the dry period and is related to the lower densities of *Neritina zebra*. The recruitment of individuals of *Neritina zebra* occurs in the rainy season and presents interannual variation. The relationship between the class of intermediates and the concentration of chlorophyll a has a negative tendency, ie, the higher densities of this class of size are associated with the lower rates of chl-a. Thus, understanding the relationships between different size classes over primary production is crucial to understanding the mechanisms involved in population control.

Keywords: Recruitment. Epilithic Biofilm. Herbivores. Chlorophyll a.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Exemplar de <i>Neritina zebra</i> com vis'ao geral da concha. ....	3
Figura 2- Mapa da área de estudo na Ilha de Mosqueiro-PA (Praia do Paraíso, Praia do Farol e Praia Grande). ....	6
Figura 3- Substrato consolidado da Praia do paraíso (A- Paraíso Oeste; B- Paraíso Leste).....	7
Figura 4- Substrato consolidado da Praia do Farol (A- Farol Oeste; B- Farol Leste).....	7
Figura 5-Substrato consolidado da Praia Grande (A- ano de 2014; B- ano de 2017).....	8
Figura 6- Desenho amostral utilizado na coleta em campo. R= réplica.....	8
Figura 7-Coleta de campo (A- Retirada do fragmento de rocha, B- quadrado usado na determinação da densidade de <i>Neritina zebra</i> ).....	9
Figura 8- Equipamentos usados em laboratório (A- Centrifuga utilizado para homogeneização das amostras; B-Espectrofotômetro usado para medir absorbâncias dos extratos). 9	
Figura 9- Concentração média de clorofila- <i>a</i> ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) ( $\pm$ erro padrão) por ano de coleta, por período e praia. ....	12
Figura 10- Concentração média de clorofila- <i>a</i> ( $\pm$ erro padrão) nas praias estudadas no ano de 2014. ....	13
Figura 11- Concentração média de clorofila- <i>a</i> ( $\pm$ erro padrão) nas praias estudadas no ano de 2017. ....	13
Figura 12- Densidade média ( $\pm$ erro padrão) de recrutas de <i>Neritina zebra</i> por ano de coleta, por período e praia na Ilha de Mosqueiro-PA. ....	14
Figura 13- Densidade média ( $\pm$ erro padrão) de intermediários de <i>Neritina zebra</i> por ano de	

coleta, por período e praia na Ilha de Mosqueiro-PA. ....	15
Figura 14- Densidade média de indivíduos intermediários ( $\pm$ erro padrão) nas praias estudadas no ano de 2014. ....	16
Figura 15- Densidade média de indivíduos intermediários ( $\pm$ erro padrão) nas praias estudadas no ano de 2017. ....	16
Figura 16- Densidade média ( $\pm$ erro padrão) de adultos de <i>Neritina zebra</i> por ano de coleta, por período e praia na Ilha de Mosqueiro-PA. ....	17
Figura 17- Densidade média de indivíduos adultos ( $\pm$ erro padrão) nas praias estudadas no ano de 2014. ....	18
Figura 18- Densidade média de indivíduos adultos ( $\pm$ erro padrão) nas praias estudadas no ano de 2017. ....	18
Figura 19- Regressão não-linear ajustada a equação potencial para a densidade de recrutas em relação a biomassa primária. ....	19
Figura 20- Regressão não-linear ajustada a equação potencial para a densidade de intermediários em relação a biomassa primária. ....	19
Figura 21- Regressão não-linear ajustada a equação potencial para a densidade de adultos em relação a biomassa primária. ....	20

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Resultado da ANOVA para a concentração de clorofila- <i>a</i> . Q. M= quadrados médios, G. L= graus de liberdade.....	12
Tabela 2- Resultado da ANOVA para a densidade de recrutas. QM= quadrados médios, G. L= graus de liberdade.....	14
Tabela 3- Resultado da ANOVA para a densidade de intermediários. QM= quadrados médios, G. L= graus de liberdade. ....	15
Tabela 4- Resultado da ANOVA para a densidade de adultos. QM= quadrados médios, G. L= graus de liberdade.....	17

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	vi
<b>RESUMO</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	x
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	4
2.1- OBJETIVO GERAL .....	4
2.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	5
3.1 ÁREA DE ESTUDO .....	5
3.2- DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	6
3.3- DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA EPILÍTICA .....	8
3.4- ANÁLISE LABORATORIAL.....	9
3.5- DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE <i>Neritina zebra</i> .....	10
3.6- ANÁLISE DE DADOS.....	10
<b>4 RESULTADOS</b> .....	12
4.1- BIOMASSA PRIMÁRIA EPILÍTICA .....	12
4.2- DENSIDADE DE RECRUTAS.....	14
4.3- DENSIDADE DE INTERMEDIÁRIOS.....	15
4.4- DENSIDADE DE ADULTOS .....	17
4.5- RELAÇÃO ENTRE A DENSIDADE DE <i>Neritina Zebra</i> E BIOMASSA PRIMÁRIA .	19
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	21
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	26
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	27

## 1 INTRODUÇÃO

Os costões rochosos são ambientes formados por substratos consolidados, fragmentos ou afloramentos rochosos (Coutinho & Zalmon 2009). Os principais fatores ambientais que limitam a sobrevivência nesse ambiente são a temperatura, a salinidade, grau de exposição às ondas e disponibilidade alimentar (Menge 2000). As costas rochosas abrigam um grande número de espécies de importância econômica e ecológica e conferem uma superfície apropriada para o assentamento de espécies bentônicas devido à alta produtividade do substrato (Thompson *et al.* 2004). A elevada produtividade primária faz deste substrato um local de alimentação e reprodução de diversas espécies, que por sua vez, estimulam a competição por espaço e alimento (Coutinho & Zalmon 2009).

Nas costas rochosas, a produção primária é realizada pelo microfitobentos, que forma o biofilme que cresce sobre o substrato consolidado e fornece alimento para os herbívoros, e por isso, apresenta-se como um componente funcional essencial das comunidades bentônicas (Thompson *et al.* 2004). O biofilme é uma formação ecológica que agrupa vários organismos, principalmente os fotossintéticos, isto é, cianobactérias e algas (por exemplo, euglenofíceas, diatomáceas, algas verdes, etc.), que crescem em vários substratos em ambientes aquáticos pouco profundos (Pniewski *et al.* 2015; Jackson *et al.* 2010).

A distribuição do biofilme apresenta heterogeneidade espacial e temporal nas costas rochosas, e formam manchas na região do entremarés que tendem a deixar de existir no momento em que as condições “ótimas” desaparecem (Park *et al.* 2011). A ocorrência do biofilme pode ser influenciada por fatores químicos (disponibilidade de nutrientes) (Mayer-Pinto *et al.* 2011), físicos (influência de ciclos de maré, ondas, radiação luminosa incidente, chuvas e ventos) (Christofolletti *et al.* 2011; Juneau *et al.* 2015) e biológicos (presença de herbívoros, predação e competição) (Alberti *et al.* 2010; Ellrich *et al.* 2015). A distribuição do biofilme pode ser ainda fortemente afetada por atividades humanas, principalmente quando há eutrofização das praias (Thompson *et al.* 2004).

O biofilme é importante para a seleção de habitat além de ser o principal recurso alimentar para uma variedade de animais (Thompson *et al.* 2005; Firstater *et al.* 2012), além do mais, proporciona uma superfície ideal para o assentamento e recrutamento de indivíduos (Mayer-Pinto *et al.* 2011). O recrutamento é um processo chave que afeta a dinâmica populacional de diversos organismos. Muitos invertebrados marinhos têm um ciclo de vida complexo que inclui uma dispersão pelágica de larvas, essa fase termina em assentamento, e

consiste no momento em que as larvas entram em contato com o substrato e se fixam, e uma fase adulta bentônica. (Ellrich *et al.* 2015). Desse modo, o recrutamento bentônico refere-se ao assentamento e sobrevivência de indivíduos no substrato, implicando no seu hábito de vida (Hunt & Scheibling 1997).

O biofilme proporciona um sistema pelo qual se pode investigar os controles biológicos *bottom-up* e *top-down* que controlam a estrutura da comunidade do entremarés. O controle *bottom-up* está relacionado com a dependência da comunidade nos níveis tróficos inferiores (produção primária e disponibilidade de nutrientes), enquanto o controle *top-down* está relacionado com a dependência dos níveis tróficos inferiores em relação aos superiores (Menge 2000; Halen *et al.* 2013). Menge (2000) conclui que em costões rochosos os efeitos *bottom-up* e *top-down* em alguns casos podem estar intimamente ligados. Os locais com menores concentrações de nutrientes tiveram o efeito mais forte *top-down* de lapas sobre a abundância de algas. O sistema em que está inserido o local de estudo fornece subsídios e podem ter efeitos na estrutura e funcionamento da comunidade dos sistemas ecológicos.

Os consumidores primários apresentam um papel fundamental na estrutura da comunidade e em processos do ecossistêmicos (Meleder *et al.*, 2018). A relação entre os produtores primários e os consumidores é de fundamental importância por apresentar influência na biomassa (Thompson *et al.*, 2004). Os ecossistemas que apresentam maior biomassa de herbívoros apresentam maior consumo da produtividade primária, diminuindo, conseqüentemente, a biomassa de produtores (Paine 2002).

O filo Mollusca é o segundo maior do reino Animal e é presente em ambientes marinhos, terrestres e de água doce (Ruppert & Barnes 2005). Esse filo Mollusca é composto por oito classes reconhecidas (Aplacophora, Caudofoveata, Polyplacophora, Monoplacophora, Bivalvia, Scaphopoda, Cephalopoda e Gastropoda) (Ponder & Lindberg 1997). A classe Gastropoda é o maior do grupo Mollusca e conseguiu obter sucesso em colonizar vários habitats terrestres e aquáticos (Ponder & Lindberg 1997). A família Neritidae da classe Gastropoda é caracterizada pela concha cônica, opérculo calcário, rádula rhipidoglossa (Rios, 1994). A família Neritidae na região do Brasil é representada por cinco espécies *Nerita tessellata* (Gmelin, 1791), *Nerita ascensionis* (Gmelin, 1791), *Nerita fulgurans* (Gmelin, 1791), *Neritina virginea* (Linnaeus, 1758) e *Neritina zebra* (Bruguière, 1792) (Rios, 1994).



Figura 1- Exemplar de *Neritina zebra* com vis'ao geral da concha.

Fonte: Barroso 2009

*Neritina zebra* é uma espécie que desenvolveu adaptações para sobreviver aos períodos de emersão e submersão do entremarés (Figura 1). Tal adaptação está relacionada principalmente por esses organismos apresentarem opérculo calcário, que ao se fechar fortemente consegue armazenar água, e assim, sobreviver nesse ambiente nos períodos de imersão e submersão (Fernandes *et al.* 1995).

Borges (2010) ao estudar a distribuição de *Neritina zebra* ao longo da região do entremarés das ilhas de Mosqueiro nas praias Caruará e Paraíso observou padrões de distribuição distintos. Na praia de Caruará a distribuição de juvenis foi maior no infralitoral do entremarés, enquanto no Paraíso estes foram mais abundantes na médiolitoral. A autora sugere que esse padrão de distribuição pode estar relacionado com a disponibilidade de alimento e predação, caracterizando os principais fatores de zonação dessa espécie nas costas rochosas. Entretanto é possível observar que o padrão de distribuição dessa espécie ocorre principalmente na médiolitoral (Cunha. 2012). Além disso, Borges (2010) encontrou forte influência da sazonalidade na distribuição da espécie nas praias estudadas.

As espécies de *Neritina zebra* são herbívoros e detritívoros que apresenta função importante na estruturação da comunidade microalgal em que habitam (Barroso 2009), dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar a variação temporal da densidade do gastrópode *Neritina zebra* e suas relações com a biomassa primária epílitica do substrato consolidado do entremarés de praias estuarinas da Ilha de Mosqueiro–Pará.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a variação temporal da densidade do gastrópode *Neritina zebra* e suas relações com a biomassa primária epilítica no substrato consolidado do entremarés das praias do Paraíso, Farol e Grande, Ilha de Mosqueiro-Pará.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a concentração de clorofila-*a* presente no biofilme como uma estimativa da biomassa primária no substrato rochoso da Ilha de Mosqueiro-PA.
- Determinar a densidade dos indivíduos recrutas, intermediários e adultos de *Neritina zebra* nas praias Ilha de Mosqueiro-PA.
- Avaliar a relação interanual de concentração de clorofila-*a* e densidade indivíduos recrutas, intermediários e adultos de *Neritina zebra* nas praias Ilha de Mosqueiro-PA.
- Avaliar a relação entre a densidade dos diferentes classes de tamanho de *Neritina zebra* e a biomassa primária .

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A Ilha de Mosqueiro está situada a noroeste do Estado do Pará, com superfície aproximada de 220 km<sup>2</sup>, é a maior das 39 ilhas que, juntamente com a área continental, compõem o município de Belém, capital do Estado do Pará, distante à 79 Km de Belém (Figura 2). A ilha está situada na microrregião Guajarina em um ambiente estuarino com influências marinhas, possuindo 17 km de praias de água doce (El-Robrini 2001). A Ilha de Mosqueiro está situada entre as 01° 04' a 01° 14' de latitude sul e 48° 19' a 48° 29' de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 15 metros acima do nível do mar, possui 220 km<sup>2</sup> de extensão e localiza-se a uma distância de 70 km da capital Belém (Costa *et al.* 2004).

A região apresenta influência de meso-maré semi-diurna, com amplitudes de até 3,6 metros e ondas de baixa energia (El-Robrini 2001). O clima da região é quente e úmido e apresenta gradientes de temperatura muito pequenos, com temperatura anual média de 25,9 °C, com máxima de 31,4°C e mínima de 21,9 °C. A média anual da umidade relativa do ar é de 84%, sendo a precipitação pluviométrica de 2.900 mm (site CPTEC/INPE). Apresenta um período menos chuvoso (denominado de seco) entre os meses de junho à novembro e outro período chuvoso entre os meses de dezembro à maio (El-Robrini 2001).

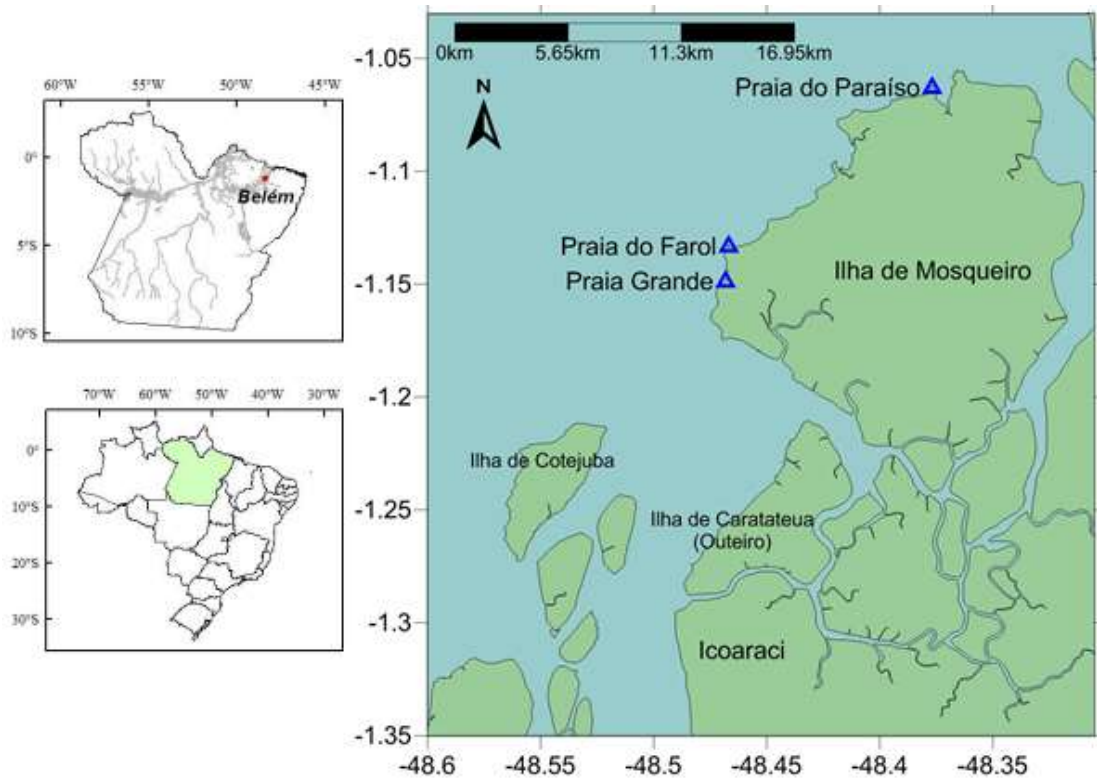


Figura 2- Mapa da área de estudo na Ilha de Mosqueiro-PA (Praia do Paraíso, Praia do Farol e Praia Grande).

### 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

As amostragens ocorreram no substrato consolidado da Ilha de Mosqueiro nos meses de maio e outubro, correspondentes a meses do período chuvoso e seco respectivamente, nos anos de 2014 e 2017. Neste estudo foram avaliadas três praias: do Paraíso, do Farol e Grande (Figura 6).

A praia do Paraíso (S 1° 3' 46.56.24" W 48° 22' 36.75) foi dividida em Leste e Oeste devido a extensão da costa rochosa (Figura 3). É a praia que menor tem interferência humana, pois em sua localização não ocorre uma ocupação humana intensa. O substrato dessa praia apresenta rochas heterogêneas o que proporciona diferentes microhabitats ao longo de sua distribuição (Figura 3).



Figura 3- Substrato consolidado da Praia do paraíso (A- Paraíso Oeste; B- Paraíso Leste)

A praia do Farol (S 1° 7' 59.988" W 48° 28' 0.696") é a praia que apresenta maior influência urbana dentre todas as praias, pois ao longo de sua extensão ocorre ocupação humana, e recebe um grande número de banhistas durante o período de veraneio. Apresenta substrato heterogêneo (Figura 4).



Figura 4- Substrato consolidado da Praia do Farol (A- Farol Oeste; B- Farol Leste)

A praia Grande (S 1° 8' 55.5612" W 48° 28' 5.6712") não tem a presença frequente de banhista em sua extensão, e é possível observar um aumento do grau de erosão ao longo dos anos de coleta que provocou ao longo de sua costa uma diminuição da heterogeneidade do substrato, tornando-o mais homogêneo entre os anos de coleta (Figura 5).



Figura 5-Substrato consolidado da Praia Grande (A- ano de 2014; B- ano de 2017)

Em cada praia foram retiradas 10 réplicas aleatórias de fragmento de rocha para obtenção da biomassa primária na região do médiolitoral e 10 réplicas de contagem de indivíduos de *Neritina zebra*, correspondentes a cada fragmento de rocha (Figura 6).

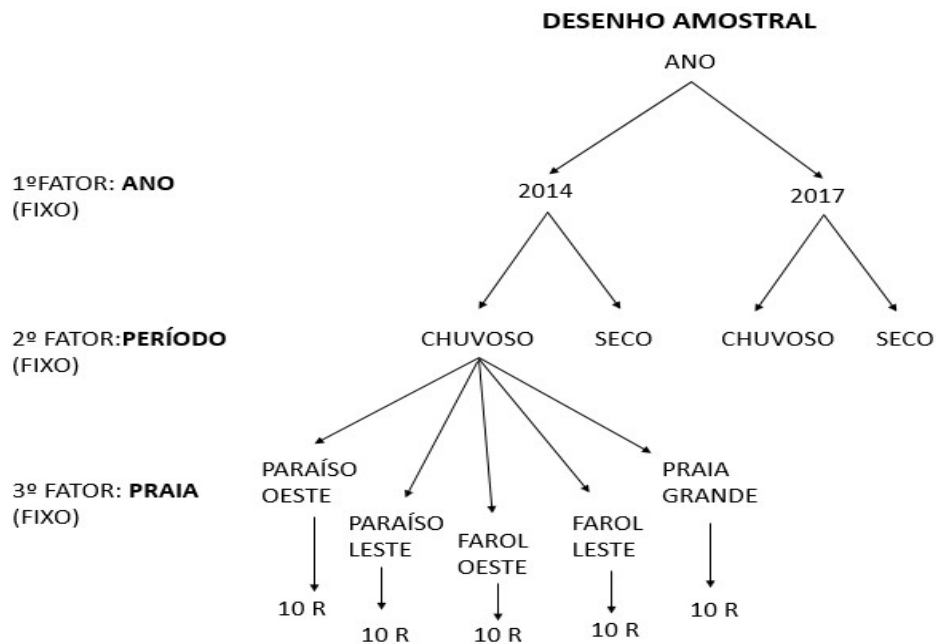


Figura 6- Desenho amostral utilizado na coleta em campo. R= réplica.

### 3.3 DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA EPILÍTICA

Para estimar a biomassa epilítica foi medida a concentração de clorofila- *a* (chl-*a*) no biofilme, a qual é comumente utilizada como uma medida indireta da abundância e da produtividade de microalgas (Underwood 1979). Um total de 10 réplicas foram retirados da costa rochosa da ilha com ajuda de um martelo e uma talhadeira (Figura 7A), no qual, retirava-se um pedaço da rocha de aproximadamente 3 cmx3 cm, os fragmentos de rochas apresentavam rugosidade uniforme e não colonizados por macroalgas ou cracas (Figura 7B).

Assim que coletados as amostras eram embrulhadas com papel alumínio, a fim de evitar a fotodegradação da clorofila, posteriormente as amostras foram mantidas congeladas até a posterior análise laboratorial.

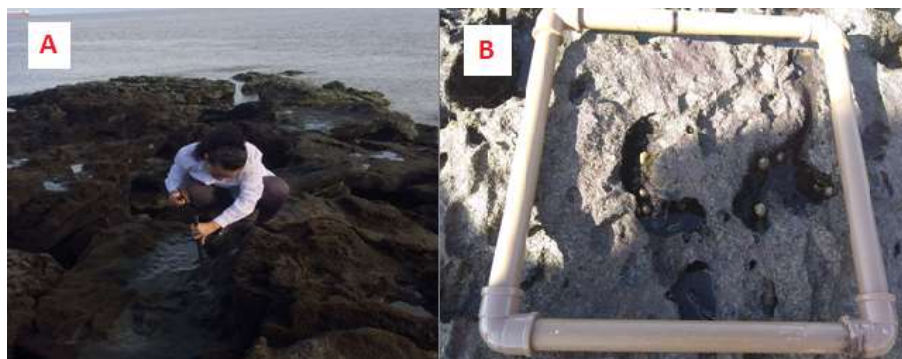


Figura 7-Coleta de campo (A- Retirada do fragmento de rocha, B- quadrado usado na determinação da densidade de *Neritina zebra*).

### 3.4 ANÁLISE LABORATORIAL

A Clorofila extraída a partir de fragmentos de rochas foi considerada uma estimativa indireta da biomassa e para a extração de clorofila-*a* foi utilizado o método de Thompson *et al.* (1999). Os fragmentos de rochas congelados foram reidratados por 30 minutos com água destilada e posterior a extração em etanol à 90%, que mostrou ser mais eficiente em comparação com a acetona (Nagarkar & Williams 1997). A fim de minimizar a interferência de partículas em suspensão na leitura da absorbância as amostras são centrifugadas durante 10 minutos (Figura 8A).

As leituras das absorbâncias foram feitas no espectrofotômetro para os comprimentos de onda de 665 nm e 750 nm (Figura 8B). Para a obtenção da área das amostras, as rochas foram envolvidas em papel para a obtenção dos moldes de suas áreas superficiais, e suas áreas calculadas pelo software Image J.



Figura 8- Equipamentos usados em laboratório (A- Centrifuga utilizado para homogeneização das amostras; B- Espectrofotômetro usado para medir absorbâncias dos extratos).

Para a obtenção da concentração de clorofila por unidade de área foi utilizada a fórmula proposta por Thompson *et al.* (1999):

$$\text{Concentração de clorofila } \mu\text{g cm}^{-2} = \frac{12,2 \times A_{\text{net}} \times v}{d \times a}$$

Onde:

12,2 = constante do etanol;

$A_{\text{net}}$  = absorvância total (665 nm -750 nm);

v= volume de solvente adicionado a cada amostra;

d= comprimento no qual a luz passa através da cubeta (path length of cell);

a= área superficial da amostra.

### 3.5 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE *Neritina zebra*

Para as estimativas de densidade de indivíduos foram feitas réplicas aleatórias em cada praia utilizando um delimitador amostral quadrado de 25 cm x 25 cm (Figura 7B). A densidade de indivíduos foi registrada em áreas próximas do qual foram coletados os fragmentos de rocha para medição de clorofila-*a*. Para a avaliação do efeito da densidade de *N. zebra* nas diferentes classes de tamanho sobre a disponibilidade de biofilme, todos os indivíduos foram contabilizados, medidos (altura da concha) e classificados em:

- Recrutas (indivíduos com altura total da concha  $\leq 6$  mm);
- Juvenis ou intermediários (altura total da concha  $> 6$  mm e  $< 12$  mm);
- Adultos (indivíduos com altura total da concha  $\geq 12$  mm);

### 3.6 ANÁLISE DE DADOS

A concentração de clorofila-*a* (expressa  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) foi analisada através de uma ANOVA de 3 fatores fixos: Ano (i), Período (ii) e Praia (iii). Os dados de concentração foram transformados por logaritmo neperiano ( $X+1$ ), uma vez que o teste de homocedasticidade de Cochran foi significativo ( $p < 0,05$ ). As densidades de *Neritina zebra* foram expressas em ( $\text{ind.}/\text{m}^2$ ) e analisadas através de uma ANOVA de três vias, considerando os fatores fixos: Ano (i), Período (ii) e Praia (iii). Os dados de densidade foram transformados por logaritmo neperiano ( $X+1$ ) uma vez que o teste de homocedasticidade de Cochran foi significativo ( $p < 0,05$ ).

A Análise de variância e o teste *a posteriori*, Student-Newman-Keuls (SNK), utilizados nas análises foram realizados através do programa estatístico WinGMAV5 (Underwood & Chapman 1997). Para verificar a relação da densidade de indivíduos das diferentes classes de

tamanho sobre a disponibilidade de biofilme foi realizado análises de regressão ajustada a função potência com o auxílio do software BioStat 5.0 (Ayres *et al.* 2007).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 BIOMASSA PRIMÁRIA EPILÍTICA

A concentração de clorofila-*a* variou com o ano, período e praia de acordo com a ANOVA (Tabela 1). A biomassa foi maior no ano de 2014, independente do período e da praia, e o período seco foi o que teve a maior concentração de clorofila-*a*, independente do ano e da praia ( $p < 0,05$ ) (Figura 9).

Tabela 1- Resultado da ANOVA para a concentração de clorofila- *a*. Q. M= quadrados médios, G. L= graus de liberdade.

FATOR	G. L	Q. M	F	P
<b>ANO</b>	1	10,4404	64,91	<b>0,0000</b>
<b>PERÍODO</b>	1	9,2307	57,39	<b>0,0000</b>
<b>PRAIA</b>	4	1,5528	9,65	<b>0,0000</b>
<b>ANOXPERÍODO</b>	1	0,0071	0,04	0,8337
<b>ANOXPRAIA</b>	4	0,3944	2,45	<b>0,0477</b>
<b>PERIODOXPRAIA</b>	4	0,0866	0,54	0,7077
<b>ANOXPERIODOXPRAIA</b>	4	0,4024	2,50	<b>0,0441</b>
<b>RESÍDUO</b>	180	0,1609		
<b>TOTAL</b>	199			

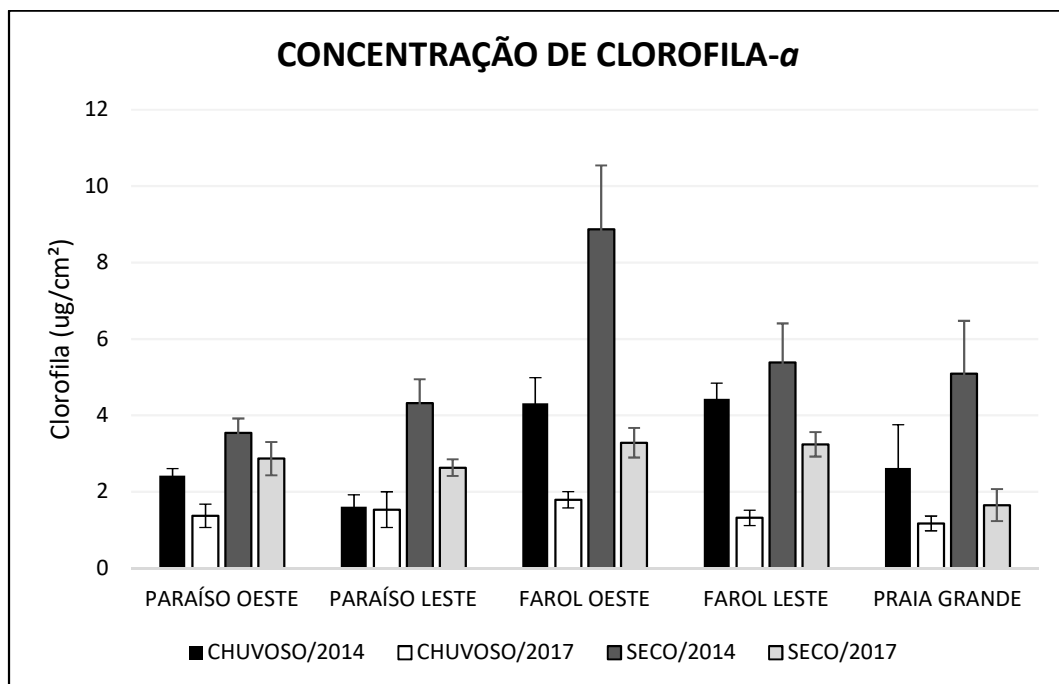


Figura 9- Concentração média de clorofila- *a* ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) ( $\pm$  erro padrão) por ano de coleta, por período e praia.

Ao analisar a biomassa nas praias temos que a maior concentração de clorofila-*a* foi

encontrada nas praias Farol Oeste e Farol Leste, no ano de 2014, no período chuvoso, enquanto, no período seco a praia Farol Oeste obteve a maior concentração de clorofila-*a* ( $p < 0,05$ ) (

Figura 10).

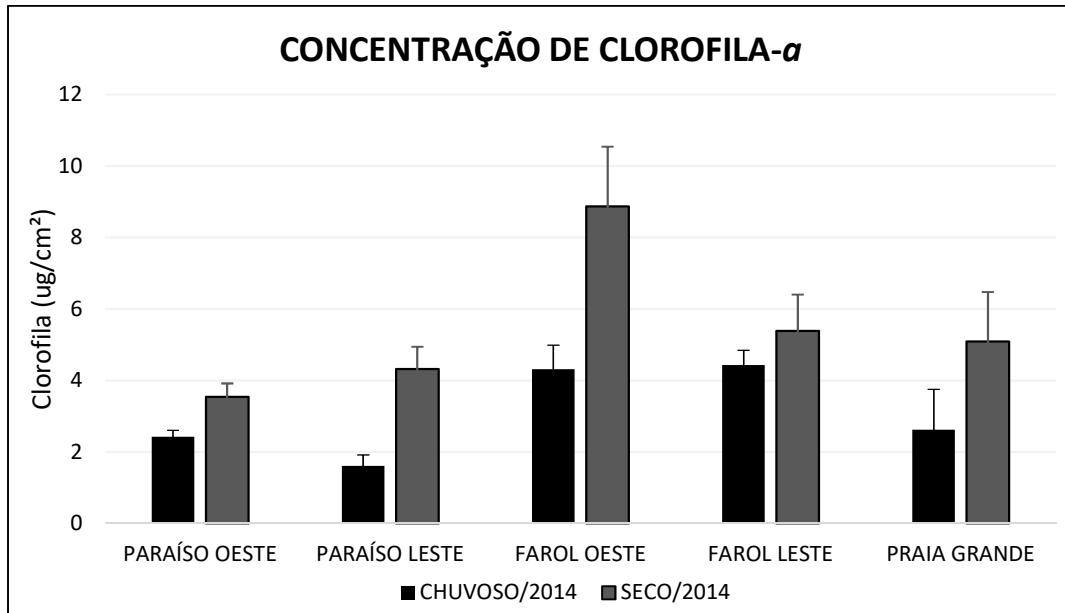


Figura 10- Concentração média de clorofila-*a* (± erro padrão) nas praias estudadas no ano de 2014.

No ano de 2017, não houve diferença significativa na biomassa encontrada entre as praias no período chuvoso, entretanto, a praia Grande obteve a menor biomassa no período seco ( $p < 0,01$ ) (Figura 11).

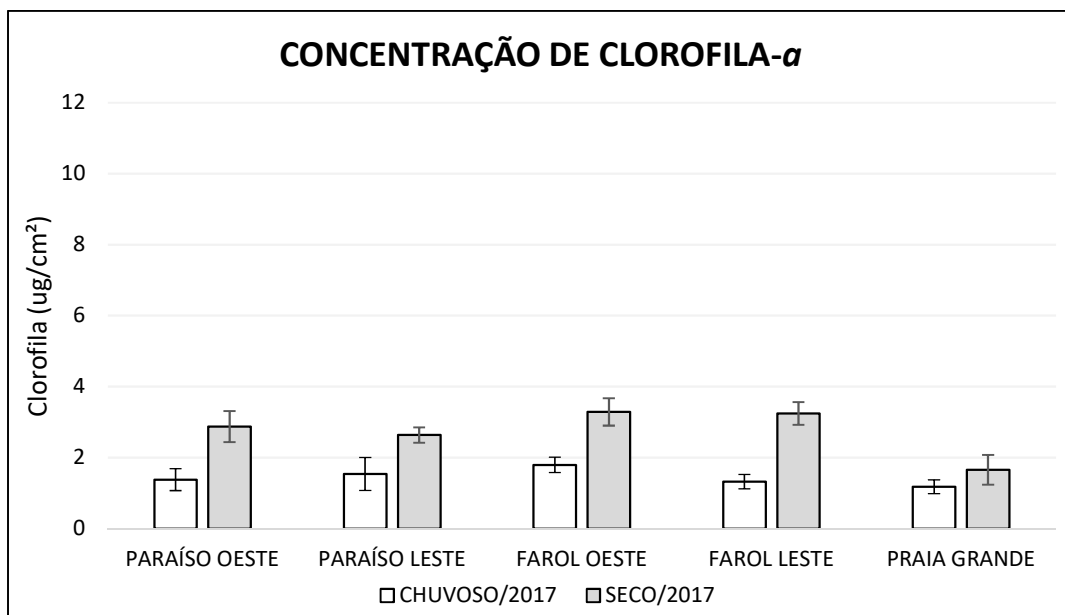


Figura 11- Concentração média de clorofila-*a* (± erro padrão) nas praias estudadas no ano de 2017.

## 4.2 DENSIDADE DE RECRUTAS

A densidade de recrutas variou de acordo com o ano, período de coleta e praia (Tabela 2). A densidade de recrutas foi maior no ano de 2017 e maior no período chuvoso em ambos os anos de coleta independente do ano e da localidade ( $p < 0,05$ ). A densidade de recrutas da praia Farol Leste no período seco foi a menor dentre as praias ( $p < 0,05$ ) (Figura 12).

Tabela 2- Resultado da ANOVA para a densidade de recrutas. QM= quadrados médios, G. L= graus de liberdade.

FATOR	G. L	Q. M	F	P
ANO	1	64,9329	59,65	<b>0,0000</b>
PERÍODO	1	120,3313	110,54	<b>0,0000</b>
PRAIA	4	2,2897	2,10	0.0822
ANOXPERÍODO	1	52,8151	48,18	<b>0.0000</b>
ANOXPRAIA	4	2,8151	2,59	<b>0.0386</b>
PERIODOXPRAIA	4	2,8071	2,58	<b>0,0390</b>
ANOXPERIODOXPRAIA	4	0,2746	0,25	0.9080
RESÍDUO	180	1,0886		
TOTAL	199			

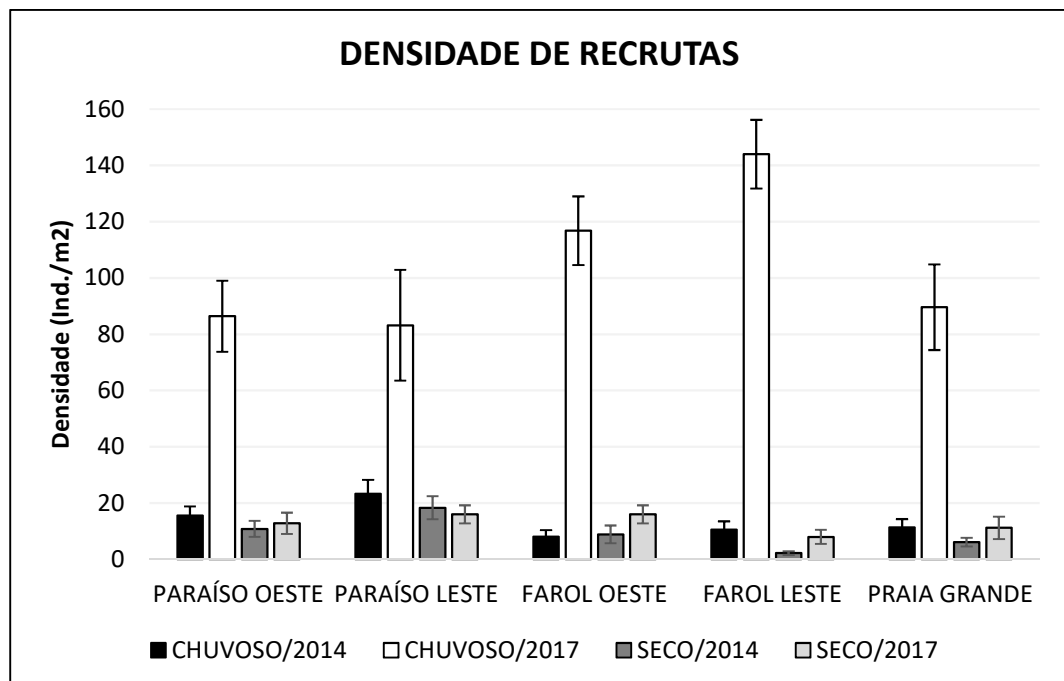


Figura 12- Densidade média ( $\pm$  erro padrão) de recrutas de *Neritina zebra* por ano de coleta, por período e praia na Ilha de Mosqueiro-PA.

### 4.3 DENSIDADE DE INTERMEDIÁRIOS

A densidade de organismos de tamanhos intermediários variou significativamente entre os anos, praias e períodos de coleta (Tabela 3). A densidade de intermediários de *Neritina zebra* foi maior no ano de 2017 independente do período ( $p < 0,05$ ) (Figura 13).

Tabela 3- Resultado da ANOVA para a densidade de intermediários. QM= quadrados médios, G. L= graus de liberdade.

FATOR	G. L	Q. M	F	P
ANO	1	30,6583	37,50	<b>0,0000</b>
PERÍODO	1	5,2746	6,45	<b>0,0119</b>
PRAIA	4	6,3712	7,79	<b>0,0000</b>
ANOXPERÍODO	1	18,5615	22,70	<b>0,0000</b>
ANOXPRAIA	4	0,5306	0,65	0,6284
PERIODOXPRAIA	4	0,8508	1,04	0,3877
ANOXPERIODOXPRAIA	4	1,5544	1,90	0,1122
RESÍDUO	180	0,8177		
TOTAL	199			

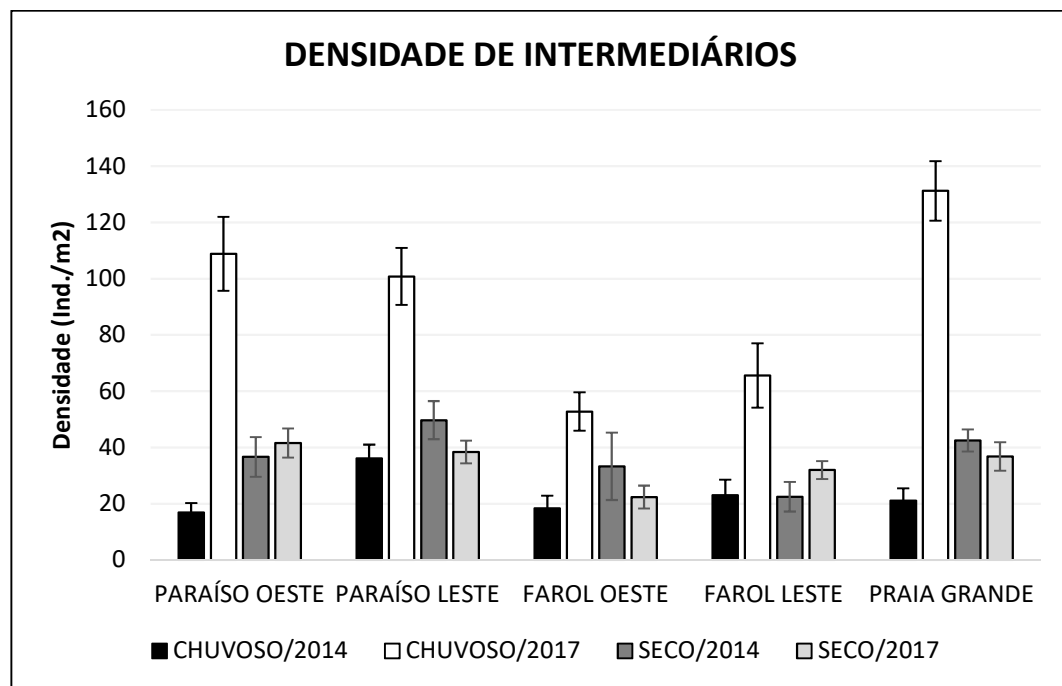


Figura 13- Densidade média ( $\pm$  erro padrão) de intermediários de *Neritina zebra* por ano de coleta, por período e praia na Ilha de Mosqueiro-PA.

A densidade de intermediários no ano de 2014, foi maior no período seco ( $p < 0,05$ ) (Figura 14).

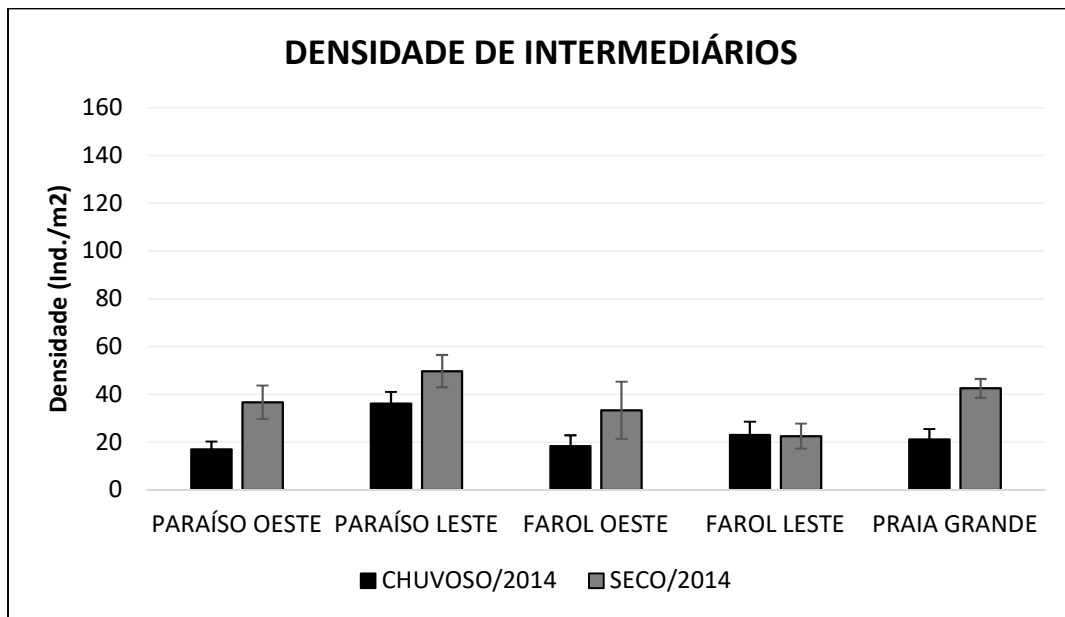


Figura 14- Densidade média de indivíduos intermediários ( $\pm$  erro padrão) nas praias estudadas no ano de 2014.

A densidade de intermediários no ano de 2017, foi maior no período chuvoso. A praia Farol Oeste teve a menor densidade de indivíduos intermediários ( $p < 0,05$ ) (Figura 15).

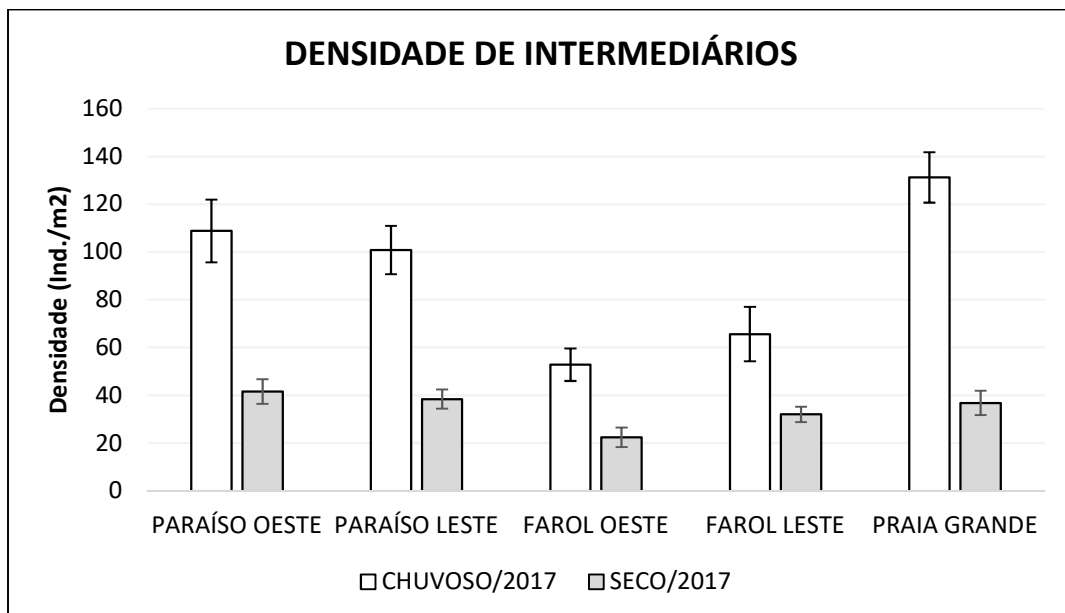


Figura 15- Densidade média de indivíduos intermediários ( $\pm$  erro padrão) nas praias estudadas no ano de 2017.

#### 4.4 DENSIDADE DE ADULTOS

A densidade de adultos variou de acordo com o ano, período de coleta e entre as praias analisadas segundo a ANOVA (Tabela 4). O período seco é significativamente maior que o período chuvoso independente do ano de coleta ( $p < 0,05$ ) (Figura 16).

Tabela 4- Resultado da ANOVA para a densidade de adultos. QM= quadrados médios, G. L= graus de liberdade.

FATOR	G. L	Q. M	F	P
ANO	1	0,0214	0,02	0,8889
PERÍODO	1	23,5288	21,50	<b>0,0000</b>
PRAIA	4	16,8995	15,44	<b>0,0000</b>
ANOXPERÍODO	1	7,7074	7,04	<b>0,0087</b>
ANOXPRAIA	4	2,4011	2,19	0,0715
PERIODOXPRAIA	4	1,1616	1,06	0,3772
ANOXPERIODOXPRAIA	4	7,3489	6,71	<b>0,0000</b>
RESÍDUO	180	1,0945		
TOTAL	199			

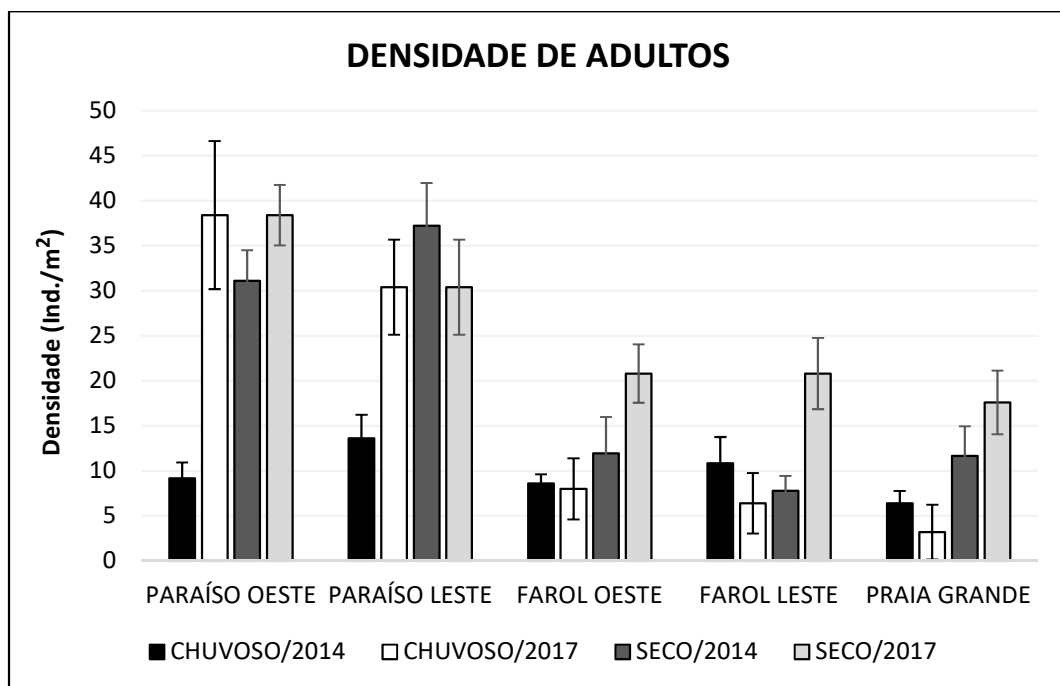


Figura 16- Densidade média ( $\pm$  erro padrão) de adultos de *Neritina zebra* por ano de coleta, por período e praia na Ilha de Mosqueiro-PA.

A densidade de adultos é maior nas praias Paraíso Oeste e Paraíso Leste no período seco de 2014 ( $p < 0,05$ ), enquanto no período chuvoso de 2014 não obteve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) (Figura 17).

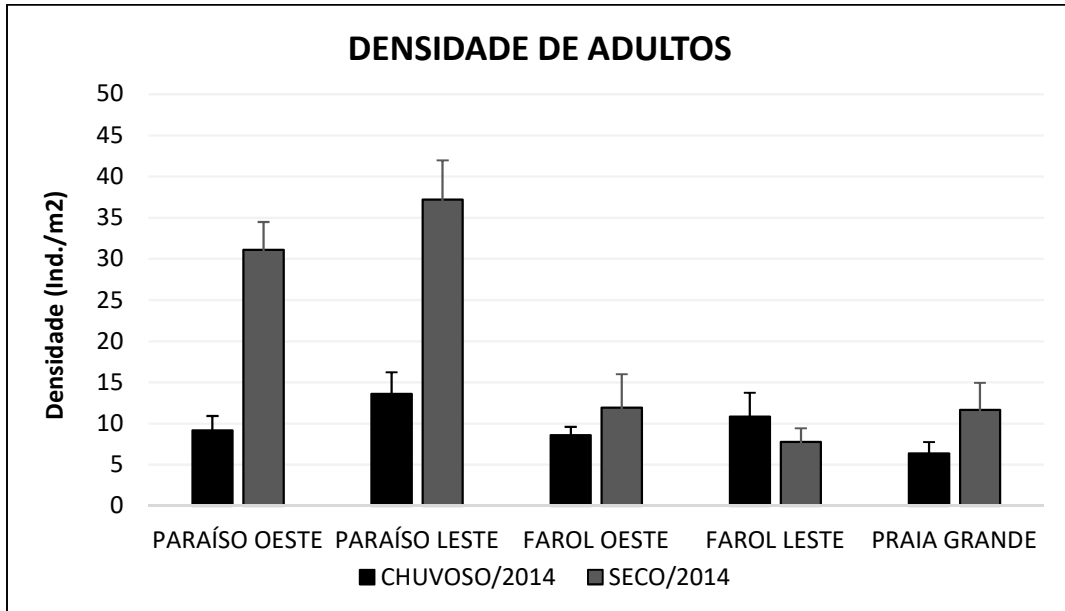


Figura 17- Densidade média de indivíduos adultos ( $\pm$  erro padrão) nas praias estudadas no ano de 2014.

A densidade de adultos nas praias P.O e P.L. é maior no período chuvoso de 2017 ( $p < 0,05$ ), enquanto no período seco não houve significância ( $p > 0,05$ ) (Figura 18).

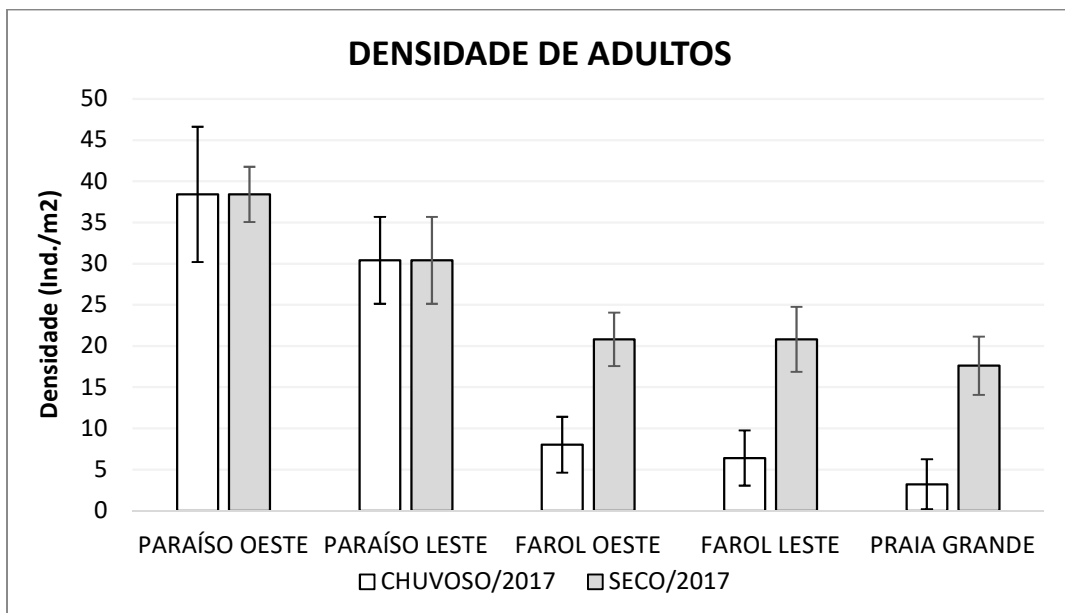


Figura 18- Densidade média de indivíduos adultos ( $\pm$  erro padrão) nas praias estudadas no ano de 2017.

#### 4.5 RELAÇÃO ENTRE A DENSIDADE DE *Neritina Zebra* E BIOMASSA PRIMÁRIA

A regressão não-linear ajustada a equação potência para as densidades das três classes de tamanho em relação a concentração de clorofila-*a*, não foi significativa ( $p > 0,05$ ). Porém as regressões do ano de 2014 dos intermediários em outubro ( $R^2 = 0,4816$ ;  $p = 0,0722$ ) (Figura 20), e a regressão de dos intermediários no período chuvoso do ano de 2017 ( $R^2 = 0,4919$ ;  $p = 0,1145$ ) (Figura 20) indica uma possível relação entre esse grupo etário e a biomassa primária.

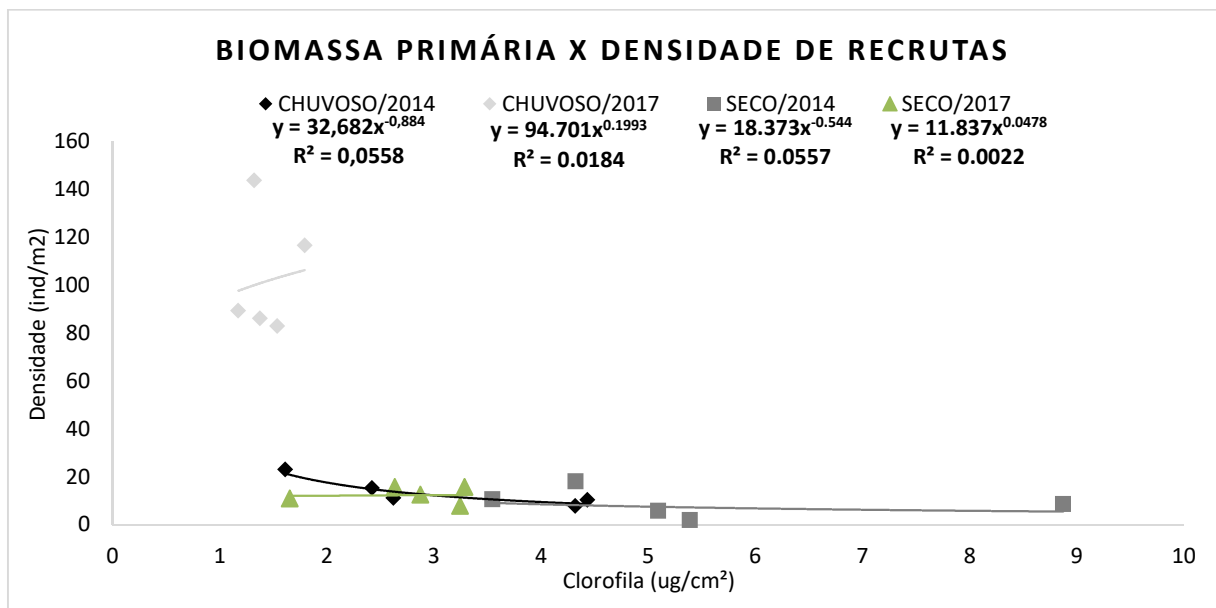


Figura 19- Regressão não-linear ajustada a equação potencial para a densidade de recrutas em relação a biomassa primária.

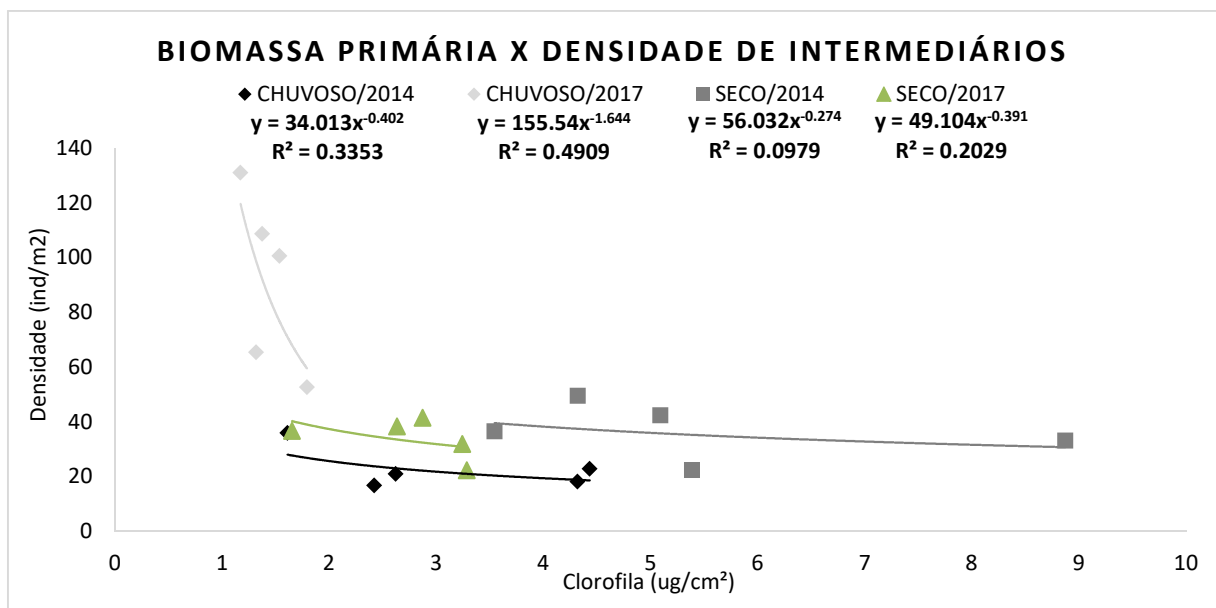


Figura 20- Regressão não-linear ajustada a equação potencial para a densidade de intermediários em relação a biomassa primária.

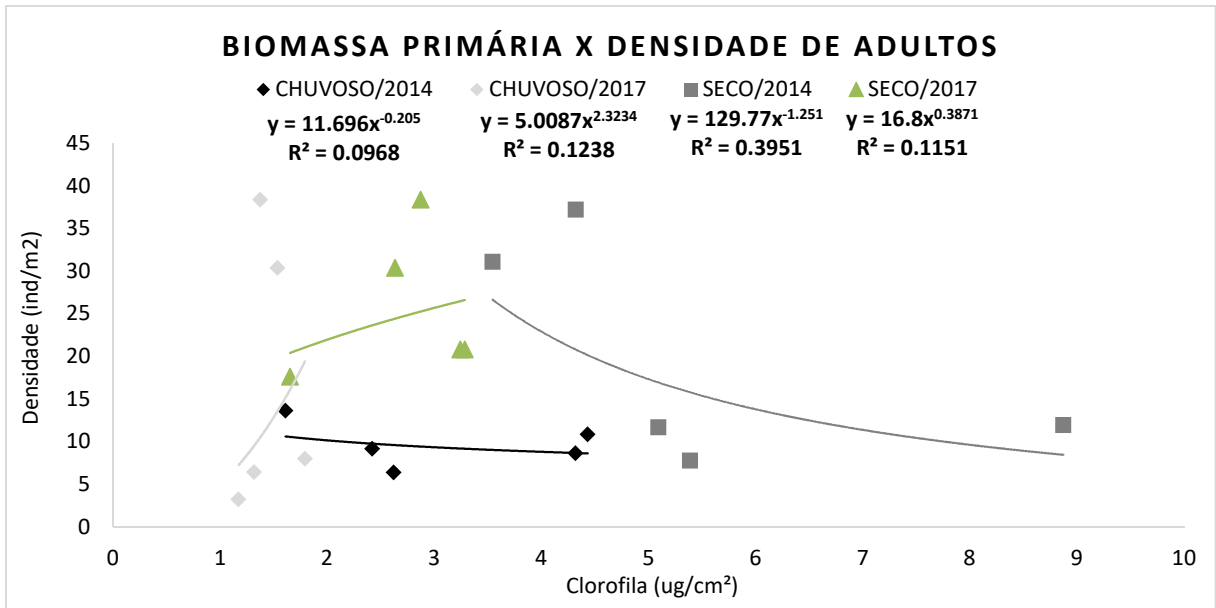


Figura 21- Regressão não-linear ajustada a equação potêncial para a densidade de adultos em relação a biomassa primária.

## 5 DISCUSSÃO

O padrão de biofilme epilítico comumente encontrado é maior durante o período de inverno (chuvoso) em relação ao período de verão (seco), esse padrão já foi relatado em outros trabalhos de regiões temperadas (Stuart & Hartnoll 2001; Jackson *et al.* 2010). Entretanto, o padrão encontrado no presente estudo foi que a biomassa primária é maior no período seco. Este padrão ocorre em regiões de clima úmido devido a variações do ciclo sazonal, onde a maior concentração de clorofila-*a* ocorre no período seco. Feitosa & Passavante 1990, detectou esse mesmo padrão na Bacia de Pina- PE onde a maior concentração de clorofila-*a* ocorreu no período de menor precipitação. No período mais chuvoso a bacia de drenagem local carrega para os estuários maior quantidade de material em suspensão, e por sua vez, diminui a camada fótica diminuindo o crescimento de organismos fotossintéticos na coluna d'água. Além disso, esse mesmo padrão foi encontrado na região tropical de Hong Kong, onde as cianobactérias foram relativamente mais abundantes durante o verão (Nagarkar & Willams 1999). Outro trabalho feito em Hong Kong, em um costão protegido com substrato artificial, demonstrou que primeira aparição de diatomáceas e cianobactérias foi mais rápida no verão que no inverno (Chan *et al.* 2003).

A maior concentração de clorofila-*a* no ano de 2014 está associado as menores densidades de *Neritina zebra* quando comparadas com as de 2017, ou seja, a menor concentração de clorofila-*a* em 2017 podem estar relacionadas com as altas densidades de indivíduos, aparentemente sugerindo um alto consumo do biofilme epilítico, inerentes do alto recrutamento e da dinâmica populacional. Além disso, as diferentes concentrações de clorofila-*a* entre os anos estudados pode estar relacionada a outros fatores ambientais, tais como: como luz e temperatura, salinidade, concentrações de nutrientes, descarga fluvial, ação antrópica (Juneau *et al.* 2015).

As maiores concentrações de clorofila-*a* na Praia Farol Leste e Oeste no período chuvoso e na praia Farol Oeste no período seco de 2014 podem estar associados aos efeitos antropogênicos dessa praia, principalmente a quantidade de nutrientes proveniente de despejos domésticos. De acordo com Mayer-Pinto *et al.* (2011) um aumento na biomassa do biofilme também tem sido associado ao aumento das concentrações de nutrientes (carbono e nitrogênio) e metais (zinco).

No ano de 2017 a praia Grande foi a que apresentou a menor concentração de biofilme epilítico, essa diferença em relação a outras praias pode sugerir que a hidrodinâmica local esteja afetando sua produtividade. Segundo Thompson *et al.*, (2005) regiões expostas

apresentam maior disponibilidade de biofilme microbiano, em comparação as margens abrigadas. Dessa forma, a praia Grande por estar sofrendo pela erosão acentuada esperava-se encontrar uma maior concentração de clorofila-*a*, entretanto esse padrão não foi observado. Portanto, os padrões de abundância de biofilme epilítico ao longo das praias estão sendo, provavelmente, impulsionados por uma combinação de efeitos diretos e indiretos de aumento de turbulência em costas expostas a ondas juntamente com efeitos indiretos de densidade de herbívoros.

A diferença de tamanho entre populações de *N. zebra* dentre as localidades também pode estar relacionada aos diferentes microhabitats presentes entre os substratos das praias. As praias Paraíso e Farol apresentam rochas mais heterogêneas, enquanto a praia Grande apresenta maior homogeneidade no substrato. Hutchinson *et al.* (2006) ao fazer um experimento com substratos artificiais observou que os substratos com menor heterogeneidade (lisos) não houve recrutamento da alga *Hypnea sp.*, ou seja, a composição do substrato afeta o biofilme. No entanto, espécies de herbívoros parecem ter diferentes habilidades na sua eficiência alimentar de acordo com o nível de rugosidade.

De acordo com essa combinação de variação na rugosidade das rochas e na atividade de herbivoria pode-se sugerir que as o estado hidrodinâmico observado na Praia Grande esteja afetando a heterogeneidade do substrato, deixando-o com menor rugosidade devido as erosões locais ocorridas. Provavelmente, devido a menor heterogeneidade no ano de 2017 a Praia Grande foi a de menor biomassa, corroborando com as maiores taxas erosivas observadas em campo quando comparadas as de 2014.

As diferentes concentrações de clorofila-*a* entre os períodos e os anos podem estar relacionadas a outros fatores agregado a herbivoria. Em um estudo da biomassa do biofilme em praias do litoral norte do Estado de São Paulo, demonstrou que apesar do efeito negativo do pastejo, outros fatores, tais como: fatores físico-químicos podem ter influência na biomassa de biofilme. Além disso, fatores como: nível do entremarés e exposição as ondas podem influenciar na concentração de clorofila. (Christofoletti *et al.* 2011). Estudos mostram que a produtividade primária é influenciada tanto pelo impacto dos herbívoros quanto pela concentração de nutrientes (Alberti *et al.* 2010; Firstater *et al.* 2012). Sendo assim, sugere-se que a densidade de *Neritina zebra* esteja influenciando na biomassa primária, entretanto, outros fatores podem ser responsáveis por regular o crescimento da comunidade primária nas praias estudadas.

A maior densidade de recrutas de *Neritina zebra* no período chuvoso em ambos os anos reflete o recrutamento desses indivíduos, que apresentam uma reprodução contínua, com pico reprodutivo iniciando em novembro e atingindo valores máximos entre março e maio (Borges 2010). As altas densidades no período chuvoso de recrutas e intermediários, provavelmente, se deve ao fato de que as larvas desses organismos são atraídos para essa região através da detecção de sinais químicos transmitidos pela água e podem ser atraídos por recém-estabelecidos (recrutas), ou seja quanto mais indivíduos estiver numa determinada localidade maior será o recrutamento, pois esse local é considerado ótimo devido aos outros organismos habitarem ali.(Ellrich *et al.*, 2015).

As praias Farol Oeste e Farol Leste são as praias com maior biomassa primária e é possível observar a maior densidade de recrutas nessas praias, ou seja, os recrutas são atraídos para essas regiões através de detecções químicas de indivíduos já estabelecidos. A maior densidade de indivíduos recrutas está associada a menor biomassa primária. As maiores densidades de intermediários e adultos durante o período seco e a não diferença significativa de densidade de recrutas nesse período, provavelmente se refere aqueles indivíduos provenientes de recrutamentos anteriores.

A diferença na densidade de recrutas no ano de 2014 refere-se a uma intensidade no suprimento larval específico desse ano. Um estudo realizado no Canadá sobre o recrutamento da craca *Semibalanus balanoides* no período de 2005 a 2016 registraram variações interanuais na densidade desses organismos durante os doze anos de estudos. A menor densidade média de recrutamento foi menor em 2015 (198 recrutas dm<sup>-2</sup>) e mais alto 2007 (969 recrutas dm<sup>-2</sup>). Além disso, a temperatura superficial e chl-a podem influenciar diretamente o recrutamento espécies pelágicas. (Ellrich *et al.* 2015).

Jeffery & Underwood (2000) ao estudar larvas da craca de favo de mel *Chamaesipho tasmanica* percebeu que o aparecimento larval depende de processos físicos, tal como: as ondas internas que podem contribuir para a chegada das larvas em diferentes locais da costa, promovendo diferentes densidades ao longo de sua extensão. Além do mais, fatores como: direção preferencial do vento, velocidade do vento e altura da onda influenciam diretamente no suprimento larval.

Quanto aos efeitos das diferentes classes de tamanho de *Neritina zebra* sobre a concentração de clorofila-*a* no substrato consolidado do entremarés, nas praias estudadas, os resultados demonstraram que a classe intermediária (>6 mm e <12 mm) possui maior influência sobre a disponibilidade do biofilme epilítico quando comparada aos recrutas e

adultos. Esse fato pode estar relacionado diretamente com a capacidade de competição entre os indivíduos.

Os indivíduos menores (intermediários) são mais eficientes no forrageamento, ou apresentam capacidade de ingerir mais tipos de microalgas, além de terem acesso a biofilme que é inacessível para os indivíduos maiores (adultos), como por exemplo, nas frestas e rachaduras da costa rochosa devido ao tamanho da rádula (Marshall & Keough 1994). Sendo assim, sugere-se que os indivíduos menores são competitivamente superiores em relação aos adultos quando se trata de consumo de biofilme, por esse motivo a melhor correlação com o grupo dos intermediários, corroborando assim, a relação de dependência dessa classe de tamanho controlando o biofilme elíptico quando comparado ao efeito da densidade de adultos e recrutas. A correlação negativa entre o grupo dos intermediários e a biomassa primária encontrada nesse trabalho pode estar diretamente relacionada as densidades encontradas, sugerindo o controle dessa classe no biofilme epilítico.

Em relação a densidade de recrutas e sua baixa relação com o biofilme epilítico pode estar diretamente relacionado com as altas taxas de mortalidade nesse estágio de vida. Segundo Hunt & Scheibling 1997 os invertebrados recém colonizados apresentam elevadas taxas de mortalidade (podendo chegar até 90%) provocadas por: atraso de metamorfose, estresse fisiológico, distúrbios físicos, competição e predação. Segundo, Gosselin & Qian (1997) a mortalidade é alta principalmente nos primeiros dias e semanas de vida, e é comum entre invertebrados marinhos bentônicos, podendo ser causada por predação e dessecação. Ou seja, a classe de recrutas tem uma relação com o consumo do biofilme, entretanto as taxas de mortalidade não deixam claro esse padrão nas coletas realizadas.

O biofilme epilítico demonstra outras informações importantes para diversos estudos. As larvas de cracas foram estudadas em pesquisas realizadas em laboratório com base no que se observava em campo. Ao serem analisados observou-se um comportamento exploratório relacionado ao biofilme, as pistas microbianas eram importantes para o assentamento larval dessa espécie, além da preferência da zona média onde a influência da maré é constante. Portanto, estes são capazes de detectar “pistas” a partir do biofilme para localização do microhabitat mais apropriado aos novos recrutas ou o melhor nível do entremarés para o assentamento (Thompson *et al.* 2004)

Dessa forma, entender as relações entre as diferentes classes de tamanho sobre a produção primária é crucial para entender os mecanismos envolvidos no controle da população. No presente trabalho é possível observar uma relação negativa entre a biomassa primária com classe intermediária (juvenis), indicando que esses indivíduos apresentam uma

influência na abundância e disponibilidade do microfitobentos. Além do mais, na Ilha de Mosqueiro é possível observar o controle *top-down* exercido pelos herbívoros que influencia diretamente na biomassa primária. Controle fortemente observado através das altas densidades e baixas concentrações de clorofila-*a*. Portanto, entender como ocorre esses mecanismos que controlam a comunidade é crucial para entender os processos envolvidos na população e como eles interagem.

## 6 CONCLUSÃO

A biomassa primária do substrato consolidado do entremarés da Ilha de Mosqueiro-PA apresenta maior biomassa de biofilme epilítico no período seco e esteve relacionado com as menores densidades de *Neritina zebra*.

O recrutamento de indivíduos de *Neritina zebra* ocorre no período chuvoso e apresenta variação interanual, sendo necessário mais estudos para averiguar se o pico de indivíduos recrutados encontrado em 2017 ocorre anualmente ou foi um caso excepcional inerente desse ano.

A relação da classe dos intermediários com a concentração de clorofila-*a* tem uma tendência negativa, ou seja, as maiores densidades dessa classe de tamanho estiveram associadas com as menores taxas de clorofila. Provavelmente, a densidade de recrutados apresenta um menor papel devido as taxas de mortalidade. E os adultos apresentam uma seletividade alimentar maior e não consegue alcançar biofilme de difícil acesso devido ao tamanho de sua rádula. Mais estudos devem ser feitos com o intuito de avaliar a relação das diferentes classes de tamanhos sobre a disponibilidade de biofilme epilítico.

## REFERÊNCIAS

- Alberti J., Méndez A., Daleo P, Fanjul E., Silliman B., Bertness M., Iribarne O. 2010. Abiotic stress mediates top-down and bottom-up control in a Southwestern Atlantic Salt Marsh. *Oecologia.*, **163**(1): 181-91.
- Ayres M., Ayres Jr M., Ayres D. L, Santos Alex de Assis dos. 2007. *Bioestat – aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas*. Ong Mamiraua. Belém, PA. 4. ed. 364p.
- Barroso C X. 2009. *Anatomia e desenvolvimento intracapsular de neritina zebra (Bruguiere, 1792) (Mollusca, Gastropoda, Neritidae)*. DS Mestre em Ciências Marinhas, Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, da Universidade Federal do Ceará, 77p.
- Borges A. N. 2010. Crescimento e dinâmica populacional neritina zebra na região do entremarés da Ilha de Mosqueiro, Belém-PA. *Trabalho de Conclusão de Curso*, 27p.
- Chan Benny KK, Wallis KS Chan, and G Walker. 2003. Patterns of biofilm succession on a sheltered rocky shore in Hong Kong. *Biofouling* **19** (6): 371–80.
- Centro de previsão de tempo e estudos climáticos - CPTEC/INPE. Disponível em: [www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br). Acessado em 10/04/2018
- Christofoletti R. A., Thiago V. V., Áurea M. C.. 2011. Environmental and grazing influence on spatial variability of intertidal biofilm on subtropical rocky shores. **424**: 15–23 Mar.
- Costa M. L., M. S. B. Oliveira, G.M. Costa, and O. J. Choque Fernandes. 2004. Morfologia e química mineral da goethita de pedra de ferro aa interface areia-argilaem sedimentos da formação barreiras, Amazônia Oriental. *Geochimica Brasilienses* **18** (2): 121–33.
- Coutinho Ricardo & Ilana Rosental Zalmon. 2009. *Biologia Marinha*. Ed. Interciencia. 281-296p .
- Cunha C.V. 2012. *Distribuição e ecomorfologia de neritina zebra (Bruguiere, 1792)(Mollusca: Gatropoda: Neritidae), em um estuário amazônico, Pará, Brasil*. Dissertação Apresentada Ao Programa de Pós-Graduação Em Ecologia e Pesca Da Universidade Federal Do Pará. 68p.
- El-Robrini M.H.S. 2001. *Variabilidade morfológica e sedimentar de praias estuarinas, Ilha do Mosqueiro*. Universidade Federal do Pará. Tese (Mestrado Em Geologia) Curso de Pós-Graduação Em Geologia e Geoquímica. 185p.
- Ellrich J. A., Scrosati R. A., Molis M. 2015. Predator onconsumptive effects on prey recruitment weaken with recruit density. *Ecology* **96** (3): 611–16.
- Feitosa F. A. N., Passavante J. Z. O. 1990. Variação sazonal de biomassa primária do fitoplâncton da bacia do Pina (Recife, Pernambuco, Brasil). *Tropical Oceanography* **21** (1): 33–46.
- Fernandes M. L. B., R. L. S.; Mello, and D. O. Tenório. 1995. A família nertidae no complexo estuarino- lagunar de Suape- PE, Brasil. *Tropical Oceanography* **23** (1): 203-209

- Firstater F. N., Hidalgo F. J., Lomovasky B. J., Iribarne O. O. 2012. Grazing and nutrient effects on a high rocky intertidal of the peruvian central coast. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **422**: 9–13 Jul.
- Gosselin L., Qian P. Y. 1997. Juvenile mortality in benthic marine invertebrates. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. **146**: 265:282 Jan.
- Halen M.A., Duffy J. E., Grace J.B. 2013. Temporal shifts in top-down vs bottom-up control of epiphytic algae in a seagrass ecosystem. *Marine Ecology-Progress Series* **94** (2): 510–20.
- Hunt Heather, and Robert Scheibling. 1997. Role of early post-settlement mortality in recruitment of benthic marine invertebrates. *Marine Ecology-Progress Series*. Vol. **155** 269-301 Ago <<https://doi.org/10.3354/meps155269>> Acesso: 03/11/2017.
- Hutchinson N., Nagarkar S., Aitchison J. C., Williams G. A. 2006. Microspatial variation in marine biofilm abundance on intertidal rock surfaces. *Aquatic Microbial Ecology* **42** (2): 187–97.
- Jackson A. C., Underwood A. J., Murphy R. J., Skilleter G. A. 2010. Latitudinal and environmental patterns in abundance and composition of epilithic microphytobenthos. *Marine Ecology Progress Series* **417**: 27–38 Nov.
- Jeffery C. J., Underwood A. J. 2000. Consistent spatial patterns of arrival of larvae of the honeycomb barnacle *chamaesipho tasmanica foster* and *anderson* in new south wales. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **252** (1): 109–27.
- Juneau P., Barnett A., Méléder V., Dupuy C., Lavaud J. 2015. Combined effect of high light and high salinity on the regulation of photosynthesis in three diatom species belonging to the main growth forms of intertidal fl at inhabiting microphytobenthos. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **463**: 95–104 Fev.
- Marshall P.A.; Keough, M.J. 1994. Asymmetry in intraspecific competition in the limpet *celkuza tramoserica* (Sowerby). *Journal of Experimental Marine Biology and ecology* **177**: 121–38 Jan.
- Mayer-Pinto M., Coleman R. A., Underwood A. J., Tolhurst T. J. 2011. Effects of zinc on microalgal biofilms in intertidal and subtidal habitats. *Biofouling* **27** (7): 721–27.
- Méléder V., Jesus B., Barnett A., Barillé L., Lavaud J. 2018. Microphytobenthos primary production estimated by hyperspectral reflectance. *PLoS One* **13** (5): 1-21.
- Menge B. A. 2000. Top-down and Bottom-up Community Regulation in Marine Rocky Intertidal Habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **250**: 257–89.
- Nagarkar S., Williams G. A. 1997. Comparative techniques to quantify cyanobacteria dominated epilithic biofilms on tropical rocky shores. *Marine Ecology Progress Series* **154** (1990): 281–91.
- Nagarkar S., Willlams G. A. 1999. Spatial and temporal variation of cyanobacteria-dominated epilithic communities on a tropical shore in Hong Kong. *Phycologia* **38** : 385–93 Nov.

- Paine R. T. 2002. Trophic control of production in a rocky intertidal community. **296**: 736–39 Abr.
- Park S. R., Kang Y. H., Choi C. G. 2011. Biofilm: a crucial factor affecting the settlement of seaweed on intertidal rocky surfaces. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **91** (1): 163–67.
- Pniewski F. F., Biskup P., Bubak I., Pierre R., Latala A., Blanchard G., 2015. Photo-regulation in microphytobenthos from intertidal mud flats and non-tidal coastal shallows. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **152**(5): 153–61.
- Ponder W. F., Lindberg D. R. 1997. Towards a phylogeny of gastropod mollusc: an analysis using morphological characters. *Zoological Journal of the Linnean Society* **119** (1997): 83–265.
- Rios E. C. 1994. *Seashells of Brazil*. Rio Grande, Editora da Fundação Universidade do Rio Grande, 492 p.
- Ruppert E. E.; Barnes, R.D. 2005. *Zoologia Dos Invertebrados*. 7. Ed. São Paulo: Roca.
- Stuart J. R., Hartnoll R. G. 2001. Food supply, grazing activity and growth rate in the limpet *patella vulgata* l.: a comparison between exposed and sheltered shores. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **258** (1): 123–39.
- Thompson R. C., P. S. Moschella, S. R. Jenkins, T. A. Norton, and S. J. Hawkins. 2005. Differences in Photosynthetic Marine Biofilms between Sheltered and Moderately Exposed Rocky Shores. *Marine Ecology Progress Series* **296**: 53–63 jul.
- Thompson R. C., Norton T. A., Hawkins S. J. 2004. Physical stress and biological control regulate the producer-consumer balance in intertidal biofilms. *Ecology* **85** (5): 53-63
- Thompson R C, Tobin M.L., Hawkins S.J., Norton T.A. 1999. Problems in extraction and spectrophotometric determination of chlorophyll from epilithic microbial biofilms: towards a standard method. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **79** (3): 551–58.
- Underwood A. J. 1979. Ecology of intertidal gastropodes. *Adv Mar. Biology* **16**: 111–210.