



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS**

**CECILIA BARROZO MENDES**

**DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL E ASPECTOS REPRODUTIVOS DE  
CEREBRATULUS LINEOLATUS COE, 1905 (NEMERTEA: HETERONEMERTEA),  
EM UMA PRAIA DO NORDESTE BRASILEIRO**

**FORTALEZA**

**2016**

CECILIA BARROZO MENDES

DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL E ASPECTOS REPRODUTIVOS DE CEREBRATULUS  
LINEOLATUS COE, 1905 (NEMERTEA: HETERONEMERTEA), EM UMA PRAIA DO  
NORDESTE BRASILEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos

Orientador: Profa. Dra. Helena Matthews Cascon.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Rui Simões de Menezes

---

M49d Mendes, Cecili Barrozo.

Distribuição temporal e aspectos reprodutivos de *Cerebratulus Lineolatus Coe*, 1905 (NEMERTEA: HETERONEMERTEA), em uma praia do Nordeste Brasileiro / Cecili Barrozo Mendes. – 2016.

47f.: il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2016.

Área de Concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Orientação: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Helena Matthews Cascon.

1. Nemertea - Reprodução. 2. *Cerebratulidae* – Paracuru. I. Título.

---

CDD 592.32

CECILI BARROZO MENDES

DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL E ASPECTOS REPRODUTIVOS DE CEREBRATULUS  
LINEOLATUS COE, 1905 (NEMERTEA: HETERONEMERTEA), EM UMA PRAIA DO  
NORDESTE BRASILEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Helena Matthews Cascon (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Luís Ernesto Arruda Bezerra  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dra. Cristiane Xerez Barroso  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha querida mãe Leonor Mendes.  
Ao meu paciente e amoroso noivo, Paulo  
Pachelle.

## AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Helena Matthews Cascon, pela excelente orientação e auxílio durante todo o desenvolvimento deste estudo.

Aos participantes da banca examinadora Prof. Dr. Luís Ernesto Arruda Bezerra e Dra. Cristiane Xerez Barroso, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Ao Dr. Jon L. Norenburg, pelos ensinamentos, parceria e bibliografia cedida que tanto auxiliaram no desenvolvimento deste estudo.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Maggioni por ceder equipamentos e laboratório para a confecção das secções histológicas.

À Dra. Mônica Castelo Branco por ceder equipamentos e laboratório para realização das análises granulométricas.

Ao querido noivo, quase mestre, B.el Paulo Pachelle P. Gurgel, pelo auxílio com as imagens, revisões do texto e eterno companheirismo.

Aos amigos Ms. Carlos Meireles e Prof. Felipe A. C. Monteiro, pelo auxílio nas coletas e apoio emocional.

Aos colegas de laboratório Ms. Soraya Rabay, Ênio Victor, Marianny Kellen, Marcos Vieira, Jorge Thé e Ms. Tarciane Fortaleza, pelas conversas e apoio durante o desenvolvimento deste estudo.

Ao colega de pós-graduação e laboratório Ms. Alisson Matos, pelo auxílio nas análises estatísticas.

À Enga. Mayara Barreto, pelo auxílio na confecção das secções histológicas.

À Oca. Raíssa Soares, pelo auxílio na realização das análises granulométrica.

À minha querida mãe Leonor Mendes, por todo o suporte emocional durante esta jornada.

À CAPES, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

## RESUMO

Nemertíneos são animais de sistema reprodutor simples, com gônadas saculiformes, sem células ou órgãos especializados no estoque ou maturação de gametas. São dioicos, em sua maioria, e de fecundação externa. Enquanto o papel dos nemertíneos como presa e predador já é bastante conhecido, poucos são os estudos sobre seu ciclo de vida e reprodução. Assim, objetivo do presente estudo é caracterizar alguns aspectos da biologia reprodutiva de *Cerebratulus lineolatus*, através da caracterização da morfologia interna de seu sistema reprodutor. Além de definir se é ou não possível distinguir machos de fêmeas no campo através de seu padrão de coloração. Ainda, estudar os aspectos populacionais de *Cerebratulus lineolatus* em uma praia tropical do Nordeste do Brasil, analisando sua abundância, razão sexual, estrutura populacional, período reprodutivo e o tipo de sedimento que esta espécie habita. Para tanto, foram realizadas coletas mensais, entre abril de 2014 e março de 2015, em períodos de marés baixa de sizígia. Os animais coletados foram medidos, fotografados e analisados histologicamente. Os resultados obtidos foram analisados através do programa estatístico PAST 3.1 e do programa de análise de granulometria ANASED. A partir das análises foi possível perceber que: a coloração das gônadas in vivo de *C. lineolatus* não são relacionadas ao sexo ou maturação das gônadas. Machos e fêmeas apresentam gônadas ocupando todo o diâmetro do corpo, repletas de gametas, quando totalmente maduros. Os gametas masculinos se organizam em aglomerados durante e após sua maturação. Os gametas femininos são acoplados à parede da gônada durante a maturação, sendo liberados para o lúmen quando maduros. O transporte dos gametas se dá através de vesículas e a liberação ocorre diretamente na coluna d'água. Um total de 45 animais foi coletado, sendo 19 machos e 19 fêmeas. Não foi possível determinar o sexo de 7 indivíduos. Os machos tiveram comprimento médio de  $98,6 \pm 35,6$  mm, não sendo significativamente maiores que as fêmeas ( $91 \pm 32,2$ ). Os animais estiveram presentes durante todo o período de estudo, exceto no mês de agosto de 2014. Sua abundância não foi relacionada à pluviosidade ou à temperatura da superfície do mar. O sedimento que 87,8% desses animais habita é classificado como areias média ou grossa e pobremente ou muito pobremente selecionado. Os animais se reproduzem durante todo o ano, com picos reprodutivos no final do período de estiagem.

**Palavras-chave:** Cerebratulidae, Reprodução, Gônadas, Paracuru, Estrutura populacional.

## ABSTRACT

Nemerteans are animals with simple reproductive system, composed by saculiformes gonads without cells or specialized agencies in stock or gamete maturation. They are dioecious, mostly, and with external fertilization. While the role of Nemerteans as prey and predator is already well known, there are few studies on its life cycle and reproduction. Therefore, aim of this study is to characterize some aspects of reproductive biology of *Cerebratulus lineolatus*, through the characterization of the internal morphology of their reproductive system. In addition, to setting whether it is possible to distinguish males from females in the field through its color pattern. Still, studying the population aspects of *Cerebratulus lineolatus* on a tropical beach in northeastern Brazil, analyzing its abundance, sex ratio, population structure, reproductive period and type of sediment that this species inhabits. Therefore, monthly collections were carried out between April 2014 and March 2015, in periods of low syzygy tides. The collected animals were measured, photographed and examined histologically. The results were analyzed using the statistical program PAST 3.1 and ANASED particle size analysis program. From the analysis, it was revealed that: the coloring of in vivo the gonads of *C. lineolatus* are not related to sex or maturation of the gonads. Males and females have gonads occupying the entire body diameter, full of gametes when fully mature. The male gametes are organized in clusters during and after their maturation. The female gametes are attached to the wall of the gonad during maturation, being released into the lumen when mature. The transport of gametes takes place through vesicles and the release takes place directly in the water column. A total of 45 animals were collected, 19 males and 19 females. It was impossible to determine the sex of 7 individuals. Males had an average length of  $98.6 \pm 35.6$  mm, not being significantly larger than females ( $91 \pm 32.2$ ). The animals were present throughout the study period, except in August 2014. Their abundance was not related to rainfall or sea surface temperature. The sediment that 87.8% of these animals inhabit is classified as medium or coarse, poorly or very poorly selected sands. The animals reproduce throughout the year, with reproductive peaks at the end of the dry season.

**Keywords:** Cerebratulidae, Reproduction, Gonads, Paracuru, Population structure.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Mapa com a localização do município de Paracuru, Ceará, NE do Brasil.....	18
Figura 2	– Local de coleta na Praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil.....	19
Figura 3	– Tipos de coloração in vivo das gônadas de <i>Cerebratulus lineolatus</i> .....	23
Figura 4	– Secção transversal das gônadas de <i>Cerebratulus lineolatus</i> macho .....	26
Figura 5	– Secção transversal das gônadas em maturação de <i>Cerebratulus lineolatus</i> macho.....	26
Figura 6	– Secção transversal das gônadas maduras de <i>Cerebratulus lineolatus</i> macho, em detalhe mostrando os espermatozoides.....	27
Figura 7	– Secção transversal das gônadas em maturação de <i>Cerebratulus lineolatus</i> fêmea .....	28
Figura 8	– Secção transversal das gônadas de <i>Cerebratulus lineolatus</i> fêmea, detalhe da parede da bolsa de maturação .....	28
Figura 9	– Secções transversais das gônadas de <i>Cerebratulus lineolatus</i> fêmea em diferentes estágios de maturação.....	29
Figura 10	– Secção transversal das gônadas maduras de <i>Cerebratulus lineolatus</i> fêmea, com os oócitos liberados da parede da gônada .....	29
Figura 11	– Oócitos de <i>Cerebratulus lineolatus</i> em diferentes estágios de maturação.....	30
Figura 12	– Secções transversais das gônadas de <i>Cerebratulus lineolatus</i> mostrando as vesículas de liberação de gametas .....	31
Figura 13	– Visão externa da porção final das gônadas do exemplar 16061402 mostrando a retenção parcial dos gametas .....	32
Figura 14	– <i>Cerebratulus lineolatus</i> fêmea, coletada na praia de Ponta Grossa, Icapuí, Ceará, NE do Brasil, liberando oócitos durante a fixação em laboratório .....	40

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Quantidade de machos de <i>Cerebratulus lineolatus</i> coletados entre abril de 2014 e março de 2015 na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, separados pela coloração das gônadas in vivo.....	24
Gráfico 02 – Quantidade de fêmeas de <i>Cerebratulus lineolatus</i> coletadas entre abril de 2014 e março de 2015 na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, separadas pela coloração das gônadas in vivo.....	24
Gráfico 03 – Quantidade de indivíduos de <i>Cerebratulus lineolatus</i> coletados entre abril de 2014 e março de 2015 na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, separados pela coloração em vivo e maturação das gônadas.....	25
Gráfico 04 – Quantidade de indivíduos de <i>Cerebratulus lineolatus</i> coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015, separados em machos, fêmeas e sexo indeterminado.....	33
Gráfico 05 – Correlação da abundância dos indivíduos de <i>Cerebratulus lineolatus</i> coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015, com os valores de precipitação mensal (mm).....	33
Gráfico 06 – Correlação da abundância dos indivíduos de <i>Cerebratulus lineolatus</i> coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015, com os valores de temperatura da superfície do mar (TSM).....	33
Gráfico 07 – Histograma proporcional mensal da maturação das gônadas dos indivíduos de <i>Cerebratulus lineolatus</i> coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015.....	36
Gráfico 08 – Histograma do número indivíduos de <i>Cerebratulus lineolatus</i> coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015, em cada classe de tamanho, divididos entre machos e fêmeas.....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Estágios de maturação das gônadas de <i>Cerebratulus lineolatus</i> .....	20
Tabela 02 – Valores da análise granulométrica realizada no sedimento coletado junto aos indivíduos de <i>Cerebratulus lineolatus</i> coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015.....	34
Tabela 03 – Valores relativos da média granulométrica do sedimento associado a indivíduos de <i>Cerebratulus lineolatus</i> coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015.....	35
Tabela 04 – Valores relativos do grau de seleção do sedimento associado a indivíduos de <i>Cerebratulus lineolatus</i> coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015.....	35

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Área de estudo.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>Coleta de dados.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3</b>	<b>Procedimentos de laboratório.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4</b>	<b>Análise de dados .....</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização do sistema reprodutor.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2</b>	<b>Estrutura populacional.....</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização do sistema reprodutor.....</b>	<b>39</b>
<b>4.2</b>	<b>Estrutura populacional.....</b>	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O filo Nemertea acomoda hoje mais de 1200 espécies, com estimativas de que possam existir entre 200/400 espécies marinhas coletadas, porém ainda não descritas e entre 500/1000 espécies ainda por se descobrir (Appeltans *et al.* 2012). É considerado o grupo irmão dos Brachiopoda na filogenia dos Metazoa, juntos formando o clado Kriptrochozoa (Giribet *et al.* 2009). O filo é classificado historicamente em duas classes, Anopla e Enopla. Atualmente, após estudos moleculares e de desenvolvimento embrionário, o filo compreende três clados principais: Palaeonemertea, Heteronemertea e Hoplonemertea (Andrade *et al.* 2012; Kvist *et al.* 2014; Thollessen & Norenburg 2003). Devido à incerteza sistemática que ainda persiste dentre os clados superiores do filo, estes ainda não são tratados como ordens ou classes, apenas como taxa (Mendes *et al.* 2016).

Nemertíneos são marinhos, em sua maioria. Entretanto, existem algumas espécies dulcícolas e terrestres (Thiel & Kruse 2001). A maioria das espécies marinhas é bentônica, vivendo em águas rasas (Roe 1993). Esses indivíduos podem habitar os espaços intersticiais, algas, viver sob rochas ou em simbiose com outros organismos como bivalves, caranguejos, lagostas e ascídias, entre outros (Thiel *et al.* 2001).

Os nemertíneos de vida livre são predadores vorazes de pequenos crustáceos, moluscos e poliquetas (Thiel *et al.* 2001), além de se alimentarem de outros nemertíneos (McDermott 2001). Dentre os outros predadores de nemertíneos estão algumas espécies de peixes, principalmente linguados (foram encontrados nemertíneos do gênero *Cerebratulus* no estômago das espécies *Pseudopleuronectes americanus* (Walbaum, 1795) e *Limanda ferrugínea* (Storer, 1839), principalmente). Ainda pelo menos uma espécie de lula (*Illex coindetii* (Vérany, 1839)), sifozoários, gastrópodes, xifosuros, crustáceos e o pássaro tarambola-cinzenta (*Pluvialis squatarola* (Linnaeus, 1758)) (McDermott 2001).

O sistema reprodutor dos nemertíneos é simples, consistindo de múltiplas gônadas em formato de saco, arranjadas de forma serial entre os divertículos intestinais, geralmente sem órgãos para o estoque de gametas ou a transferência deles (Turbeville 1991). Caracteristicamente, não aparecem células foliculares durante a oogênese (Stricker 2013). A maioria dos nemertíneos marinhos é dioica, com fecundação externa (Teso *et al.* 2006). Entretanto, em espécies dulcícolas e terrestres o hermafroditismo predomina (Turbeville 1999). A liberação dos gametas pode ocorrer diretamente na água ou através de cordões gelatinosos. Pode ocorrer ainda o depósito de gametas na fêmea e liberação posterior dos ovos,

bem como viviparidade, como ocorre em algumas espécies do gênero *Prosorhochmus* (Maslakova & Norenburg 2008). Em muitas das espécies dioicas marinhas é possível distinguir machos de fêmeas através da coloração das gônadas maduras (Roe 1993; Thiel & Junoy 2006; Teso *et al.* 2006).

Em muitas espécies com fertilização externa, os indivíduos se agregam antes da liberação dos gametas, o que é interpretado como um mecanismo de garantia para uma maior concentração de gametas nas águas circundantes (Thiel & Junoy 2006). Em combinação com o comportamento gregário, a subsequente sincronização da liberação dos gametas leva à um alto sucesso na fertilização (Thiel & Junoy 2006). Porém pouco se sabe sobre como a liberação dos gametas é sincronizada nessas espécies. Uma das hipóteses é que o início da liberação dos gametas pelas fêmeas induz a liberação de gametas dos machos (Wilson 1900). Outra hipótese é que ocorra liberação de ferormônios na água (Amerongen & Chia 1982). A liberação de gametas de forma gregária parece afetar os machos no que tange a competição intrasexual, uma vez que eles produzem uma quantidade maior de gametas (Thiel & Junoy 2006).

Uma das possíveis formas de contornar o problema advindo dessa competição seria através da retenção parcial de gametas, possivelmente para acasalar com múltiplos parceiros (Thiel & Junoy 2006; von Doehren *et al.* 2012). Outra explicação para esta retenção parcial de gametas seria que, em animais maiores, a maturação dos gametas não ocorre de maneira sincronizada. Assim, seriam liberados apenas os gametas maduros. Independente da explicação, o fato é que a retenção parcial de gametas ocorre em ambos os sexos, mas até o momento não é possível dizer se ocorre com maior frequência em machos ou fêmeas (Thiel & Junoy 2006).

A quantidade de gônadas pode variar de centenas a milhares de pares em espécies de fecundação externa como *Cerebratulus lacteus*, *Lineus longissimus*, *Micrura alaskensis* e *Pantionemertes californiensis*. Indivíduos dessas espécies podem liberar de centenas a milhares de oócitos em um único evento de liberação de gametas (Roe 1993; Stricker *et al.* 2001). Apesar da penetração de gametas na fêmea não ser algo incomum em nemertíneos, estruturas de transferência de esperma só foram reportadas para algumas espécies pelágicas. Dessa maneira, a transferência de esperma deve ocorrer através do contato da parede do corpo (Thiel & Junoy 2006).

Enquanto o papel de nemertíneos como presa e predador já foi estudado em um número considerável de espécies (Roe 1973; Thiel *et al.* 2001; Kicklighter & Hay 2006; Caplins *et al.*

2012), estudos sobre o ciclo de vida desse filo foram realizados apenas para algumas espécies. A maioria desses estudos focando o gênero *Carcinonemertes*, representado por nemertíneos simbiossomas de crustáceos (Roe 1979; Stricker 1986). Dentre os estudos realizados com espécies de vida livre podemos citar: Roe (1976) (*Paranemertes peregina*); Roe (1993) (*Pantionemertes californiensis*); Thiel & Dornedde (1996) (*Amphiporus lactifloreus*).

Os estudos de reprodução realizados com o gênero *Cerebratulus* geralmente enfocam a formação e maturação dos gametas e, em sua grande maioria tratam apenas da espécie *Cerebratulus lacteus* (Stricker & Smithe 2000; Stricker & Smithe 2001; Stricker *et al.* 2000; Smithe & Stricker 2005; Wang & Ausio 2001). Dessa forma, no estudo realizado por Thiel & Junoy (2006) resumindo os métodos reprodutivos (ou comportamentos de fertilização) para nemertíneos, a única espécie do gênero *Cerebratulus* citada é *C. lacteus*. Essa espécie tem fecundação externa com liberação parcial de gametas. Além de um período reprodutivo distinto, durante os meses de inverno (Coe 1895).

A espécie *Cerebratulus lineolatus* foi descrita para o Oceano Pacífico por Coe (1905), porém nunca foi coletada neste oceano por outros pesquisadores (Norenburg, comunicação pessoal), apenas no oceano Atlântico. Essa espécie é caracterizada por seu corpo de coloração creme, com gônadas rosadas e linhas longitudinais percorrendo toda a extensão do animal. É possível também observar seus gânglios cerebrais facilmente através da parede do corpo, pois estes são avermelhados. As informações sobre sua reprodução e história de vida que se tem até o presente momento são as relatadas na descrição original, onde Coe (1905) afirma que seu período reprodutivo ocorre no mês de agosto (outono no hemisfério norte).

## 2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é caracterizar alguns aspectos da biologia reprodutiva de *Cerebratulus lineolatus*, através da caracterização da morfologia interna de seu sistema reprodutor. Além de definir se é ou não possível distinguir machos de fêmeas no campo através de seu padrão de coloração. Ainda, estudar os aspectos populacionais de *C. lineolatus* em uma praia tropical do Nordeste do Brasil, analisando sua abundância, razão sexual, estrutura populacional, período reprodutivo e o tipo de sedimento que esta espécie habita.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

O município de Paracuru está localizado no estado do Ceará, nordeste do Brasil, a 85km de Fortaleza (Figura 01). A região fica sob o domínio do clima tropical chuvoso, quente e úmido. O regime pluviométrico tropical (média pluviométrica anual de 1290 mm) caracteriza as duas estações da região, seca ou chuvosa, afetadas de diversas formas pelos sistemas de circulação de grande escala El Niño, La Niña e Dipolo do Atlântico (Xavier *et al* 2003). O município possui 20 km de costa com diversas praias, dentre elas está a praia da Pedra Rachada onde foi realizado o estudo.

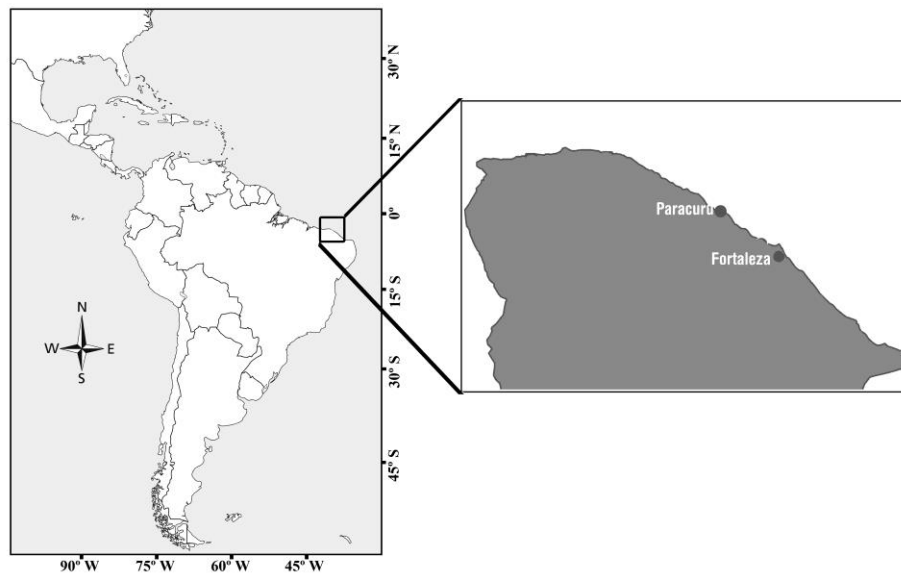


Figura 1. Mapa com a localização do município de Paracuru, Ceará, NE do Brasil.

A praia da Pedra Rachada ( $3^{\circ}23.95' S$   $39^{\circ}0.85' O$ ) é composta por uma faixa arenosa não muito extensa, interrompida por recifes de arenito e poças de maré. Os recifes de arenito são, em sua maioria, cobertos por antozoários zoantídeos dos gêneros *Palythoa*, *Protopalythoa* e *Zoanthus*, além de algas verdes e pardas (Figura 02). A complexidade ambiental é propícia para o desenvolvimento de uma fauna bastante diversificada. A comunidade bentônica é composta ainda por diversos taxa de moluscos gastrópodes, cefalópodes e bivalves, equinodermos, crustáceos, poliquetos, tunicados, esponjas e peixes (Obs. pessoal). A praia é sofre de alguns impactos antrópicos como a presença de currais de pescaria e grande fluxo de banhistas durante finais de semana e feriados (Obs. pessoal).



Figura 2. Local de coleta na Praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil. A: Imagem panorâmica da praia. B: Local de coleta em maré baixa de sizígia. C: Região inferior da zona entre marés no local de coleta. D: Região mediana da zona entre marés no local de coleta.

### 3.2 Coleta de Dados

Foram realizadas coletas mensais, diurnas, durante marés baixas de sizígia, em toda a extensão da zona entre marés da Praia da Pedra Rachada. As coletas ocorreram entre os meses de abril de 2014 e março de 2015 e foram realizadas com o esforço amostral de um coletor durante duas horas. Os animais foram coletados através da vistoria de rochas soltas e do sedimento sob elas, uma vez que estes se enterram ativamente. Além dos animais, foi coletado, com o auxílio de uma pá, o sedimento ao redor de cada um dos indivíduos para análise granulométrica. Os animais encontrados foram coletados manualmente e transportados para o Laboratório de Invertebrados Marinhos do Ceará da Universidade Federal do Ceará (LIMCe) em potes plásticos contendo água do mar. O sedimento foi transportado em sacos plásticos.

### 3.3 Procedimentos de Laboratório

No laboratório, os animais foram contados e colocados em placas de petri com água do mar suficiente para ficarem encobertos. Então, foram deixados por alguns minutos rastejando para que fosse medido seu tamanho sem anestesia. Abaixo da placa de petri foi posicionada uma folha de papel milimetrado para medição dos animais. Após alguns minutos foi adicionado  $MgCl_2$  7,5% em quantidade semelhante à da água na placa de petri (cerca de 60 ml.). Após a anestesia, foram comprimidos por lâmina de vidro, de modo a evidenciar as estruturas

internas, e então observados e fotografados sob microscópio estereoscópico. Depois de fotografados e totalmente anestesiados, foram fixados em formalina 5% para preservação dos tecidos para histologia. Entre 24 e 48 horas após a fixação, foram lavados em água corrente e transferidos para etanol 70% para conservação.

Todos os exemplares coletados foram analisados histologicamente para determinação do sexo e estado reprodutivo. Para tanto, foi retirada uma porção do início, meio e final do sistema reprodutor de cada indivíduo. No Laboratório de Histopatologia do Instituto de Ciências do Mar, as porções foram desidratadas em séries crescentes de etanol (70% – 100%), passados em mistura de proporção 1:1 de álcool e xilol e então xilol, para que fosse possível sua inclusão em parafina histológica. Após de 24 horas da inclusão em parafina, as porções foram seccionadas em cortes de 5 µm de espessura (Junqueira & Carneiro 2004). As secções foram lavadas em xilol e álcool para posterior coloração com o método do tricrômico de Gômori. As lâminas prontas foram observadas e fotografadas em microscópio óptico da marca Olympus em diferentes aumentos.

A maturidade da gônada foi definida através da quantidade e maturidade dos gametas presentes. Assim os indivíduos foram classificados em cinco estágios reprodutivos, conforme a tabela abaixo

Tabela 1: Estágios de maturação das gônadas de *Cerebratulus lineolatus*.

<b>Estágio de Maturação</b>	<b>Classificação</b>	<b>Características</b>
Imaturo	0	Não há presença de gametas, apenas divertículos intestinais
Início da Diferenciação	1	Os gametas ainda não estão definidos, mas é possível perceber a diferenciação
Início da Maturação	2	Já possui gametas diferenciados, mas ainda em pequeno número. Há muitos gametas ainda em diferenciação
Em Maturação	3	Possui gametas em média quantidade e existem poucos gametas se diferenciando
Totalmente Maduro	4	Os gametas já se encontram em grande quantidade, na periferia do corpo, muitas vezes formando grandes aglomerados

Com o objetivo de distinguir machos e fêmeas através da coloração das gônadas em campo, a coloração das gônadas de cada exemplar foi analisada visualmente através de fotografias em microscópio estereoscópico. A coloração das gônadas foi avaliada através de comparações entre os indivíduos e classificadas de acordo com a tonalidade encontrada. A maturidade das gônadas, observada através das lâminas, foi relacionada com a coloração macroscópica das mesmas.

A quantificação dos gametas presentes nas gônadas foi realizada através da contagem dos gametas em uma área de 500  $\mu\text{m}$  x 300  $\mu\text{m}$  das gônadas dos indivíduos totalmente maduros. Além disso, foi medida uma amostra de oócitos e espermatozoides de todos os exemplares.

O sedimento coletado foi congelado para posterior análise granulométrica. A análise granulométrica foi realizada no Laboratório de Oceanografia Geológica do Instituto de Ciências do Mar, através de secagem do sedimento em estufa por no mínimo 72 horas. Após a secagem, foi pesado 100 g de cada amostra. Então, foi realizada a lavagem do sedimento em peneira de 0,060 mm para retirada dos finos que foram então armazenados. A porção retida na peneira foi seca em estufa por mais 72 horas. O sedimento seco foi peneirado em uma série de 13 peneiras de malhas com aberturas decrescentes (4,000 mm; 2,830 mm; 2,000 mm; 1,410 mm; 1,000 mm; 0,710 mm; 0,500 mm; 0,354 mm; 0,250 mm; 0,177 mm; 0,125 mm; 0,088 mm; 0,062 mm) agitadas por 10 minutos em máquina rotap. As porções retidas em cada peneira foram pesadas e os pesos anotados.

### **3.4 Análise de Dados**

Os pesos obtidos durante a análise granulométrica por peneiramento foram analisados através do programa ANASED. Foram obtidos valores de pluviosidade para o município através dos dados disponíveis no site da FUNCEME (<http://www.funceme.br/index.php/areas/23-monitoramento/meteorol%C3%B3gico/548-gr%C3%A1fico-de-chuvas-dos-postos-pluviom%C3%A9tricos>). Os valores de temperatura da superfície do mar (TSM) foram obtidos através de dados do satélite NOAA disponibilizados no site da FUNCEME (<http://www.funceme.br/index.php/projetos-especiais/pirata>).

Os dados estatísticos foram analisados através do programa Past 3.1 (Hammer *et al.* 2001). A fim de testar a normalidade dos dados, os mesmos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk. A razão sexual anual foi analisada através de teste Qui-Quadrado. A razão sexual mensal foi analisada através do teste exato de Fisher. A abundância mensal de indivíduos independentemente do sexo foi analisada através do teste de Kruskal-Walis. A influência da pluviometria e da temperatura da superfície do mar (TSM) sobre a quantidade mensal de indivíduos foi analisada através do teste de correlação  $r_s$  de Spearman. A razão mensal de indivíduos em cada estado de maturação foi analisada através de histograma proporcional. Para definir o tamanho mínimo dos adultos, o tamanho dos animais foi relacionado à sua maturidade sexual. O tamanho médio dos adultos foi determinado através do cálculo de médias e desvio padrão. Os tamanhos médios dos adultos foram comparados entre machos e fêmeas, através do teste t de Student e do teste Kruskal-Walis. A diferença de tamanho dos indivíduos, independente do sexo, nos diferentes meses foi analisada através do teste ANOVA de um fator. A fim de melhor analisar a distribuição de tamanhos durante o ano, os indivíduos foram separados em classes de tamanho. Foram definidas, arbitrariamente, 10 classes de tamanho e as frequências de cada classe foram analisadas através de histograma simples.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Caracterização do Sistema Reprodutor

Através de análises macroscópicas do sistema reprodutor desses indivíduos é possível perceber que as gônadas seriadas de machos e fêmeas se organizam intercaladamente com os divertículos intestinais, estando presentes na região ventral em todo o baixo comprimento do corpo. Na espécie *Cerebratulus lineolatus*, a coloração das gônadas pode variar desde amarelo à vermelho (Figura 03). Essa coloração, entretanto, não foi relacionada ao sexo ou à maturação dos indivíduos (Gráfico 01, Gráfico 02, Gráfico 03). Assim, o sexo dos exemplares só pode ser definido após análise histológica.

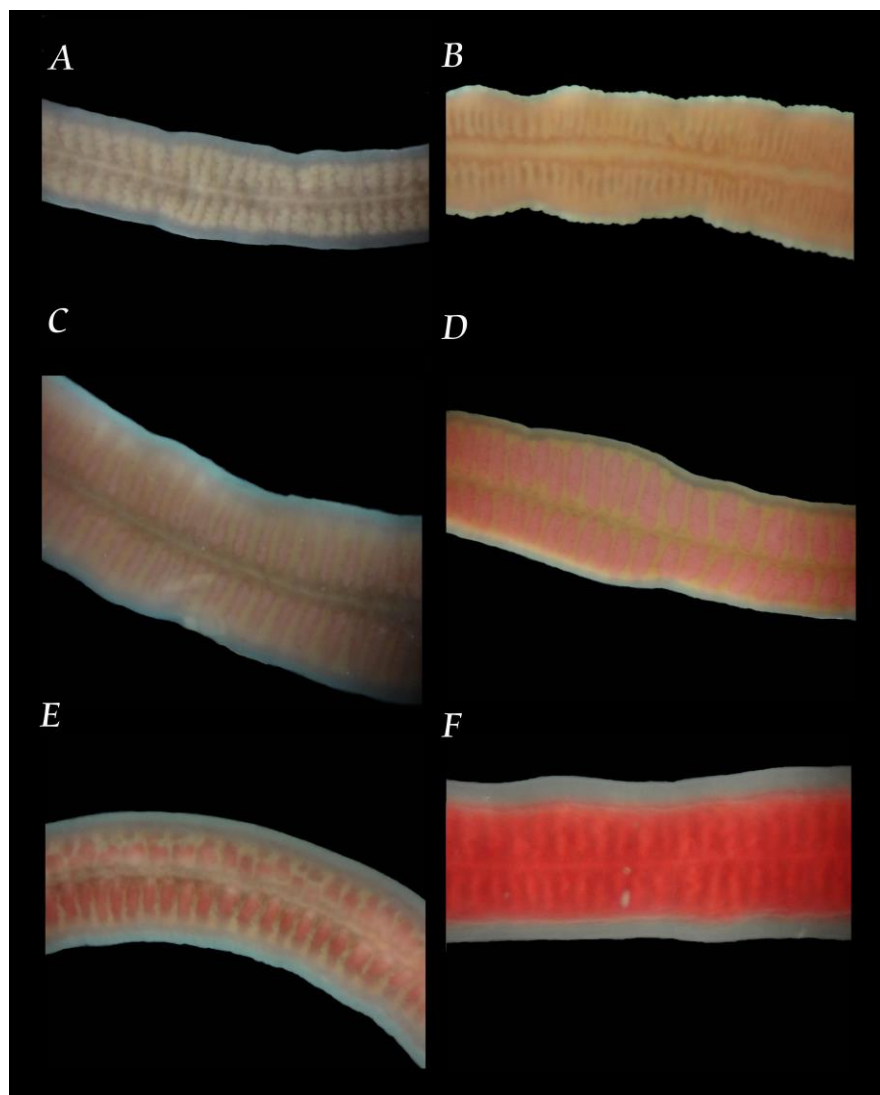


Figura 3. Tipos de coloração em vivo das gônadas de *Cerebratulus lineolatus*. A: amarelo, B: laranja, C: rosa claro, D: rosa forte, E: rosa avermelhado, F: vermelho.

Não existem diferenças morfológicas nas diferentes porções de gônada analisadas. A análise histológica mostrou ainda que as gônadas ocupam todo o diâmetro do corpo nesta espécie. Nas fêmeas existem em média 31 oócitos em um segmento de gônada totalmente madura. Nos machos não é possível mensurar a quantidade de gametas uma vez que os espermatozoides se aglomeram, logo, a quantidade é várias vezes maior que em fêmeas.

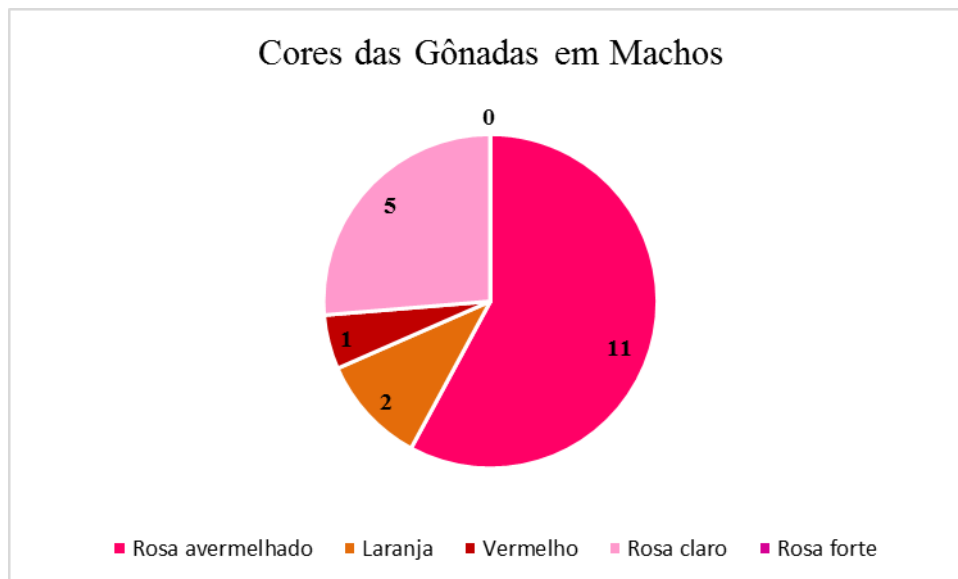


Gráfico 01. Quantidade de machos de *Cerebratulus lineolatus* coletados entre abril de 2014 e março de 2015 na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, separados pela coloração das gônadas in vivo.

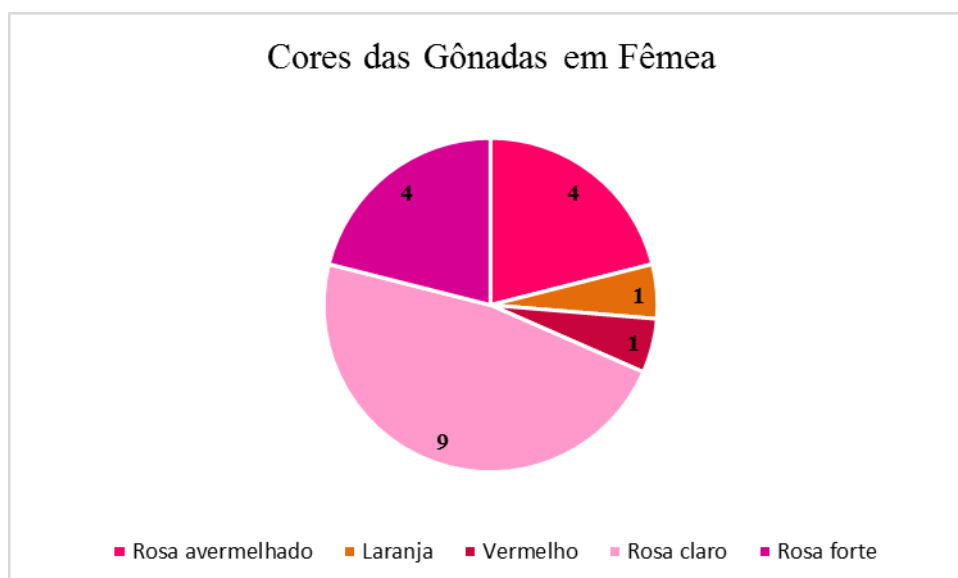


Gráfico 02. Quantidade de fêmeas de *Cerebratulus lineolatus* coletadas entre abril de 2014 e março de 2015 na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, separadas pela coloração das gônadas in vivo.

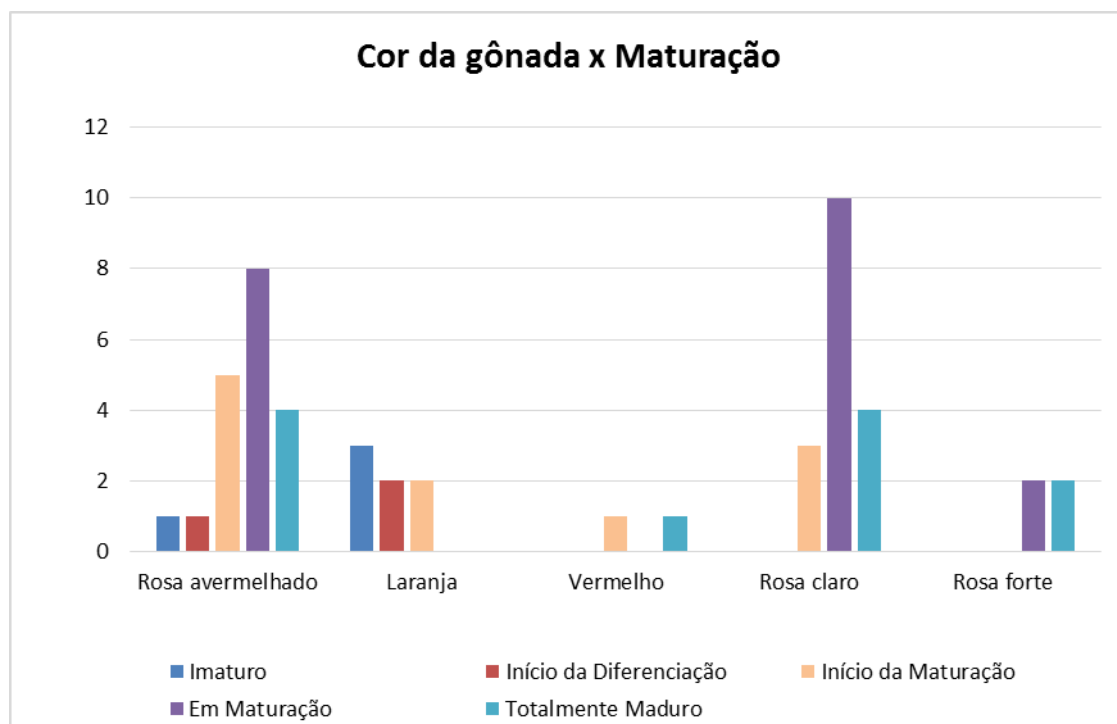


Gráfico 03. Quantidade de indivíduos de *Cerebratulus lineolatus* coletados entre abril de 2014 e março de 2015 na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, separados pela coloração in vivo e maturação das gônadas.

A gônada masculina é caracterizada pela presença de aglomerados maciços de espermatozoides (Figura 04). A produção dos espermatozoides parece ocorrer na periferia do órgão, onde há uma maior densidade de tecido conjuntivo, células produtoras e espermatozoides em maturação (Figura 05). Os espermatozoides têm um formato alongado, com presença de acrossoma na porção superior, mais arredondada. A porção inferior, mais estreita e alongada é caracterizada pela presença de uma longa cauda (Figura 06). A coloração predominante nos espermatozoides é a hematoxilina, dando um tom arroxeado aos aglomerados e indicando a natureza basófila dessas células. Foram medidos 84 espermatozoides e seu tamanho variou entre 3,75µm e 10µm (medidos sem a cauda que não foi visível em todos os exemplares), sendo seu tamanho médio 5,18µm (Desvio Padrão 0,795).



Figura 4. Secção transversal das gônadas de *Cerebratulus lineolatus* macho. A: aglomerado de espermatozoides. Coloração: tricrômico de Gômori. Exemplar: 16051401.

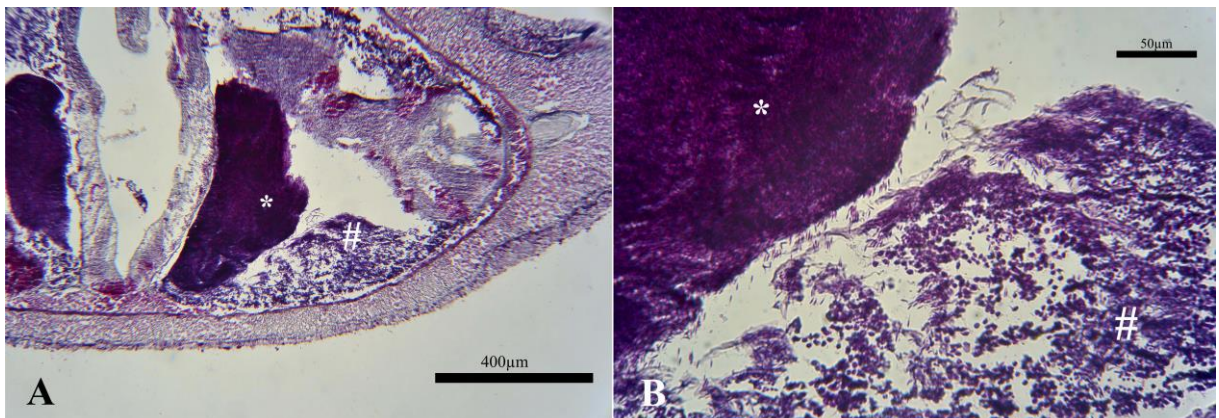


Figura 5. Secção transversal das gônadas em maturação de *Cerebratulus lineolatus* macho. A: secção completa da gônada; B: detalhe da região de produção dos gametas. \*: aglomerado de espermatozoides já formados; #: espermatozoides em formação. Coloração: tricrômico de Gômori. Exemplar: 21031502.

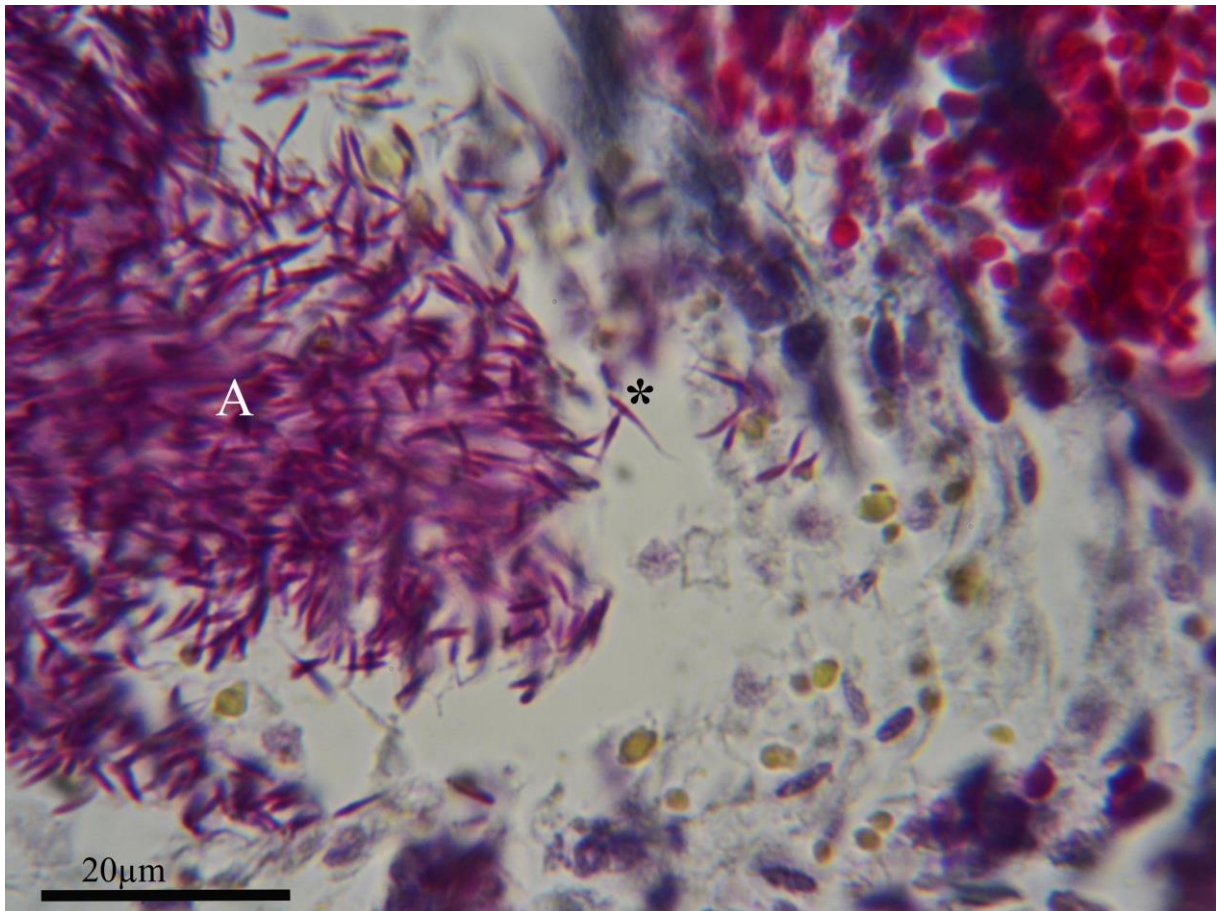


Figura 6. Secção transversal das gônadas maduras de *Cerebratulus lineolatus* macho, em detalhe mostrando os espermatozoides. A: aglomerado de espermatozoides. Espermatozoide em formato típico marcado com asterisco. Coloração: tricrômico de Gômori. Exemplar: 27071401.

A gônada feminina é caracterizada pela presença de oócitos organizados em bolsas, quando ainda em maturação (Figura 07). As bolsas podem se organizar em conjuntos de um a três pares, nas porções laterais da gônada. A parede da bolsa é formada por um tecido espesso composto de quatro camadas, sendo as camadas externas mais delgadas que as internas (Figura 08). Em nenhum dos estágios de maturação foram observadas células foliculares ou qualquer outra célula auxiliar da maturação. Oócitos imaturos ou durante o início da vitelogênese, encontram-se acoplados à parede da gônada (Figura 09). Quando já maturados, os oócitos apresentam-se espalhados por todo o lúmen do órgão em algumas dúzias, sem uma organização aparente (Figura 10). Os oócitos apresentam um formato irregular, com apenas um núcleo. Os oócitos apresentam formas irregulares durante a maturação, muitas vezes triangular, apresentando a forma circular típica apenas após a liberação (Figura 11). Os ovócitos liberados, visualizados em poucas secções, não apresentam nenhuma camada extracelular, logo a região exterior do oócito maduro consiste de microvilosidades expostas.

Não há grande concentração de vitelo em nenhum dos estágios de maturação (Figura 11). Foram medidos 143 oócitos e seu tamanho variou entre 40 $\mu\text{m}$  e 90 $\mu\text{m}$ , sendo seu tamanho médio 64,61 $\mu\text{m}$  (Desvio Padrão 11,014).

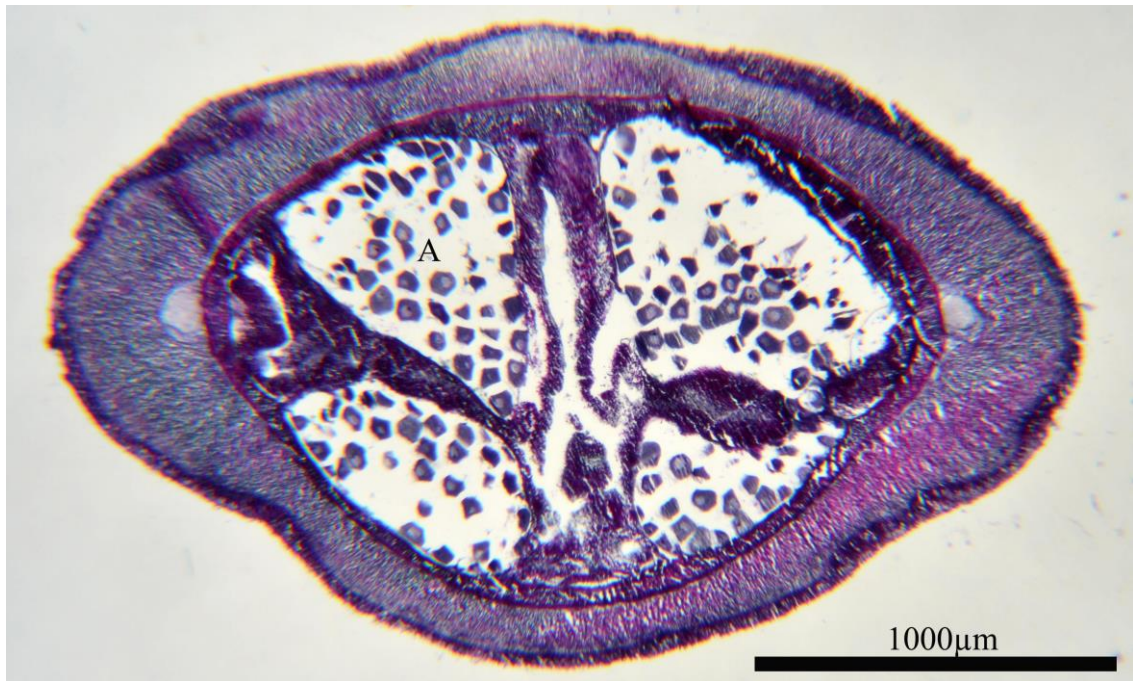


Figura 7. Secção transversal das gônadas em maturação de *Cerebratulus lineolatus* fêmea. A: bolsa com oócitos em maturação. Coloração: tricrômico de Gômori. Exemplar: 21031503.

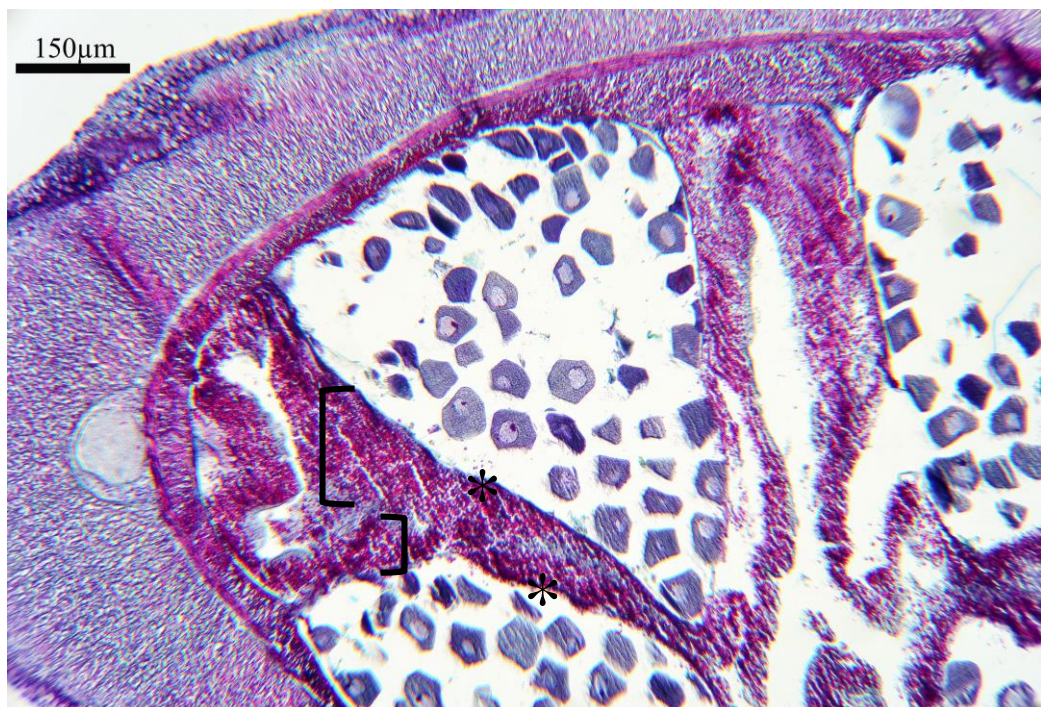


Figura 8. Secção transversal das gônadas de *Cerebratulus lineolatus* fêmea, detalhe da parede da bolsa de maturação. Paredes externas marcadas com asterisco; paredes internas marcadas com chaves. Coloração: tricrômico de Gômori. Exemplar: 21031503.

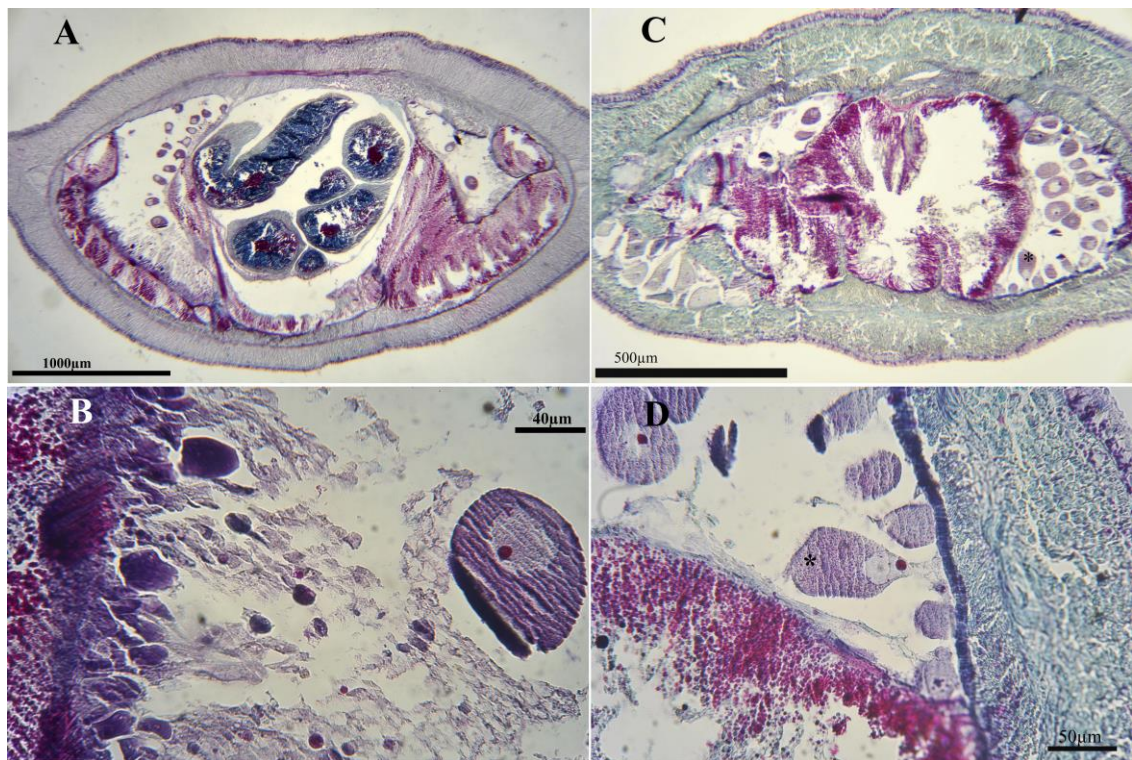


Figura 9. Secções transversais das gônadas de *Cerebratulus lineolatus* fêmea em diferentes estágios de maturação. A: Gônada no início da maturação; B: Detalhe dos oócitos em diferenciação em gônada no início da diferenciação; C: Gônada em maturação, com oócitos (asterisco) ainda ligados à parede da gônada; D: Detalhe dos oócitos (asterisco) ligados à parede da gônada. Coloração: tricrômico de Gômori. Exemplares: 16051404 em A e B; 28041402 em C e D.



Figura 10. Secção transversal das gônadas maduras de *Cerebratulus lineolatus* fêmea, com os oócitos liberados da parede da gônada. Coloração: tricrômico de Gômori. Exemplar: 16061402.

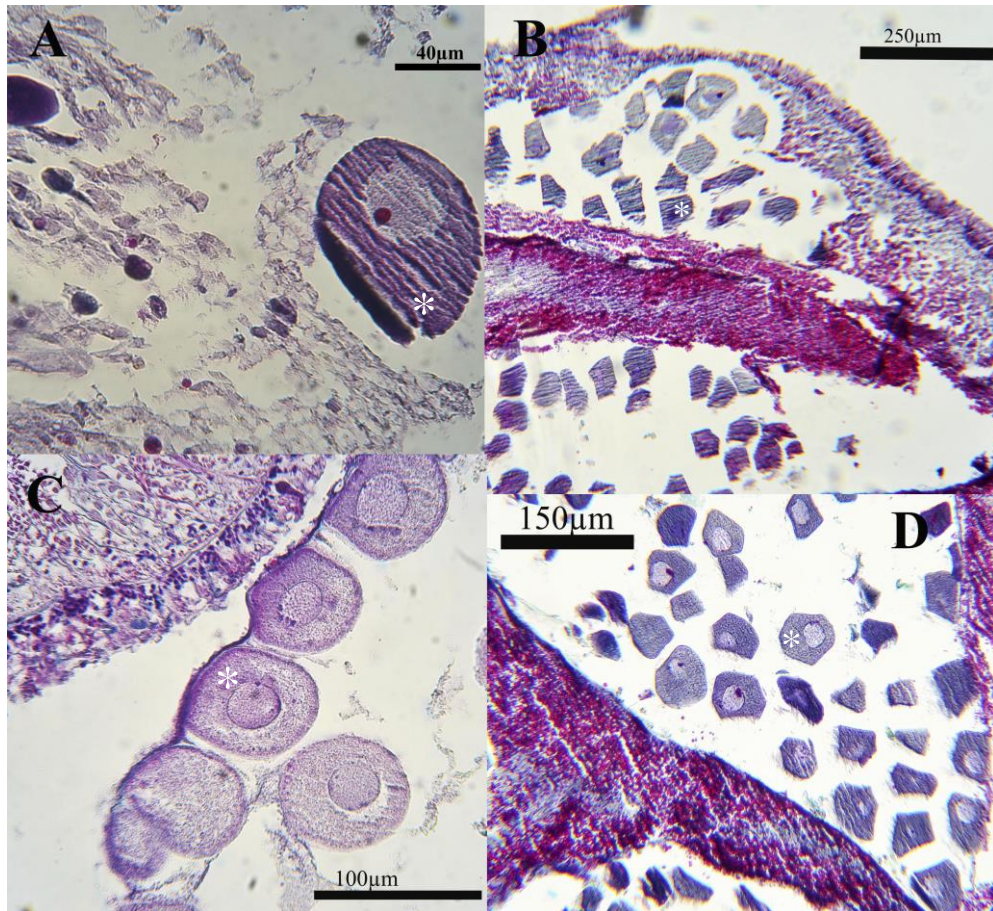


Figura 11. Oócitos de *Cerebratulus lineolatus* em diferentes estágios de maturação. A: Oócitos no início da maturação; B: Oócitos maduros, em vesícula de liberação; C: Oócitos maduros, após a liberação; D: Oócitos em final de maturação, ainda em bolsas. Vitelo marcado com asterisco. Coloração: tricrômico de Gômori. Exemplares: 16051404, 22121406, 21011501 e 21031503 respectivamente.

Não foram encontrados gonóporos em nenhum dos indivíduos, o que indica que a liberação dos gametas ocorre através de fissuras na parede do corpo. Ainda, em algumas secções tanto de machos quanto de fêmeas, é possível ver o transporte dos gametas através de vesículas que se formam a partir da gônada até o exterior do corpo, onde essas vesículas se rompem (Figura 12).

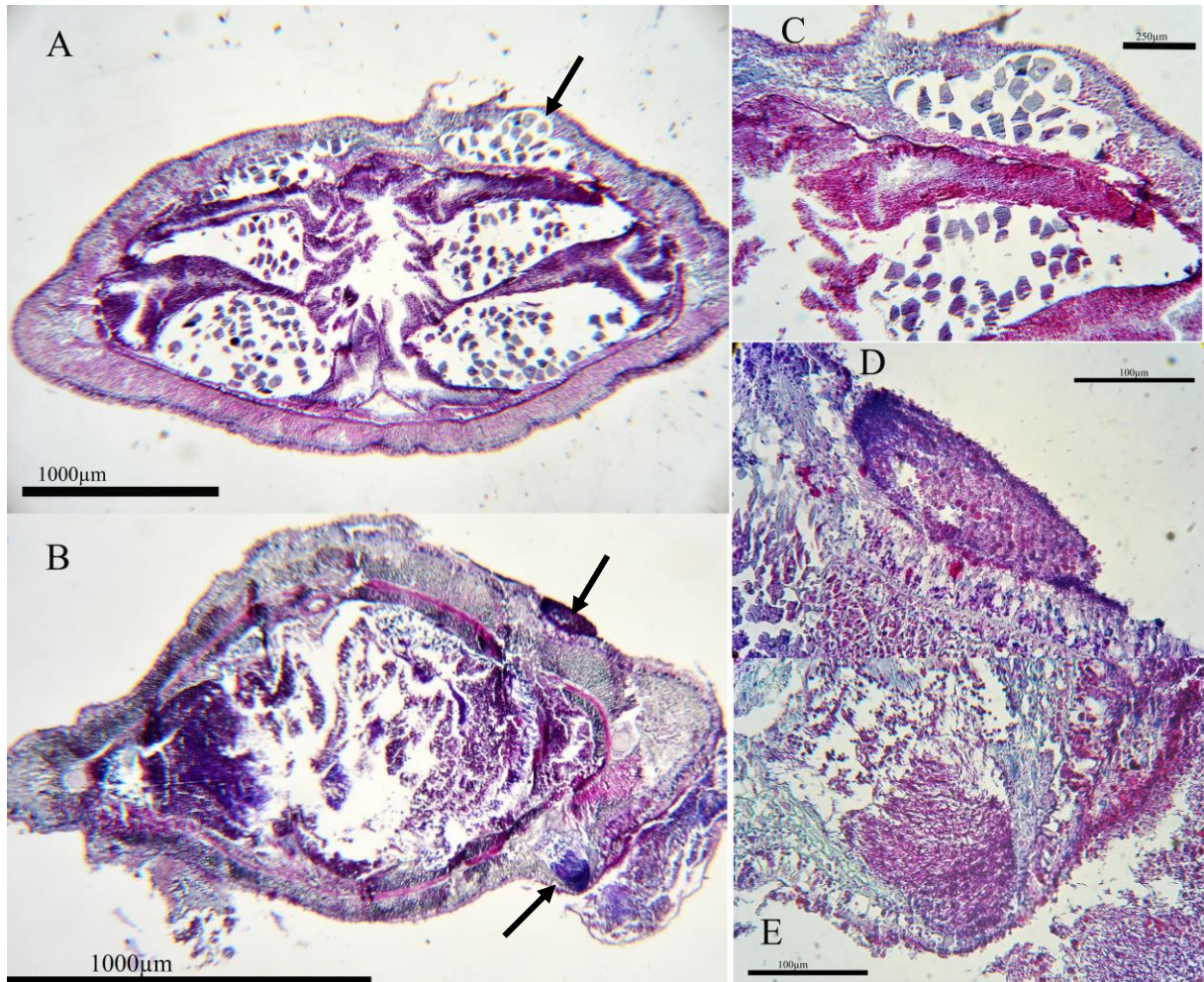


Figura 12. Secções transversais das gônadas de *Cerebratulus lineolatus* mostrando as vesículas de liberação de gametas. A: Secção transversal de fêmea, mostrando a vesícula (seta) na parte superior da secção; B: Secção transversal de macho, mostrando duas vesículas (setas), uma na região superior e uma na região inferior; C: Detalhe da vesícula de liberação de oócitos; D: Detalhe da vesícula de liberação de espermatozoides superior; E: Detalhe da vesícula de liberação de espermatozoides inferior. Coloração: tricrômico de Gômori. Exemplares: 22121406 e 22121401 respectivamente.

Externamente, foi possível observar a retenção parcial de gametas em apenas um indivíduo coletado no mês de junho (Figura 13). Essa retenção parece ocorrer devido a diferença na maturação dos gametas em diferentes segmentos das gônadas.

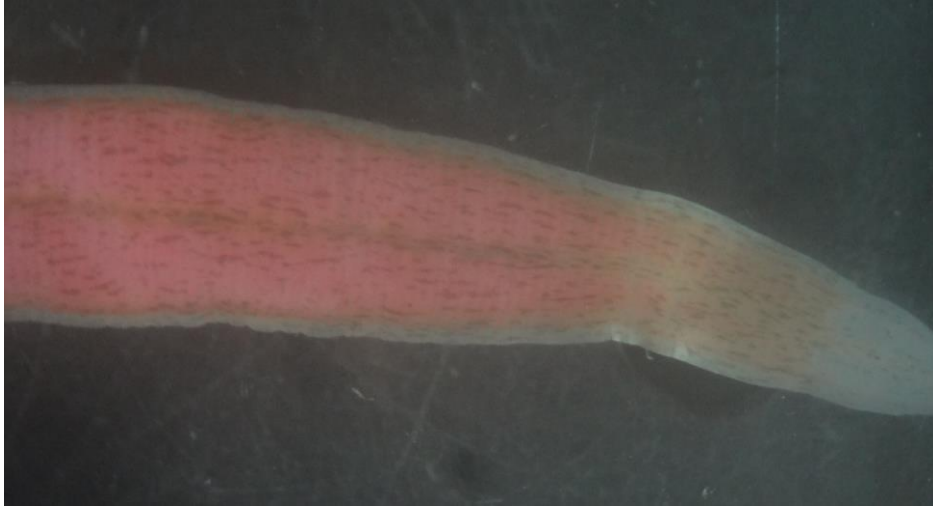


Figura 13. Visão externa da porção final das gônadas do exemplar 16061402 mostrando a retenção parcial dos gametas. Gônadas cheias com coloração rosa forte e gônadas vazias com coloração em amarelo.

### 3.3 Estrutura Populacional

No total, foram coletados 45 indivíduos, sendo 19 machos, 19 fêmeas e 7 de sexo indeterminado, devido à falta de caracteres sexuais presentes (Gráfico 4). A razão sexual da população é, portanto, de 1:1. A espécie *Cerebratulus lineolatus* foi encontrada durante todos os meses do ano, com exceção do mês de agosto. No mês de novembro foram coletados apenas machos, no mês de julho foram coletados apenas machos e indivíduos de sexo indeterminado. Ainda no mês de setembro, foram coletados apenas indivíduos de sexo indeterminado. A razão sexual mensal, apesar de apresentar diferenças, não foi estatisticamente diferente ( $p = 1$ ). O mês de maior abundância foi dezembro, quando oito indivíduos foram encontrados (Gráfico 4). Entretanto, de acordo com o teste Kruskal-Wallis, esses valores não possuem diferença estatisticamente significativa ( $H:10,73$ ,  $p: 0,443$ ). Logo, de acordo com esse teste, não há diferença na abundância de *Cerebratulus lineolatus* na praia da Pedra Rachada durante o ano.

Não foi encontrada correlação da pluviosidade com o aumento ou diminuição da abundância da população ( $p: 0,318$ ) (Gráfico 5). Também não foi encontrada correlação da abundância da população com temperatura da superfície do mar ( $p: 0,727$ ) (Gráfico 6).

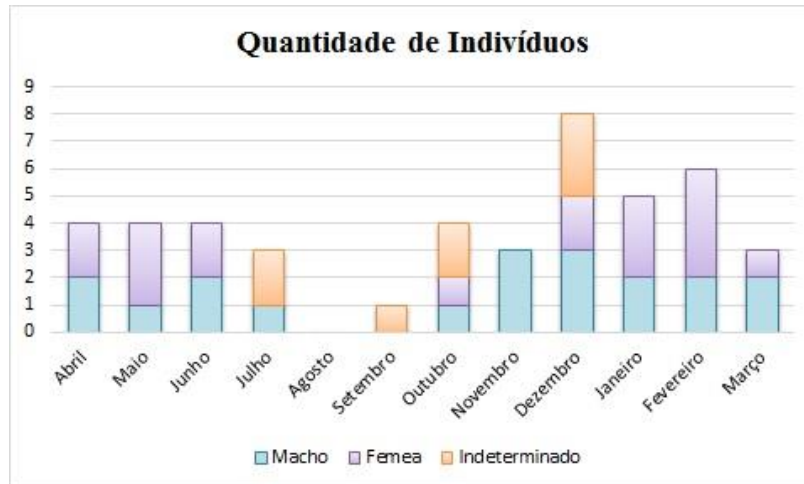


Gráfico 4: Quantidade de indivíduos de *Cerebratulus lineolatus* coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015, separados em machos, fêmeas e sexo indeterminado.

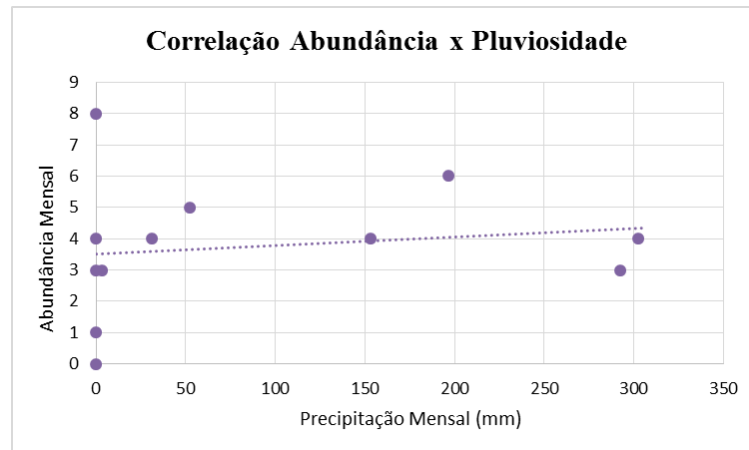


Gráfico 05. Correlação da abundância dos indivíduos de *Cerebratulus lineolatus* coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015, com os valores de precipitação mensal (mm).

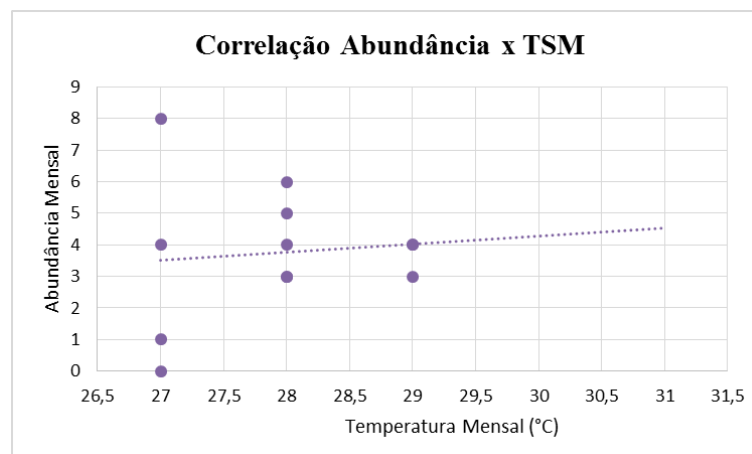


Gráfico 06. Correlação da abundância dos indivíduos de *Cerebratulus lineolatus* coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015, com os valores de temperatura da superfície do mar (TSM).

Quanto ao sedimento, todas as amostras possuíam quantidade de finos menor que 20%, por isso os finos foram descartados e atribuídos através do programa ANASED (Tabela 02). Os indivíduos parecem preferir areia grossa e média (46,34% e 41,46%, dos indivíduos respectivamente) (Tabela 03). Entretanto, o grau de seleção desse sedimento é bastante baixo, afinal 75,61% dos indivíduos foram coletados em sedimento muito pobremente selecionado (Tabela 04).

Tabela 02. Valores da análise granulométrica realizada no sedimento coletado junto aos indivíduos de *Cerebratulus lineolatus* coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015.

# Espécime	Granulometria / Média	Granulometria / Média	Granulometria / Seleção
28041401	'Areia Grossa'	1,912	'Muito pobremente selecionado'
28041402	'Areia Grossa'	0,9581	'Muito pobremente selecionado'
28041403	'Areia Grossa'	0,9035	'Muito pobremente selecionado'
28041404	'Areia Fina'	0,447	'Moderadamente selecionado'
16051401	'Areia Média'	0,8366	'Muito pobremente selecionado'
16051402	'Areia Grossa'	0,8334	'Muito pobremente selecionado'
16051403	'Areia Grossa'	1,1484	'Muito pobremente selecionado'
16051404	'Areia Muito Grossa'	2,3078	'Muito pobremente selecionado'
27071401	'Areia Média'	2,1558	'Pobremente selecionado'
27071402	'Areia Grossa'	1,895	'Muito pobremente selecionado'
27071403	'Areia Média'	1,2211	'Muito pobremente selecionado'
07091401	'Areia Grossa'	2,1828	'Muito pobremente selecionado'
07101401	'Areia Fina'	1,143	'Pobremente selecionado'
07101402	'Areia Média'	0,908	'Pobremente selecionado'
07101403	'Areia Grossa'	0,8556	'Muito pobremente selecionado'
07101404	'Areia Grossa'	0,8556	'Muito pobremente selecionado'
23111401	'Areia Grossa'	2,2713	'Pobremente selecionado'
23111402	'Areia Grossa'	1,1523	'Muito pobremente selecionado'
23111403	'Areia Média'	1,3064	'Pobremente selecionado'
22121401	'Areia Grossa'	0,9755	'Muito pobremente selecionado'
22121402	'Areia Média'	0,8228	'Muito pobremente selecionado'
22121403	'Areia Média'	0,0049	'Muito pobremente selecionado'
22121404	'Areia Grossa'	0,3183	'Muito pobremente selecionado'
22121405	'Areia Média'	0,9652	'Muito pobremente selecionado'
22121406	'Areia Média'	0,5431	'Pobremente selecionado'
22121407	'Areia Grossa'	1,1416	'Muito pobremente selecionado'
22121408	'Areia Média'	1,2254	'Pobremente selecionado'
21011501	'Areia Média'	0,7441	'Muito pobremente selecionado'
21011502	'Areia Média'	0,7441	'Muito pobremente selecionado'
21011503	'Areia Grossa'	0,9683	'Muito pobremente selecionado'
21011504	'Areia Grossa'	1,7801	'Muito pobremente selecionado'
21011405	'Areia Fina'	1,7183	'Pobremente selecionado'
05021501	'Areia Média'	0,7528	'Muito pobremente selecionado'

# Espécime	Granulometria / Média	Granulometria / Média	Granulometria / Seleção
05021502	'Areia Fina'	1,7318	'Pobrememente selecionado'
05021503	'Areia Grossa'	0,594	'Muito pobrememente selecionado'
05021504	'Areia Média'	1,0715	'Muito pobrememente selecionado'
05021505	'Areia Média'	1,5978	'Muito pobrememente selecionado'
05021506	'Areia Média'	1,1836	'Muito pobrememente selecionado'
21031501	'Areia Grossa'	-0,5445	'Muito pobrememente selecionado'
21031502	'Areia Grossa'	0,9605	'Muito pobrememente selecionado'
21031503	'Areia Média'	1,6061	'Muito pobrememente selecionado'

Tabela 03: Valores relativos da média granulométrica do sedimento associado a indivíduos de *Cerebratulus lineolatus* coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015.

Média Granulométrica	Areia Muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina
% de indivíduos	2,44	46,34	41,46	9,76

Tabela 04: Valores relativos do grau de seleção do sedimento associado a indivíduos de *Cerebratulus lineolatus* coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015.

Grau de Seleção	Muito Pobrememente Selecionado	Pobrememente Selecionado	Moderadamente Selecionado
% de indivíduos	75,61	21,95	2,44

Durante nove meses foram encontrados indivíduos com gametas maduros ou em estágio tardio de maturação. Entretanto, nos meses de dezembro e janeiro houve uma maior concentração de indivíduos maduros (37,5% em dezembro e 60% em janeiro). Nos meses de abril, maio, junho, fevereiro e março houve uma maior concentração de indivíduos em fase tardia de maturação (50%, 50%, 50%, 85% e 100% respectivamente) (Gráfico 7).

O tamanho dos machos variou entre 40 mm e 208 mm ( $98,6 \pm 35,6$ ), já o tamanho das fêmeas variou entre 37 mm e 173 mm ( $91,1 \pm 32,2$ ). Os menores indivíduos encontrados, de ambos os sexos, já possuíam gônadas maduras. Machos e fêmeas, entretanto, não possuem diferença de tamanho entre si (Kruskal-Wallis  $H$ : 0,803,  $p$ : 0,369. ANOVA  $F$ : 0,540,  $p$ : 0,467). O menor animal encontrado foi uma fêmea, no mês de junho. Já o maior, foi um macho no mês de novembro. Apesar disso, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os tamanhos dos indivíduos nos diferentes meses (ANOVA  $F$ : 0,5405,  $p$ : 0,4671).

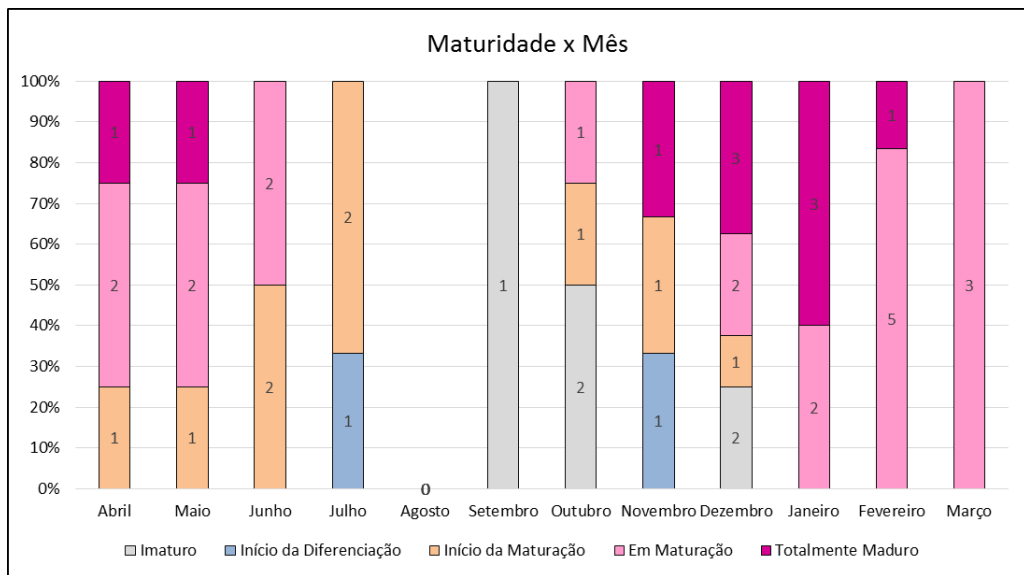


Gráfico 07. Histograma proporcional mensal da maturação das gônadas dos indivíduos de *Cerebratulus lineolatus* coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015.

Foram encontrados indivíduos que se encaixam em nove das onze classes de tamanho. Entretanto, 80% dos indivíduos encaixam-se em apenas quatro classes (Gráfico 8), indicando uma predominância de indivíduos de tamanhos semelhantes nessa região da praia.

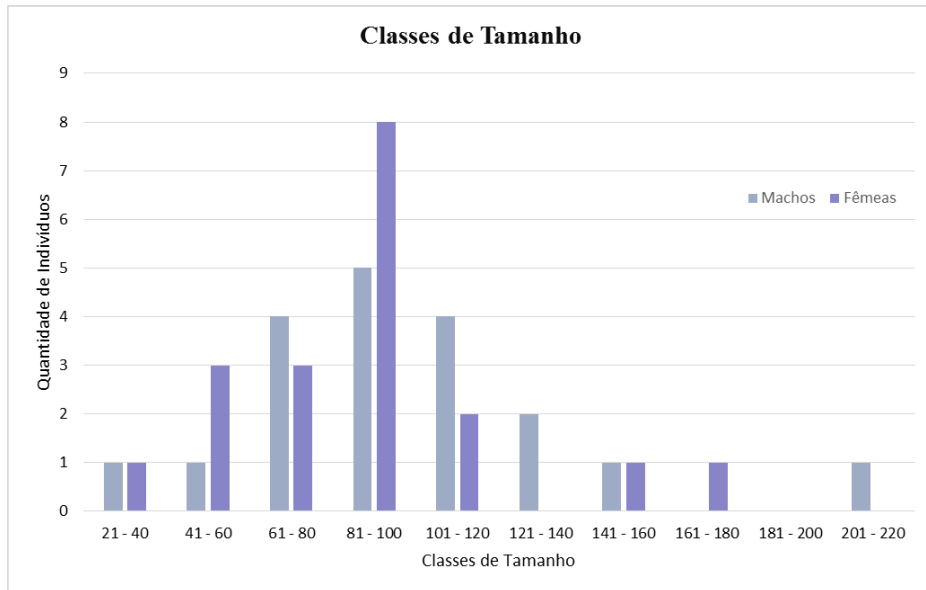


Gráfico 08. Histograma do número indivíduos de *Cerebratulus lineolatus* coletados na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará, NE do Brasil, entre abril de 2014 e março de 2015, em cada classe de tamanho, divididos entre machos e fêmeas.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização do Sistema Reprodutor

A distribuição das gônadas saculiformes encontrada é compatível com o encontrado para outras espécies com o mesmo modo de vida, espécies como *Cerebratulus lacteus*, *Micrura alaskensis* e *Lineus longissimus* (Stricker *et al.* 2001). É possível encontrar milhares de pares de gônadas em nemertíneos bentônicos de fecundação externa, enquanto em espécies pelágicas ou mesopsâmicas são encontrados menos de 10 pares de gônadas (Norenburg 1988; Norenburg & Roe 1998; Stricker *et al.* 2001).

Diferente do encontrado para outras espécies de nemertíneos, tais como *Amphiporus lactifloreus*, *Malacobdella arrokeana* e *Gononemertes australiensis*, onde existe diferença na coloração das gônadas masculinas e femininas maduras (Egan & Anderson 1979; Thiel & Dernerde 1996; Teso *et al.* 2006), na espécie *Cerebratulus lineolatus* a coloração das gônadas não depende do sexo ou maturação, apesar de apresentar-se em diferentes tonalidades. A falta de dimorfismo sexual aparente não é algo incomum entre nemertíneos (Gibson 1972; Stricker *et al.* 2001). Dessa forma, é possível supor que em *C. lineolatus* a coloração das gônadas mude de acordo com os nutrientes presentes na dieta, assim como ocorre na espécie de ouriço-do-mar *Psammechinus miliaris* (Müller) (Suckling *et al.* 2011), onde a diferença na concentração de carotenoides na dieta causa mudanças significativas na coloração das gônadas de machos e fêmeas.

A quantidade de oócitos encontrada em é compatível com o descrito por outros autores para espécies de fecundação externa, nessas espécies os gametas preenchem as gônadas em várias dúzias (Stricker *et al.* 2001). A quantidade de gametas encontrada nas gônadas masculinas também é compatível com o esperado para espécies que possuem um comportamento gregário durante a reprodução (Thiel & Junoy 2006). Logo, apesar de não ter sido observado nenhum grande agrupamento de indivíduos durante as coletas é possível supor que tais agrupamentos reprodutivos ocorram nessa espécie. Os espermatozoides não apresentaram diferença de coloração em nenhuma das baterias de coloração ou fases de amadurecimento, o que é esperado uma vez que esses gametas não passam por grandes transformações em seu conteúdo celular (Stricker & Folson 1998).

Assim como encontrado na espécie *Micrura alaskensis* (Stricker *et al.* 2001), na espécie *C. lineolatus* os oócitos permanecem ligados à parede da gônada quando imaturos e se soltam gradativamente conforme amadurecem, o que explica sua organização em bolsas durante a maturação. A mudança no formato dos oócitos após a liberação é algo conhecido também para *M. alaskensis* (Stricker *et al.* 2001). Como ocorre com outras espécies bentônicas (Gibson 1972), a liberação dos gametas se dá através de rupturas da parede do corpo, logo não há formação de gonóporos. Os oócitos, após a liberação, não são cobertos por nenhuma membrana, a região externa é composta por microvilosidades. Isso também ocorre em espécies como *M. alaskensis* e *Tubulanus polymorphus* (Stricker *et al.* 2001)

A falta de células foliculares, bem como qualquer outra célula ou órgão para estocagem e maturação de gametas, é algo comum entre os nemerténeos (Stricker 1982; Stricker *et al.* 2001) e o mesmo foi encontrado em *C. lineolatus*. Dessa forma, a vitelogênese nessa espécie provavelmente ocorre por via autossintética da mesma forma que ocorre em diversas outras espécies (Stricker *et al.* 2001).

Em *C. lineolatus*, o tamanho dos oócitos variam de 40 a 90µm enquanto que para outras espécies também bentônicas, os oócitos medem de 100 a 300µm (Stricker *et al.* 2001). A morfologia e a quantidade dos oócitos, entretanto, é semelhante. Em fêmeas maduras, os oócitos preenchem completamente a gônada com dúzias de oócitos prontos para a liberação, da mesma forma que ocorre em outras espécies (Thiel & Darnedde 1996). O menor tamanho dos oócitos pode estar relacionado à pequena quantidade de vitelo, também compatível com espécies bentônicas de fecundação externa (Turbeville, 1991).

Um fator que leva a crer que a espécie *C. lineolatus* é uma espécie de fecundação externa é a falta de gonóporos em machos e fêmeas, a falta de canais e órgãos especializados na fecundação e maturação dos ovos nas fêmeas e machos (Stricker *et al.* 2001). Os gametas maduros, assim como na maioria das espécies bentônicas (Gibson 1972) são liberados na coluna d'água, juntamente com muco, através de rupturas na parede do corpo na altura das gônadas maduras, dessa maneira não há formação de gonóporos. Espécies de fecundação externa apresentam várias dúzias de oócitos em cada gônada (Stricker *et al.* 2001). Além disso, foi observado uma fêmea de *C. lineolatus*, coletada na praia de Icapuí (Ceará), liberando seus gametas na coluna d'água durante a fixação (Obs. Pessoal) (Figura 15). Já a retenção parcial de gametas encontrada pode ser relacionada à diferença de maturação. Uma vez que em

espécies maiores nem todos os gametas ficam maduros simultaneamente (Thiel & Junoy 2006).



Figura 15. *Cerebratulus lineolatus* fêmea, coletada na praia de Ponta Grossa, Icapuí, Ceará, NE do Brasil, liberando seus oócitos durante a fixação em laboratório.

Diferente do encontrado por Stricker *et al.* (2001) não foi possível observar diferença na afinidade por corantes no citoplasma de oócitos pré-vitelogênicos e vitelogênicos. Isso se deve provavelmente ao não uso de soluções tamponantes durante a fixação dos exemplares ou devido a qualidade dos corantes utilizados. Já o nucléolo dos oócitos apresentou afinidade consistente com o encontrado em estudo anterior (Stricker *et al.* 2001), apresentando-se corado em rosa, devido aos ácidos nucléicos.

#### 4.2 Estrutura Populacional

A baixa quantidade de indivíduos coletados, apenas 45 durante todo o ano, já é algo esperado uma vez que a quantidade de nemertíneos encontrados nas praias do Ceará é sempre bastante baixa (Obs. pessoal). Nemertíneos são conhecidos por formarem populações bastante densas em locais de temperaturas amenas, como a região norte da costa leste americana (8 indivíduos / 1 m<sup>2</sup>) e do Chile (9 indivíduos / 5 m<sup>2</sup>) (Roe 1976; Thiel 1998). Logo, é possível que os nemertíneos prefiram locais de águas mais frias e, por conta disso, formem populações de

baixas densidades na zona entre marés do nordeste brasileiro. Uma outra explicação para a baixa abundância da população é que esta espécie seja habitante da região subtidal. Uma evidência disso é que exemplares de *C. lineolatus* já foram coletados em profundidades de até nove metros (Coe 1905). Além disso, a região da zona entre marés onde esses indivíduos foram coletados encontra-se úmida e sombreada mesmo durante as marés baixas de sizígia.

Apesar de apresentarem baixa abundância, foram encontrados indivíduos da espécie *C. lineolatus* durante todo o ano, sem diferença significativa na abundância da população durante os diferentes meses. Isso mostra que a densidade dessa espécie independe de variáveis bastante importantes para a maioria dos invertebrados marinhos bentônicos, como a pluviosidade (Pires-Vanin *et al.* 2011). Uma possível explicação para isso seja a natureza vágil dessa espécie (apesar de bentônica, possui grande capacidade de natação), uma vez que durante períodos desfavoráveis (como chuvas fortes) os indivíduos possam migrar para regiões mais profundas e menos susceptíveis a mudanças ambientais, retornando posteriormente para a zona entre marés em busca de alimento, como já foi encontrado para outras espécies de invertebrados (Lacerda *et al.* 2014). Esse também deve ser o motivo pelo qual a densidade dessa espécie independe da TSM, uma vez que em regiões mais profundas a temperatura tende a variar menos. Mesmo na zona entre marés a TSM pode não afetar esses indivíduos diretamente, uma vez que neste local há formação de um microclima causado pelas poças de maré e cobertura vegetal, onde a temperatura varia de acordo com a subida e descida da maré (Matthews-Cascon & Lotufo 2006). Esta é, ainda, mais uma evidência de que a população de *C. lineolatus* da Praia da Pedra Rachada seja residente da região subtidal, uma vez que nessa região tais fatores não têm grande influência. Dessa maneira, a ausência de indivíduos no mês de agosto é apenas um reflexo da ocorrência ocasional desses indivíduos na zona entre marés.

A razão sexual de 1:1 parece ser reflexo do modo reprodutivo dessa espécie, pois ambos os sexos não apresentam cuidado parental e produzem uma grande quantidade de gametas. Sendo assim, não há motivos biológicos para desvios na razão sexual da população (Santos *et al.* 2015). Já para espécies que apresentam fecundação interna, como *Lineus viridis*, são encontradas razões sexuais desviadas no sentido dos machos, 2:1 (von Doehren *et al.* 2012). Na espécie *Paranemertes peregrina* o desvio da razão sexual é no sentido das fêmeas, pois apesar dessa espécie apresentar fecundação externa os oócitos são grandes e possuem uma grande quantidade de vitelo, chegando a medir 235µm (Roe 1976), dessa forma são

produzidos em menor quantidade. Outros fatores que podem fazer com que a razão sexual não seja desviada são a taxa de mortalidade ser a mesma entre os sexos, assim como a taxa de crescimento (Johnson 2003).

A preferência dos indivíduos por areias grossa e média é reflexo de seu hábito vágil. Os nemertíneos da espécie *C. lineolatus* são predadores ativos e se enterram ativamente no sedimento para camuflagem. Assim, eles necessitam enterrar-se em um sedimento que permita uma rápida chegada à superfície. É comum em outras espécies o hábito de permanecer enterrados e se desenterrarem rapidamente para capturar presas (Thiel 1998). Em estudos anteriores (Coe 1905; Mendes 2016), foi relatado que *C. lineolatus* é encontrado em lama ou areia lamosa. Esses estudos, entretanto, não realizaram análises granulométricas, sendo essa classificação realizada visualmente. É possível, entretanto, que essa classificação tenha sido relatada de maneira errônea, uma vez que o sedimento em que esses indivíduos habitam seja pouco selecionado.

A presença de animais adultos durante todo o ano mostra que esta espécie é iterópara, algo já descrito por Coe (1905) ao mencionar que nemertíneos de maior porte geralmente se reproduzem durante vários anos (iteróparas), enquanto espécies de pequeno porte tendem a morrer após o primeiro evento reprodutivo. Outro fator que comprova a iteroparidade desta espécie é a presença de indivíduos em tamanhos semelhantes (reproduzindo-se ou não) durante diferentes períodos do ano (Thiel & Dornedde 1996).

Na maioria dos estudos sobre reprodução de nemertíneos, as espécies bentônicas apresentam picos de reprodução nos meses de primavera e/ou verão (Coe 1905; Riser 1974). No estudo de Coe (1905) com a espécie *C. lineolatus* o período reprodutivo foi definido como ocorrendo em agosto, outono no hemisfério norte. Neste estudo, entretanto, foram encontrados indivíduos reprodutores durante nove dos 12 meses de coleta, com picos reprodutivos no final do período de estiagem (dezembro e janeiro). O mesmo ocorre com a espécie *Paranemertes peregrina*, onde há picos reprodutivos na primavera e verão, porém a reprodução é contínua nos meses de inverno e outono com menor intensidade (Roe 1976). Isto não ocorre em espécies de fecundação interna, como *Lineus viridis*, onde existe apenas um evento reprodutivo anual, com indivíduos capazes de se reproduzir durante alguns anos (von Doehren *et al.* 2012). A falta de indivíduos reprodutores durante três meses pode ser um reflexo da

baixa quantidade de indivíduos coletados durante todo o estudo ou ainda da população ser residente da região subtidal, não da zona entre marés.

Os indivíduos encontrados possuem um tamanho compatível com o encontrado por Coe (1905) para a população do Oceano Pacífico, variando de 37mm a 208mm (Coe descreve a variação de tamanho entre 25mm e 200mm). A maioria dos indivíduos (80%) varia de tamanho entre 45mm e 118mm indicando uma mistura de indivíduos de diferentes idades na zona entre marés. Essas medidas podem ser utilizadas para reavaliação da estabilidade da população em futuros estudos (Thiel & Darnedde 1996). Entretanto não foram encontrados indivíduos em tamanhos menores que o tamanho mínimo de reprodução (o menor indivíduo encontrado mede 37mm e encontrava-se reprodutivo). Dessa forma, é possível supor que os juvenis, uma vez que são produzidos na coluna d'água, realizem sua metamorfose em outras áreas e migrem para a zona entre marés quando adultos, assim como encontrado para moluscos da espécie *Cerithidea rhizophorarum* (Potamididae) e camarões da espécie *Crangon crangon* (Crangonidae) (Daewel *et al.* 2011; Ota *et al.* 2013). Uma evidência disso é que os menores indivíduos coletados por Coe (1905) foram capturados através de dragagem a nove metros de profundidade.

## 5. CONCLUSÕES

Na espécie *Cerebratulus lineolatus*, machos e fêmeas não se diferenciam em tamanho, cor ou habitat logo, sendo possível identificar o sexo dos indivíduos apenas através de análises histológicas das gônadas durante seu período reprodutivo. Logo podemos concluir que não existe dimorfismo sexual nesta espécie.

Devido à falta de gonóporos e gonodutos, a presença de vesículas exportadoras de gametas e a grande quantidade de gametas encontrada em ambos os sexos é possível concluir que fertilização de *Cerebratulus lineolatus* é externa, com a liberação dos gametas ocorrendo através de quebras na parede do corpo.

A partir da observação de oócitos liberados em algumas secções e da observação de uma fêmea liberando seus gametas durante a fixação, pode-se concluir que a liberação dos gametas se dá diretamente na coluna d'água, não havendo formação de cordões gelatinosos.

A baixa abundância da população, bem como a ausência de juvenis durante todo o estudo nos leva a concluir que a população habita a zona subtidal. Sendo assim, a população presente na zona entre marés não é residente, sendo dominada por indivíduos adultos.

A ausência de desvios na razão sexual, a semelhança de tamanhos de machos e fêmeas e a quantidade de gametas encontrada nos mostra que machos e fêmeas investem quantidades de energia semelhantes na reprodução.

A presença de indivíduos adultos durante todo o ano, bem como a presença de indivíduos reprodutivos durante nove dos doze meses de estudo, leva a conclusão de que a espécie é iterópara, reproduzindo-se durante todo o ano, com picos reprodutivos em dezembro e janeiro.

Por fim, não há desvios na razão sexual da população, um forte indicativo de que a mesma encontra-se em equilíbrio nesta região, apesar dos impactos antrópicos bastante presentes na praia da Pedra Rachada.

## REFERÊNCIAS

- AMERONGEN, H.M.; CHIA, F-S. Behavioural evidence for a chemoreceptive function of the cerebral organs in *Paranemertes peregrina* Coe (Hoploneurtea: Monostylifera). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 64, n. 1, p. 11-16, 1982.
- ANDRADE, S.C.S., STRAND, M., SCHWARTZ, M., CHEN, H., KAJIHARA, H., DÖHREN, J.V., SUN, S., JUNOY, J., THIEL, M., NORENBURG, J.L., TURBEVILLE, J.M., GONZALO, G. & SUNDBERG, P. Disentangling ribbon worm relationships: multi-locus analysis supports traditional classification of the phylum Nemertea. **Cladistics**. v. 28, p. 141–159, 2012.
- CAPLINS, S.; PENNA-DIAZ, M.A.; GODOY, E.; VALDIVIA, N.; TURBEVILLE, J.M.; THIEL, M. Activity patterns and predatory behavior of an intertidal nemertean from rocky shores: *Prosorhochmus nelsoni* (Hoploneurtea) from the Southeast Pacific. **Marine Biology**. v. 159, p. 1363–1374, 2012.
- COE WR. On the anatomy of a species of nemertean (*Cerebratulus lacteus* Verrill), with remarks on certain other species. **Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences**. v. 9, p. 479–514, 1895.
- COE, W. R. Nemerteans of the west and northwest coasts of America. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College**. v. 47, p. 1-318, 1905.
- DAEWEL, U.; SCHRUM, C.; TEMMING, A. Towards a more complete understanding of the life cycle of brown shrimp (*Crangon crangon*): modelling passive larvae and juvenile transport in combination with physically forced vertical juvenile migration. **Fisheries oceanography**. v. 20, n. 6, p. 479-496, 2011.
- EGAN, E. A.; ANDERSON, D. T. The reproduction of the entozoic nemertean *Gononemertes australiensis* Gibson (Nemertea: Hoplonemertea: Monostylifera) - Gonads, gametes, embryonic development and larval development. **Australian Journal of Marine and Freshwater Research**. v. 30, p. 661–681, 1979.
- GIBSON, R. **Nemerteans**. Hutchinson, London. 1972.
- GIRIBET, G.; DUNN, C. W.; EDGECOMBE, G. D.; HEJNOL, A.; MARTINDALE, M. Q.; ROUSE, G. W. Assembling the spiralian tree of life. In: M. J. TELFORD; D. T. J. LITTLEWOOD (Org.). **Animal Evolution: Genomes, Fossils and Trees**. Oxford, UK: Oxford University Press, 2009. p. 52–64.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**. v. 4, p.1-9, 2001. Disponível em: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm). Acesso em: 28 out. 2015.
- JOHNSON, P. T. J. Biased sex ratios in fiddler crabs (Brachyura. Ocypodidae): a review and evaluation of the influence of sampling method, size class and sex-specific mortality. **Crustaceana**. v. 76, n. 5, p. 559–580, 2003.

- KICKLIGHTER, C.E; HAY, M.E. Integrating prey defensive traits: contrasts of marine worms from temperate and tropical habitats. **Ecological Monographs**. v. 76, n. 2, p. 195–215, 2006.
- KVIST, S.; LAUMER, C.E.; JUNOY, J.; GIRIBET, G. New insights into the phylogeny, systematics and DNA barcoding of Nemertea. **Invertebrate Systematics**. v. 28, p. 287–308, 2014.
- LACERDA, C.H.F.; BARLETTA, M.; DANTAS, D.V. Temporal patterns in the intertidal faunal community at the mouth of a tropical estuary. **Journal of Fish Biology**. v. 85, p. 1571–1602, 2014.
- MATTHEWS-CASCON, H.; LOTUFO, T. M.C. **Biota marinha da costa oeste do Ceará**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.
- McDERMOTT, J.J. Status of the Nemertea as prey in marine ecosystems. **Hydrobiologia**. v.456, p. 7–20, 2001.
- MENDES, C.B.; MATTHEWS-CASCON, H.; NORENBURG, J.L. New records of ribbon worms (Nemertea) from Ceará, Northeast Brazil. **Zootaxa**. v. 4061, n. 2, p. 146–156, 2016
- NORENBURG, J.L. Nemertina, *In*: Higgins, R.P. & Thiel, H. (Org.) **Introduction to the Study of Meiofauna**. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1988. p. 287-292.
- NORENBURG, J. L.; ROE, P. Reproductive biology of several species of recently collected pelagic nemerteans. **Hydrobiologia**. v. 365, n. 1-3, p. 73-91, 1998.
- PIRES-VANIN, A.M.S.; MUNIZ, P.; LÉO, F.B.De. Benthic macrofauna structure in the northeast area of Todos Os Santos bay, Bahia state, Brazil: patterns of spatial and seasonal distribution. **Brazilian journal of oceanography**. v. 59, n. 1, p.27-42, 2011.
- RISER, N. W. Nemertinea. *In*: Giese, A. C. and Pearse, J. S. (Org.). **Reproduction in Marine Invertebrates**. 1 ed. Nova Iorque: Academic Press, 1974. p. 359–389.
- ROE, P. Life history and predator-prey interactions of the nemertean *Paranemertes peregrina* Coe. **Biological bulletin**. v. 150, p. 80-160, 1976.
- ROE, P. Aspects of development and occurrence of *Carcinonemertes epialti* (Nemertea) from shore crabs in Monterey bay, California. **Biological bulletin**, v. 156, p. 130-140, 1979.
- ROE, P. Aspects of the biology of *Pantinonemertes californiensis*, a high intertidal nemertean. **Hydrobiologia**. v. 266, p. 29–44, 1993.
- SANTOS, A.P.F.; BOCHINI, G.L.; COSTA, C.H.; COSTA, R.C. Population parameters and the relationships between environmental factors and abundance of the *Acetes americanus* shrimp (Dendrobranchiata: Sergestidae) near a coastal upwelling region of Brazil. **Brazilian journal of oceanography**. v. 63, n. 3, p. 229-238, 2015.
- STRICKER, S. A. The morphology of *Paranemertes sanjuanensis* sp. n. (Nemertea, Monostilifera) from Washington, USA. **Zoologica Scripta**. v. 11, p. 107–115, 1982.

- STRICKER, S.A. An Ultrastructural-Study of Oogenesis, Fertilization, and Egg-Laying in a Nemertean Ectosymbiont of Crabs, *Carcinonemertes epialti* (Nemertea, Hoplonemertea). **Canadian Journal of Zoology**. v. 64, n. 6, p. 1256-1269, 1986.
- STRICKER, S.A.; FOLSON, M. A comparative ultrastructural analysis of spermatogenesis in nemertean worms. **Hydrobiologia**. v. 365, p. 55-72, 1998.
- STRICKER, S.A.; SMYTHE, T.L. Multiple triggers of oocyte maturation in nemertean worms: The roles of calcium and serotonin. **Journal of experimental zoology**. v. 287, n. 3, p.243–261, ago. 2000.
- STRICKER, S.A.; SMYTHE, T.L. 5-HT causes an increase in cAMP that stimulates, rather than inhibits, oocyte maturation in marine nemertean worms. **Development**. v. 128, p. 1415–1427, abr. 2001.
- SMYTHE, T. L.; STRICKER, S. A. Germinal vesicle breakdown is not fully dependent on MAPK activation in maturing oocytes of marine nemertean worms. **Molecular reproduction and development**. v. 70, n. 1, p. 91-102, 2005.
- STRICKER, S.A.; SWANN, K.; JONES, K.T.; FISSORE, R.A. Injections of Porcine Sperm Extracts Trigger Fertilization-like Calcium Oscillations in Oocytes of a Marine Worm. **Experimental Cell Research**. v. 257, p. 341–347, 2000.
- STRICKER, S.A.; SMYTHE, T.L.; MILLER, L.; NORENBURG, J.L. Comparative biology of oogenesis in nemertean worms. **Acta Zoologica**. v. 82, n. 3, p. 213-230, 2001.
- STRICKER, S.A.; CLINE, C.; GOODRICH, D. Oocyte maturation and fertilization in marine nemertean worms: Using similar sorts of signaling pathways as in mammals, but often with differing results. **Biological Bulletin**. v. 224, n. 3, p. 137-155, 2013.
- SUCKLING, C.C; SYMONDS, R.C.; KELLY, M.S.; YOUNG, A.J. The effect of artificial diets on gonad colour and biomass in the edible sea urchin *Psammechinus miliaris*. **Aquaculture**. v. 318, p. 335–342, 2011.
- TESO, V.S.; BIGATTI, G; BAZTERRICA, M.C.; CIOCCO, N.F.; PENCHASZADEH, P.E. The reproductive cycle of the entocommensal nemertean *Malacobdella arrokeana* and its symbiosis with the geoduck *Panopea abbreviate*. **Invertebrate Biology**. v. 125, n. 4, 2006.
- THIEL, M. Nemertines as predators on tidal flats – High Noon at low tide. **Hydrobiologia**. v. 365, p. 241–250, 1998.
- THIEL, M.; DERNEDDE, T. Reproduction of *Amphiporus lactifloreus* (Hoplonemertini) on tidal flats: implications for studies on the population biology of nemertines. **Helgoländer Meeresuntersuchungen**. v. 50, n. 3, p. 337-351, 1996.
- THIEL, M.; JUNOY, J. Mating behavior of nemerteans: present knowledge and future directions. **Journal of Natural History**. v. 40, n. 15-16, p. 1021-1034, 2006.
- THIEL, M.; KRUSE, I. Status of the Nemertea as predators in marine

ecosystems. **Hydrobiologia**. v. 456, n. 1-3, p. 21-32, 2001.

THIEL, M.; ULLRICH, N.; VÁSQUEZ, N. Predation rates of nemertean predators: the case of a rocky shore hoplonemertean feeding on amphipods. **Hydrobiologia**. v. 456, n. 1-3, p. 45-57, 2001.

THOLLESSON, M.; NORENBURG, J.L. Ribbon worm relationships: a phylogeny of the phylum Nemertea. **The Royal Society**. v. 270, p. 407–415, 2003.

TURBEVILLE, J. M. Nemertinea. *In*: HARRISON, F. W.; BOGITSCH, B. J. (Org.). **Microscopic Anatomy of Invertebrates: Platyhelminthes and Nemertinea**. 3 ed. Nova Iorque: Wiley-Liss, 1991. p. 285–328.

TURBEVILLE, J. M. 1999. Nemertea *In*: Knobil, E. and Neill, J. D. (Org.). **Encyclopedia of Reproduction**. Vol. 3. San Diego, CA: Academic Press. p. 341–349.

OTA, N.; KAWAI, T.; HASHIMOTO, A. Recruitment, growth, and vertical distribution of the endangered mud snail *Cerithidea rhizophorarum* A. Adams, 1855: implications for its conservation. **Molluscan research**. v. 33, n. 2, p. 87-97, 2013.

VON DOEHREN, J.; BECKERS, P.; BARTOLOMAEUS, T. Life history of *Lineus viridis* (Muller, 1774) (Heteronemertea, Nemertea). **Helgol Marine Research**. v. 66 p. 243–252, 2012.

WANG, X.Y; AUSIO, J. Histones are the major chromosomal protein components of the sperm of the nemerteans *Cerebratulus californiensis* and *Cerebratulus lacteus*. **Journal of experimental zoology**. v. 290, n. 4, p. 431-436, set. 2001.