



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE BRAGANÇA
INSTITUTO DE ESTUDOS COSTEIROS**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA AMBIENTAL
MESTRADO EM BIOLOGIA DE ORGANISMOS DA ZONA COSTEIRA
AMAZÔNICA**

ÁLVARO JOSÉ DE ALMEIDA PINTO

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Sabellaria wilsoni* (POLYCHAETA:
SABELLARIDAE) NA ILHA DE ALGODOAL-MAIANDEUA (PARÁ)**

**Bragança – PA
2011**

ÁLVARO JOSÉ DE ALMEIDA PINTO

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Sabellaria wilsoni* (POLYCHAETA:
SABELLARIDAE) NA ILHA DE ALGODOAL-MAIANDEUA (PARÁ)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Ambiental como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre Biologia de Organismos da Zona Costeira Amazônica.

Orientador: Prof. Dr. José Souto Rosa Filho

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Auxiliadora Pantoja Ferreira

Bragança – PA

2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)
Biblioteca Geól. Rdº Montenegro G. de Montalvão

-
- P659b Pinto, Álvaro José de Almeida
Biologia reprodutiva de *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta: Sabellaridae) na ilha de Algodoal-Maiandeuá (Pará) / Álvaro José de Almeida Pinto; orientador: José Souto Rosa Filho; co-orientadora: Maria Auxiliadora Ferreira Pantoja. – 2011
65 f. : il.
Dissertação (mestrado em biologia ambiental) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Estudos Costeiros, Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental, Bragança, 2011.
1. Polychaeta. 2. Reprodução iteropára. 3. Distúrbios ambientais. 4. Zona costeira. I. Rosa Filho, José Souto, Orient. II. Pantoja, Maria Auxiliadora Ferreira, *coorient.* III. Universidade Federal do Pará. IV. Título.

CDD 20º ed.: 592.62 098115

ÁLVARO JOSÉ DE ALMEIDA PINTO

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Sabellaria wilsoni* (POLYCHAETA: SABELLARIDAE) NA ILHA DE ALGODOAL-MAIANDEUA (PARÁ)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Ambiental como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre Biologia de Organismos da Zona Costeira Amazônica.

Data da aprovação: 01 de Novembro de 2011

Conceito: _____

Banca examinadora:

Prof. José Souto Rosa Filho (Orientador)
Doutor em Oceanografia Biológica
Universidade Federal do Pará

Prof^a. Maria Auxiliadora Pantoja Ferreira (Co-orientadora)
Doutora em Biologia Parasitária
Universidade Federal do Pará

Prof. Colin Robert Beasley (Titular)
Doutor em Biological Sciences Ecology
Universidade Federal do Pará

Prof^a. Cristiana Ramalho Maciel (Titular)
Doutora em Aqüicultura.
Universidade Federal do Pará

Prof^a. Erminda da Conceição Guerreiro Couto (Titular)
Doutora em Zoologia
Universidade Estadual de Santa Cruz (BA)

Prof. James Tony Lee (Suplente)
Doutor em Biologia
Universidade Federal do Pará

A minha família irmão, cunhada, e sobrinha e em especial a Eliete Pinto (Mãe), pelos ensinamentos e princípios repassados, e a Dani pela ajuda e auxílio nos momentos cruciais.

AGRADECIMENTOS

À grande força criadora da vida, Deus, pela imensa energia e saúde que me deu para realizar minhas tarefas e completar meus objetivos.

A CAPES, pela concessão da bolsa de Mestrado.

Ao professor e amigo José Souto Rosa Filho, pelas valiosas orientações, que me ajudarão e me ajudam a crescer profissionalmente, por sua confiança, em meu trabalho que possibilitou um crescimento e amadurecimento profissional e por sua amizade.

A professora Maria Auxiliadora que nos momentos cruciais me ajudou muito, e em muito contribuiu para a finalização desta etapa. O meu muito obrigado.

Aos membros da banca Profa. Erminda Couto, Profa. Cristiana Maciel, Prof. Colin Beasley, e Prof. James Lee, pelas valiosas contribuições e conselhos.

Aos membros do laboratório de técnicas de histologia geral, particularmente a Lia e a Carol, que me auxiliaram muito nos procedimentos histológicos, e claro bons momentos de descontração.

Ao programa de pós-graduação em Biologia Ambiental, por me proporcionar infra-estrutura de qualidade para que fosse possível desenvolver meus estudos.

A todos os membros do Laboratório de Oceanografia Biológica, Rose, Mayk, Cesar, Vivi, Tati, Manu (Pernambucana), Prof^a. Virag, Simão, e claro a Daí, pela ajuda e força em todos os momentos que precisei. Muito obrigado!

Aos amigos da "Oceano" Diego, Prof. Tiago Brito, Malandro, ao meu amigo Alexandre Marques e sua digníssima Emanuelle Marques, pela amizade e apoio em vários momentos.

Aos amigos de Bragança City, Adjalbas, Ellen por sua hospitalidade em sua casa quando precisei a Thainara, Lika, Natalha, Dante, Salene, enfim a todos que contribuirão de forma direta ou indireta por esta etapa vencida. E gostaria de agradecer pela convivência, amizade e varias festas realizadas, principalmente pelas casquinhas de raia consumidas no Bemquerença.

Aos meus familiares pela força dada em todos os momentos, que em muito me ajudarão a conquistar meus objetivos.

A Dani que apesar de pouco tempo juntos, vem demonstrando muita paciência e compreensão para com minha profissão, e me ajuda muito em todos os aspectos, muito obrigado, pela amizade, companheirismo, carinho, afeto, amizade e amor.

RESUMO

O Polychaeta *Sabellaria wilsoni* ocorre a partir do Golfo do México até a Argentina, e constroi recifes de areia da zona intertidal até 25 m de profundidade. Esses recifes desempenham um papel importante na estruturação e funcionamento dos ecossistemas de praias arenosas na Costa da Amazônia. Este trabalho estudou a biologia reprodutiva de *S. wilsoni* na Ilha de Algodal (PA, Brasil), descrevendo proporção entre os sexos, o processo gametogénicos e o período de reprodução. A amostragem ocorreu mensalmente entre maio de 2008 e abril de 2009. No laboratório 100 indivíduos foram escolhidos aleatoriamente e medidos (comprimento total - a partir do opérculo até o início do funil anal), e destes, 20 foram preparados para estudo histológico. As lâminas foram observadas em microscópio óptico para descrever estruturas reprodutivas, e para determinar o sexo e estágio de maturação. O tamanho dos organismos variou de $4,5 \pm 1,89$ milímetros para $11,5 \pm 2,83$ mm, com as fêmeas maiores e mais numerosas do que os machos (razão sexual 0.6:1 - M: F). Os gametas femininos se desenvolvem nas projeções dos vasos sanguíneos e são posteriormente liberadas no celoma. Nos machos a espermatogênese é associada aos septos intersegmentares, e o esperma é liberado no celoma. Gametas são liberados no meio externo por meio de nefrídios e a fecundação é externa. A reprodução ocorre durante todo o ano com picos em setembro-novembro e março-abril. As o principal fator para reprodução, é um aumento na hidrodinâmica em agosto, como uma adaptação do Polychaeta para a destruição de recifes futuro, que ocorre entre outubro e novembro, e um aumento de espaço disponível para a colonização, depois da destruição de recifes.

Palavras-chave: Polychaeta. Reprodução iteropára. Distúrbios ambientais. Zona costeira.

ABSTRACT

The Polychaeta *Sabellaria wilsoni* occurs from the Gulf of Mexico to Argentina, building sandy reefs from the intertidal zone to 25 m depth. These reefs play an important role in structuring and functioning of sandy beach ecosystems in the Amazon Coast. This work studied the reproductive biology of *S. wilsoni* in Algodual Island (PA, Brazil), describing sex ratio, gametogenic process and breeding period. Sampling occurred monthly between May 2008 and April 2009. In the laboratory 100 individuals were randomly chosen and measured (total length – from the operculum to the beginning of the anal funnel); and from these, 20 specimens were prepared for histological studies. Slides were observed under optical microscope to describe reproductive structures, and to determine sex and maturation stage (based on a four grade scale). The size of organisms ranged from 4.5 ± 1.89 mm to 11.5 ± 2.83 mm, with females larger and more numerous than males (sex ratio 0.6:1 - M:F). Female gametes develop on projection of blood vessels and are subsequently released into the coelom. In males spermatogenesis is associated with intersegmental septa wall, and sperm is released into the coelom. Gametes are released to the environment through nephridia and fertilization is external. Reproduction occurs all year round with peaks on September-November and March-April. The main cues to reproduction are an increase in hydrodynamics on August, as an adaptation of the Polychaeta to the future reef destruction, which occurs between October and November; and an increase of space available for colonization, after the reef destruction.

Keywords: Polychaeta, reproduction iteroparous, environmental disturbances, the coastal zone.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 2.1 - Direção e intensidade predominantes dos ventos ao longo do período de estudo. Dados da Estação Metrológica de Tracuateua, INMET-Brasil. (A) abril a junho de 2008. (B) julho a setembro de 2008. (C) outubro a dezembro de 2008. (D) janeiro a fevereiro de 2009. 30
- Figura 2.2 - Tamanho de *Sabellaria wilsoni* entre maio de 2008 e abril de 2009 na ilha de Agodoal-Maiandeuá (PA). As barras verticais indicam o desvio padrão 31
- Figura 2.3. Tamanho de machos e fêmeas de *Sabellaria wilsoni* entre maio de 2008 e abril de 2009 em Algodão-Maiandeuá (PA). As barras verticais indicam o desvio padrão..... 32
- Figura 2.4. Proporção de machos, fêmeas e indivíduos com sexo indeterminado de *Sabellaria wilsoni* entre maio de 2008 e abril de 2009 na Ilha de Algodão-Maiandeuá (PA). O asterisco indica desvio significativo da proporção de 1:1..... 33
- Figura 2.5. Proporção de machos e fêmeas de *Sabellaria wilsoni* por classe de comprimento, na Ilha de Algodão- Maiandeuá (PA). O asterisco indica desvio significativo da proporção de 1:1..... 34
- Figura 2.6. Detalhe da cavidade celomática de fêmea de *Sabellaria wilsoni*, na Ilha de Algodão/ Maiandeuá (PA). A) Arranjo interno: (Bu) Bulbo digestivo; (T) Tubo digestivo; (S) Segmentos abdominais; (seta grossa) Septos intersegmentares; (PM) Parede muscular. B) Arranjo reprodutivo no segmento: (seta grossa) Septo intersegmentar; (*) Vasos sanguíneos; (seta fina) Ovogônias; (PV) Ovócitos pré-vitelogênicos; (V) Ovócitos em vitelogênese e (M) ovócitos vitelogênicos..... 35
- Figura 2.7. Detalhe da cavidade celomática do segmento do macho de *Sabellaria wilsoni*, Ilha de Algodão-Maiandeuá (PA). A) Estrutura segmentar: (Ac) Arranjo cordonal; (c) Célula de suporte do celoma; (sg) Espermatogônia; (sc) Espermatócito; (sz) Espermatozóide. B) Disposição das células reprodutivas: (st) Espermátide; (sz) Espermatozóides; (c) Células de suporte do celoma..... 37

Figura 2.8. Estágios de desenvolvimento gonadal de machos (B, D, F e G) e fêmeas (A, C, E e G) de *Sabellaria wilsoni* na ilha de Algodual-Maiandeuá (PA). (A e B) Desenvolvimento inicial; (C e D) Em maturação; (E e F) Maduro;(G) Desovando; (H) Espermiando; (S) Segmento; (Seta grossa) Septo intersegmentar; (*) Vasos sanguíneos; (Seta fina) Ovogônias; (PV) Ovócitos Pré-vitelogênicos; (V) Ovócitos em vitelogênese; (M) Ovócitos Vitelogênicos; (P) Parapódios; (sg) Espermatogônias; (sc) Espermatócitos; (sz) Espermatozóides; (T) Tubo digestivo..... 38

Figura 2.9. Estágios reprodutivos das fêmeas de *Sabellaria wilsoni*, no período de maio 2008 a abril 2009 na ilha de Algodual-Maiandeuá (PA). A) estágios gonadais. (DI) desenvolvimento inicial; (EM) em maturação; (M) maduro; (DE) desovando. B) Número de ovócitos. (PV) pré-vitelogênico; (EMV) em vitelogênese; (VIT) vitelogênico; (Total) número total médio de ovócitos por fêmea..... 41

Figura 2.10. Estágios reprodutivos das machos de *Sabellaria wilsoni*, no período de maio 2008 a abril 2009 na Ilha de Algodual-Maiandeuá (PA). (DI) desenvolvimento inicial; (EM) em maturação; (M) maduro; (ES) espermiando..... 42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Descrição dos estágios de gametogênese de fêmeas e machos de <i>Sabellaria wilsoni</i> na ilha de Algodual-Maiandeuá (PA)	21
Tabela 2.1. Valores de precipitação pluviométrica, salinidade, quantidade de material em suspensão na água e intensidade dos ventos para o período de maio de 2008 a abril de 2009 na ilha de Algodual-Maiandeuá (PA)	29
Tabela 2.2. Correlação entre o número total de organismos reproduzindo, número de machos e fêmeas reproduzindo, número de ovócitos pré-vitelogênicos, em vitelogênese e vitelogênicos de <i>Sabellaria wilsoni</i> , na Ilha de Algodual/ Maiandeuá (PA). O asterisco indica correlação significativa.....	43

SUMÁRIO

1.	CAPITULO I	13
1.1.	INTRODUÇÃO GERAL	14
1.2.	METODOLOGIA GERAL	18
1.2.1.	Área de estudo.....	18
1.2.2.	Procedimento decampo.....	19
1.2.3.	Procedimento de laboratório.....	19
1.2.4.	Análise de dados.....	20
2.	CAPITULO II	21
	Biologia Reprodutiva de <i>Sabellaria wilsoni</i> na Ilha de Algodal-Maiandeuá, um importante estruturador de escossistema no estuário Amazônico (PA, Brasil).	
2.1.	RESUMO	23
2.2.	INTRODUÇÃO	24
2.3.	MATERIAL E MÉTODOS	27
2.4.	RESULTADOS	28
2.5.	DISCUSSÃO	44
2.6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
3.	CAPITULO III	58
3.1.	CONCLUSÕES GERAIS.	59

REFERENCIAS

CAPITULO 1

1.1. INTRODUÇÃO GERAL

O Filo Annelida é constituído por vermes segmentados com homologia seriada (BRUSCA; BRUSCA, 2007), composto pelas classes Clitellata e Polychaeta, sendo a última a mais abundante, com mais de 10.000 espécies, descritas em 81 famílias (FAUCHALD; ROUSE, 1997; ROUSE; PLEIJEL, 2006). Os poliquetas podem ser de vida livre, errantes ou sedentários, ocorrendo em ambientes de água doce, salobra e salgada, ainda que a maioria das espécies seja de vida livre e marinha, com distribuição desde água rasa até grandes profundidades (ROUSE ; PLEIJEL, 2001).

Entre os sedentários, Sabellariidae Johnston, 1865 é uma das famílias mais diversas (BEESLEY; ROSS; GLASBY, 2000). Os organismos desta família vivem em tubos formados por grãos de areia cimentados, possuem corpo curto dividido em regiões distintas (pedúncular, opercular, paratorácica, torácica, abdominal e caudal) e ocorrem desde a zona entre-marés até 4.825 metros de profundidade (KIRTLEY, 1994). Quando vivos geralmente apresentam coloração verde, vermelho-esverdeada ou branca (KIRTLEY, op.cit.). A presença de manchas ocelares vermelhas, marrons e pretas, pode ser observada ao longo do corpo de algumas espécies (LANA; GRUET, 1989).

Uma característica marcante dos Sabellariidae é sua capacidade de formar extensos recifes em zonas entre-marés e sublitoral raso (BEESLEY; ROSS; GLASBY, 2000). Estes recifes constituem ambientes consolidados com elevada diversidade biológica, uma vez que oferece local de residência, proteção e alimento, permitindo que muitas espécies ocupem áreas anteriormente desprovidas de fauna, como a zona de arrebentação de algumas praias (GORE et al., 1978; ZAMORANO et al., 1995). Os recifes são também

capazes de alterar a hidrodinâmica e as características do substrato nos locais onde ocorrem (SCHOLL, 1958; GRAM, 1968). A capacidade de modificação e estruturação dos ambientes e comunidades biológicas faz com que os Sabellariidae sejam considerados importantes engenheiros de ecossistemas (COMMITO et al., 2005).

Segundo Fonteles Filho (2011) estudos sobre dinâmica de populações são baseados em estimativas de modificações sofridas por uma determinada população, sob pressão natural ou antrópica, em um determinado período de tempo. Tais estudos são fundamentais para o conhecimento e compreensão do papel dos organismos na estruturação e funcionamento de comunidades biológicas e incluem estimativas de natalidade, mortalidade e crescimento, além de aspectos reprodutivos.

A reprodução tem por objetivo assegurar a descendência, sendo utilizada pelos organismos para estender a matéria viva no tempo e no espaço (LEVIN; BRIDGES, 1995), representando um momento crucial no ciclo de vida das espécies. Os padrões reprodutivos em invertebrados marinhos são determinados, em geral, pelas características do ambiente no qual se encontram: como disponibilidade de alimento, temperatura, salinidade e predação, estando estas geralmente relacionadas ao amadurecimento gamético (VENTURA; PIRES, 2009).

Polychaeta é um dos grupos de invertebrados marinhos com maior diversidade reprodutiva, devido provavelmente à relativa simplicidade de seu sistema reprodutivo, bem como a sua plasticidade e adaptabilidade a diferentes habitats (WILSON, 1991). A estratégia reprodutiva adotada pelas espécies

varia grandemente entre famílias, e muitas vezes dentro da mesma família (GIANGRANDE, 1997).

A maioria é dióica, sendo o hermafroditismo uma predisposição secundária (SCHROEDER; HERMANS, 1975). O dimorfismo sexual geralmente não está presente, mas em algumas espécies os sexos possuem características morfológicas distintas nos períodos que antecedem a reprodução, com as fêmeas maduras apresentando cores distintas e/ou dilatações na região abdominal (BYBEE et al., 2006).

Os Sabellariidae apresentam grande uniformidade de modo reprodutivo (GIANGRANDE, 1997), tendo reprodução sexuada com indivíduos essencialmente dióicos e populações com número similar de fêmeas e machos (DALES, 1952). Beesley, Ross e Glasby (2000) citam que nesta família não há dimorfismo sexual evidente, mas este pode ser notado eventualmente quando os animais estão prestes a se reproduzir, com machos e fêmeas maduros podendo apresentar cores distintas.

A fertilização na família é externa, ocorrendo diretamente na água. Dos ovos, dentro de algumas horas, eclodem larvas trocofóras que podem ficar até dois meses no plâncton antes da metamorfose e assentamento (DALES, 1952). Os sabellariídeos podem ser semélparos e iteróparos (SMITH; CHIA, 1985; BEESLEY, ROSS, GLASBY, 2000). A desova pode ser sincronizada ou assíncrona, sendo em geral influenciada por fatores exógenos, como temperatura, luminosidade, ciclo lunar e disponibilidade alimentar (PAWLIK, 1990).

Diversos estudos com biologia reprodutiva têm sido realizados com a família, como descrição da estrutura dos ovócitos (FAURÉ-FREMIET, 1924;

FRANKLIN, 1966; PEAUCELLIER, 1984), da ultra-estrutura da espermatogênese (ECKELBARGER, 1984; FRANZÉN, 1956) e metamorfose larval (ECKELBARGER, 1978). Caracterizações do ciclo de vida, períodos de reprodução, assentamento, estágios planctônicos e sobrevivência larval, já foram realizadas para espécies dos gêneros *Sabellaria* e *Phragmatopoma* (DALES, 1952; CURTIS, 1978; GRUET; LASSUS, 1983; PAWLIK; CHIA, 1991; KIRTLEY, 1994; CULLOTY et al., 2010).

No Brasil estudos sobre Sabellariidae são escassos (AMARAL et al., 2010) e geralmente provêm apenas levantamentos da estrutura das comunidades bentônicas associadas aos recifes arenosos formados por *Phragmatopoma* (AMARAL, 1987; SOUZA, 1989; MICHELETTI-FLORES; NEGREIROS-FRANSOZO, 1999). Apenas Fanta (1968), Amaral (1987) e Occhioni et al. (2009) estudaram aspectos da morfologia, biologia e ecologia de *Phragmatopoma caudata* e *P. lapidosa*.

A quase inexistência de estudos sobre a biologia reprodutiva das espécies de Sabellariidae dificulta o entendimento da dinâmica dos seus recifes e das modificações espaciais e temporais na estrutura das comunidades bentônicas associadas a estes. Na região amazônica o entendimento da biologia populacional de espécies formadoras de recifes biogênicos é ainda mais importante, dado que estes representam um dos poucos substratos consolidados disponíveis para colonização na zona costeira, tendo assim grande relevância ecológica.

O presente estudo teve por objetivo descrever a biologia reprodutiva de *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta: Sabellariidae) na ilha de Algodão-Maiandeuá (PA), caracterizando o tipo e período de reprodução, a estratégia reprodutiva

adotada, bem como a razão sexual, associando-os estes a características ambientais da área.

1.2. METODOLOGIA GERAL

1.2.1. ÁREA DE ESTUDO

A ilha de Algodual-Maiandeuá ($00^{\circ} 36' S$ e $047^{\circ} 34' W$) localiza-se no litoral nordeste do Pará, fazendo parte do Salgado Paraense, e dista aproximadamente 200 km de Belém. A Ilha limita-se ao norte com o Oceano Atlântico, ao sul com o canal de Mocoóca, a leste com a baía de Maracanã e a oeste com a baía de Marapanim. As amostragens ocorreram na praia da Caixa d'água, situada na porção da Ilha voltada para a baía de Marapanim, em uma mancha de recife desenvolvido sobre afloramento rochoso.

O clima na região é do tipo tropical úmido com temperatura média anual de $27,7 \pm 1,1$ °C. A precipitação pluviométrica é da ordem de $3.000 \text{ mm}\cdot\text{ano}^{-1}$ com um período chuvoso (janeiro a maio) e outro seco (junho a dezembro), sendo observados valores entre 200-500 mm/mês entre janeiro e maio, e taxas de precipitação próximas a zero no segundo semestre do ano (julho a dezembro) (MORAES et al., 2005). As marés são do tipo macromarés, de flutuações semi-diurnas com amplitude de 5-7 m (SOUZA FILHO et al., 2009).

No litoral paraense durante o período chuvoso os ventos predominantes são os alísios de nordeste, geralmente precedidos de calma e quase sempre acompanhados de rajadas violentas e chuvas intensas. No período seco aumenta a ocorrência dos ventos de leste, que são mais intensos e que geram ondas mais altas e frequentes (SILVA, 2001). Na baía de Marapanim as correntes são bidirecionais ao longo de todo o ano, sendo as de maré mais

intensas que as de deriva e geradas pelo vento. As correntes são mais intensas na maré enchente, que podem alcançar 2 m.s^{-1} (SILVA, 2009).

1.2.2. PROCEDIMENTOS DE CAMPO

As coletas ocorreram mensalmente entre maio de 2008 e abril de 2009, sendo a cada mês coletado um fragmento de recife com volume de aproximadamente 2 L, em uma área mais protegida da ação das ondas, que foi fixado em formalina salina a 10%. A cada mês foram coletados 500 ml de água para determinação da salinidade e quantidade de material em suspensão. As taxas de precipitação pluviométricas (valores mensais acumulados) e a intensidade dos ventos foram obtidas junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

1.2.3. PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO

A salinidade da água foi medida utilizando refratômetro manual Atago e a quantidade de material em suspensão (TSS) foi determinada através de filtragem de 300 ml de água em filtros com diâmetro de 47 mm e porosidade ao redor de 0,3 mm (STRICKLAND; PARSONS, 1972).

A cada mês 100 espécimes, escolhidos aleatoriamente, tiveram seu comprimento medido. O comprimento compreendeu a distância horizontal entre o final do pedúnculo opercular ao início do funil anal. Foram preparadas lâminas histológicas de 20 exemplares com diferentes comprimentos, dos 100 medidos, seguindo a metodologia de Behmer, Tolosa e Freitas Neto (1976). As lâminas, com espessura de 5 μm , foram coradas em solução de Hematoxilina e Eosina e observadas em fotomicroscópio Zeiss Axioscop A1.

A partir da observação das lâminas o sexo dos indivíduos foi determinado, observando-se a presença de células ovogênicas e espermatogênicas, sendo então descrita a estrutura gametogênica de machos e fêmeas (Tabela 1.1). Foram estabelecidos quatro estágios de maturação gonadal para ambos os sexos, a partir da visualização, quantificação e organização das linhagens gametogênicas, seguindo a proposta de CULLOTY et al. (2010). Os estágios compreenderam: desenvolvimento inicial, em maturação, maduro, desovando (fêmea) e espermiando (machos). Indivíduos sem gametas foram considerados imaturos, com sexo não determinado.

Para cada indivíduo foram observados três segmentos (anterior, médio e posterior) abdominais, que foram caracterizados quanto o estágio de maturação, baseado na classificação de quatro estágios proposta. O estágio predominante nos três segmentos representou o estágio de maturação do indivíduo. Considerou-se que o indivíduo estava reproduzindo quando a maioria dos segmentos apresentava-se madura ou desovando/espermiando. O período reprodutivo foi definido como o mês, ou meses, no quais pelo menos 20% dos indivíduos estavam maduros. Adicionalmente, nas fêmeas foi quantificado o número de ovócitos pré-vitelogênicos, em maturação vitelogênica e vitelogênicos nos três segmentos observados.

1.2.4. ANÁLISE DE DADOS

Os comprimentos para ambos os sexos agrupados e para machos e fêmeas separadamente foram comparados ao longo dos meses utilizando-se análise de variância bi-fatorial com as medidas transformadas por $\text{Log}(x+1)$. A

razão sexual foi comparada para o período total de coleta, por mês e por classe de comprimento utilizando χ^2 (Qui-quadrado).

Para determinação das variáveis ambientais (precipitação pluviométrica, salinidade, quantidade de material em suspensão e velocidade média do vento) com maior influência nos eventos reprodutivos (porcentagem de machos e fêmeas reproduzindo e número de ovócitos por estágio gametogênico) foi utilizada análise de correlação de Spearman. Para todas as análises utilizou-se o nível de significância de 5%.

Tabela 1.1. Descrição dos estágios de gametogênese de fêmeas e machos de *Sabellaria wilsoni* na ilha de Algodóal-Maiandeuá (PA)

Estágio gametogênico	Fêmea	Macho
Desenvolvimento Inicial (DI)	Presença de ovogônias e ovócitos pré-vitelogênicos aderidos às projeções dos septos intersegmentares, os quais contêm vasos sanguíneos. Celoma com alguns ovócitos em vitelogênese	Presença de espermatogônias aderidas às projeções do septo intersegmentar. No celoma encontram-se espermátides livres e poucos espermatozóides
Em Maturação (EM)	Projeções dos septos intersegmentares acentuadas, contendo maior quantidade de ovócitos pré-vitelogênicos e celoma ocupado com maior quantidade de ovócitos em vitelogênese	Celoma contendo maior quantidade de espermatogônias, espermátides e espermatozóides que no estágio anterior
Maduro (M)	Celoma contendo grande quantidade de ovócitos maduros e alguns ovócitos em vitelogênese	Celoma completamente preenchido por espermatozóides
Desovando (DE)/ Espermiano (ES)	Celoma contendo ovócitos maduros e alguns ovócitos em vitelogênese. Presença de ovócitos maduros nos parapódios	Celoma com aparecimento de lúmen, porém ocupado por espermatozóides e células de suporte do próprio celoma. Presença de espermatozóides nos parapódios

Fonte: Adaptado de Culloty et al. (2010).

CAPITULO 2

Biologia Reprodutiva de *Sabellaria wilsoni* na ilha de Agodoal-Maiandeuá, um importante estruturador de ecossistemas no estuário Amazônico (PA, Brasil)

2.1. Resumo

O presente trabalho estudou a biologia reprodutiva da espécie na ilha de Agodoal/Maiandeuá (PA). As amostragens ocorreram mensalmente entre maio de 2008 e abril de 2009. Em laboratório foram separados os 100 primeiros espécimes, que tiveram o comprimento total medido (da base do opérculo ao início do funil anal). Desses indivíduos, 20 (com diferentes tamanhos) foram utilizados para procedimento histológico, visando à determinação do sexo e do estágio de maturação. O tamanho dos organismos variou de 4,5 mm ($\pm 1,89$ mm) e 11,5 mm ($\pm 2,83$ mm), com fêmeas maiores e em maior número do que os machos, proporção (0.6:1). Os gametas femininos se desenvolvem em projeções sanguíneas dos segmentos até a vitelogênese, sendo posteriormente liberados no celoma. Nos machos o desenvolvimento espermatogênico é associado a parede dos septos intersegmentares, onde as espermatogônias, passam por divisões mitóticas e meióticas até serem liberadas para o celoma como espermatozóides. A liberação dos gametas para o ambiente ocorre pelos nefrídios, estes dispostos bilateralmente nos segmentos abdominais. Em ambos os sexos gametas em todos os estágios de desenvolvimento podem ser encontrados no mesmo segmento. A espécie é dióica, com reprodução sexuada, contínua (picos período seco e chuvoso), e fecundação externa. Existe uma correlação com as variáveis ambientais salinidade, quantidade de material em suspensão e intensidade dos ventos. A espécie é iterópara, com reprodução contínua e com picos reprodutivos no período seco relacionado com o aumento da hidrodinâmica e no chuvoso por conta do espaço disponível para colonização e aumento de nutriente pelo aporte terrígeno.

Palavras-chave: Polychaeta, reprodução iteropára, distúrbios ambientais, zona costeira.

1.1. Introdução

Um momento crucial no ciclo de vida das espécies é a reprodução, utilizada para estender a matéria viva no tempo e no espaço (LEVIN; BRIDGES, 1995). Em invertebrados marinhos os padrões reprodutivos são determinados pelas características do ambiente em que se encontram como disponibilidade de alimento, temperatura, salinidade (CHA et al., 1997; VENTURA; PIRES, 2009) além das interações biológicas como predação e competição (McEDWARD; JANIES, 1993). O ciclo reprodutivo de uma espécie compreende os eventos que vão da gametogênese à liberação dos gametas, incluindo a recuperação gonadal e a reativação gametogênica subsequente, quando recomeça o ciclo (MACCORD; AMARAL, 2007).

Os Polychaeta são invertebrados marinhos com grande diversidade reprodutiva, devido provavelmente à relativa simplicidade de seu sistema reprodutivo a sua plasticidade e adaptabilidade à vida em diferentes habitats (WILSON, 1991). A estratégia reprodutiva adotada pelas espécies varia grandemente entre famílias, e muitas vezes dentro da mesma família (GIANGRADE, 1997).

Entre os poliquetas sedentários, Sabellariidae é uma das famílias mais diversas, tendo como uma das principais características o hábito de viver em tubos arenosos, que em grande quantidade formam extensos recifes nas zonas entre-marés e sublitoral raso (BEESLEY, ROSS, GLASBY, 2000). Estes recifes oferecem local de residência, proteção e alimento para muitos organismos animais e vegetais, permitindo que muitas espécies ocupem áreas anteriormente desprovidas de fauna, como a zona de arrebentação de algumas

praias (GORE et al., 1978; ZAMORANO et al., 1995). Os recifes são também capazes de alterar a hidrodinâmica e as características do substrato nos locais onde ocorrem (SCHOLL, 1958; GRAM, 1968). A capacidade de modificação e estruturação dos ambientes e comunidades biológicas faz com que os Sabellariidae sejam considerados importantes engenheiros de ecossistemas (COMMITO et al., 2005).

A família Sabellariidae é composta por 12 gêneros e 112 espécies, das quais 11 têm registro para o Brasil (AMARAL et al., 2010). O gênero *Sabellaria*, é cosmopolita, habitando geralmente baixas profundidades, podendo ocorrer até 254 metros (SANTOS et al., 2010). O gênero possui 34 espécies conhecidas (KIRTLEY, 1994), das quais oito ocorrem na costa brasileira: *S. bella* Grube 1870, *S. bellis* Hansen 1882, *S. virginii* Ehlers 1901, *S. alcockii* Gravier 1906, *S. nanella* Chamberlin 1919, *S. floridensis* Hartman 1944, *S. gracilis* Hartman 1944 e *S. wilsoni* Lana; Gruet, 1989 (AMARAL et al., op.cit.).

Devido a sua alta eficiência e velocidade de colonização de novos ambientes, resultado do longo ciclo de vida, da alta fecundidade e da grande capacidade de dispersão (GIANGRANDE, 1997), além da habilidade de suprimir outras espécies, tornando-se facilmente dominantes nas comunidades, os Sabellariidae foram considerados por Sveshnikov (1985) como 'violentos'.

Os Sabellariidae apresentam grande uniformidade de estratégia reprodutiva (GIANGRANDE, 1997). A reprodução é sexuada, com indivíduos essencialmente dióicos, e populações com número similar de fêmeas e machos; a fertilização é externa e ocorre na água (BEESLEY, ROSS, GLASBY, 2000). Dos ovos eclodem larvas trocofóras, que podem viver até dois meses no

plâncton antes de assentar (DALES, 1952). A desova pode ser sincronizada ou assíncrona, sendo em geral influenciada por fatores exógenos, como temperatura, luminosidade, ciclo lunar e disponibilidade de alimento (PAWLIK, 1990).

A espécie *Sabellaria wilsoni* Lana e Gruet (1989) distribui-se desde o Golfo do México até a Argentina, ocorrendo desde a zona entre-marés até 25 m de profundidade, em regiões mixohalinas e polihalinas (LANA; BREMEC, 1994). Os indivíduos medem em média 10 mm de comprimento, podendo alcançar 22 mm. A espécie possui entre 23-25 setígeros, sendo destes dois torácicos, três paratorácico e os demais abdominais. A característica que diferencia esta espécie das demais do gênero é a disposição e o número das páleas externas, médias e internas (LANA; GRUET, op.cit.).

Na costa amazônica, a espécie ocorre em diversos estuários e praias estuarinas, formando extensos recifes no médiolitoral e infralitoral raso (até 18 m). Estes recifes são colonizados por uma rica fauna, que os ocupa de forma facultativa ou obrigatória. A dinâmica das populações associadas aos recifes é intimamente relacionada com o ciclo de vida dos construtores, seja pela oferta de substrato ou pela competição por espaço (PORRAS et al., 1996).

Devido a sua importância como engenheiros de ecossistemas, os Sabellariidae têm despertado grande interesse científico, e vários aspectos de sua biologia e ecologia já foram estudados (FAURÉ-FREMIET, 1924; FRANKLIN, 1966; PEAUCELLIER, 1984; PAWLIK ; CHIA, 1991; KIRTLEY, 1994; CURRIE, McARTHUR, COHEN, 2000; CULLOTY et al., 2010). Contudo, maior parte destes estudos têm se concentrado em espécies temperadas, sendo ainda pouco conhecidos os padrões reprodutivos das espécies tropicais.

No Brasil estudos sobre Sabellariidae são escassos (AMARAL et al., 2010) e geralmente provêm apenas levantamentos da estrutura das comunidades bentônicas associadas aos recifes arenosos formados por *Phragmatopoma* (AMARAL, 1987; SOUZA, 1989; MICHELETTI-FLORES ; NEGREIROS-FRANSOZO, 1999; PIÃO ; LEITE, 2008). Apenas Fanta (1968), Amaral (1987) e Occhioni et al. (2009) estudaram aspectos da morfologia, biologia e ecologia de *Phragmatopoma caldata* e *P. lapidosa*.

O presente estudo teve como objetivo conhecer a biologia reprodutiva de *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta: Sabellariidae) na ilha de Algodão-Maiandeuá (PA), descrevendo 1. Os arranjos celulares relacionados a reprodução em machos e fêmeas; 2. O tipo e período reprodutivo; e, 3. A relação entre eventos reprodutivos e variações na salinidade da água, taxa de precipitação pluviométrica, quantidade de material em suspensão na água e intensidade dos ventos. Visando o melhor entendimento da biologia da espécie no litoral amazônico os resultados obtidos foram comparados com aqueles descritos para outras espécies congêneres.

1.2. Material e Métodos

As amostragem ocorreram na praia da Caixa d'água (ilha de Algodão-Maiandeuá – PA) entre maio de 2008 a abril de 2009. A cada mês foi coletado um fragmento de recife com volume de aproximadamente 2 L em uma área protegida do recife, sendo este fixado em formalina salina a 10%. Em laboratório os recifes foram desagregados, sendo separados 100 espécimes, para morfometria, e destes 20 espécimes com diferentes tamanhos foram utilizados para análise histológica. Para histologia os espécimes foram

desidratados em concentrações crescentes de etanol, diafanizados em xilol, infiltrados e incluídos em parafina. Em seguida foram realizados cortes de 5 μ m de espessura que foram coradas em hematoxilina e eosina, e observados em fotomicroscópio Zeiss Axioscop A1 para determinação do sexo e dos estágios de maturação (para detalhes ver a seção METODOLOGIA GERAL).

1.3. Resultados

Variáveis ambientais

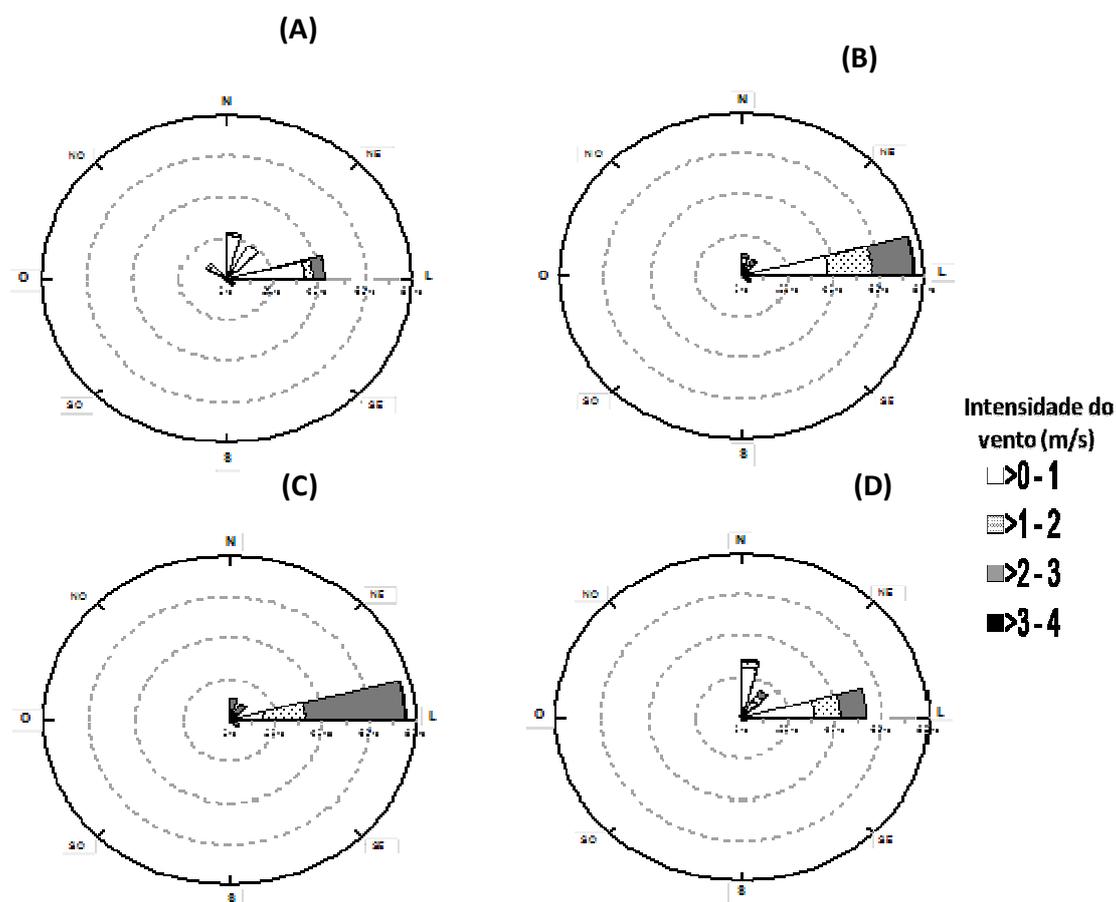
A Tabela 2.1 apresenta os dados de precipitação pluviométrica, salinidade, quantidade de material em suspensão na água para o período de estudo. Foi marcada a variação sazonal destes parâmetros, tendo o período chuvoso maiores índices de precipitação e menores valores de salinidade, material em suspensão.

A variação média trimestral na direção e intensidade dos ventos durante o período do estudo revela a dominância de ventos de mais intensos e de leste, principalmente no final do período seco. Os ventos norte e nordeste foram mais freqüentes de abril a junho (período chuvoso) e de menor intensidade (Fig. 2.1).

Tabela 2.1. Valores de precipitação pluviométrica, salinidade, quantidade de material em suspensão na água para o período de maio de 2008 a abril de 2009 na ilha de Algodal-Maiandeuá (PA).

Período	Variáveis ambientais			
	Precipitação pluviométrica (mm)	Salinidade	Material em suspensão (mg.L ⁻¹)	
2008	Maio	456	14	29
	Junho	278	18	46
	Julho	273	27	54
	Agosto	77	30	350
	Setembro	17	30	227
	Outubro	32	35	95
	Novembro	0	33	859
	Dezembro	28	34	1695
2009	Janeiro	173	24	127
	Fevereiro	603	15	277
	Março	527	11	224
	Abril	508	7	80

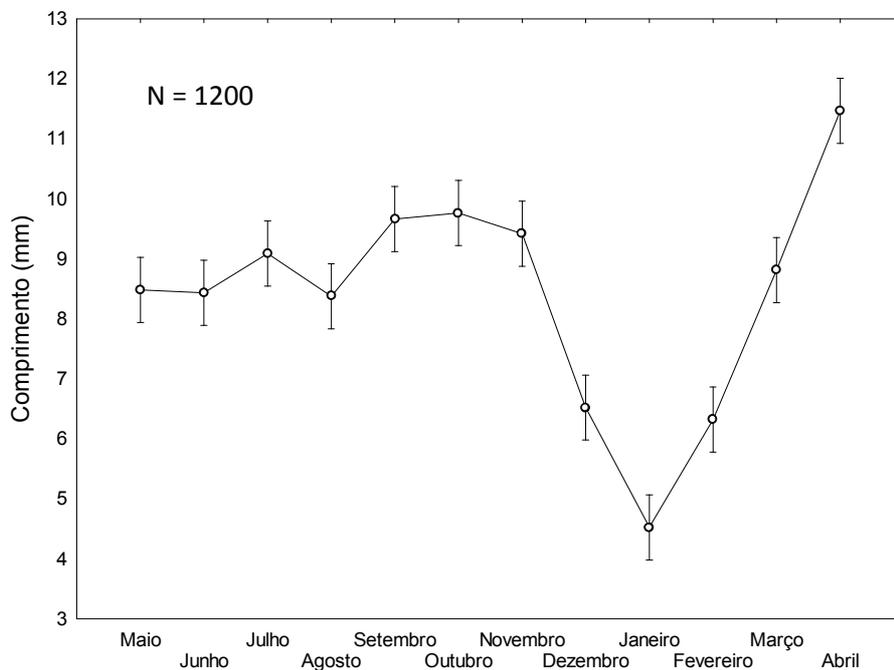
Fig. 2.1. Direção e intensidade predominantes do vento ao longo do período de estudo. Dados da Estação Metrológica de Tracuateua, INMET-Brasil. (A) abril a junho de 2008. (B) julho a setembro de 2008. (C) outubro a dezembro de 2008. (D) janeiro a fevereiro de 2009



Varição do comprimento

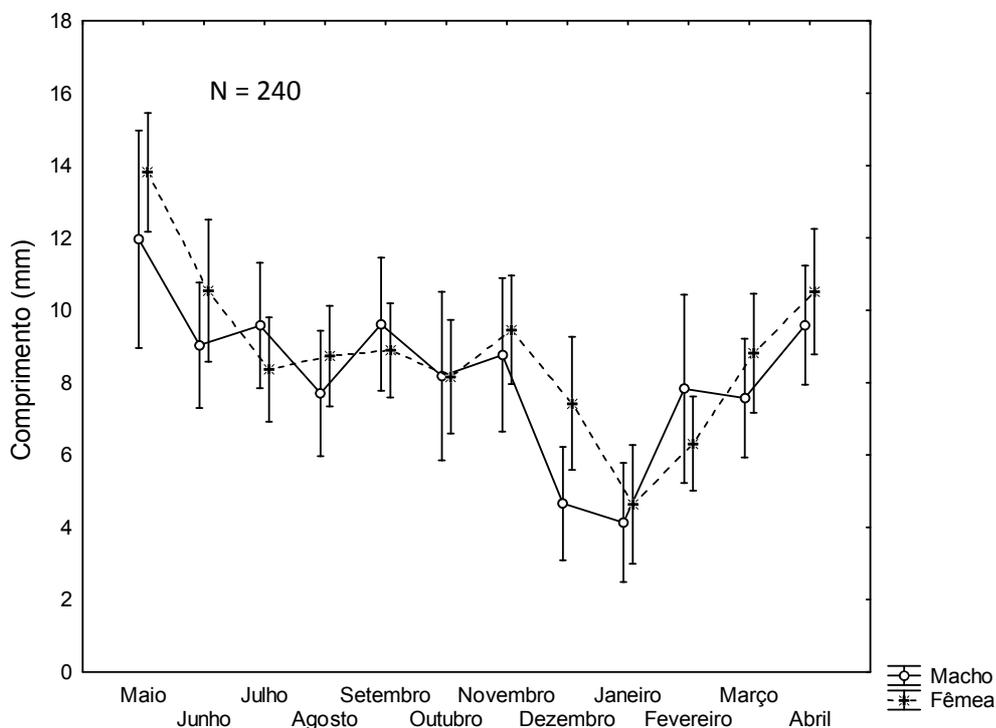
Foram medidos 1200 espécimes, cujos comprimentos médios mensais variaram entre 4,5 mm ($\pm 1,89$ mm) e 11,5 mm ($\pm 2,83$ mm), com variação significativa ao longo do ano ($F=46,5$; $p<0,01$). Os comprimentos foram significativamente menores entre dezembro e fevereiro, e maiores em abril (Fig. 2.2).

Fig. 2.2. Variação do tamanho médio de *Sabellaria wilsoni* entre maio de 2008 e abril de 2009 na ilha de Agodoal-Maiandeuca (PA). As barras verticais indicam o desvio padrão.



Ao considerar os sexos separadamente, não se observou diferença significativa nos comprimentos ($F=11,20$; $p=0,47$), ainda que as fêmeas sejam em geral maiores que os machos. Apenas em julho, setembro e outubro de 2008, e fevereiro de 2009, os machos foram maiores que as fêmeas (Fig. 2.3).

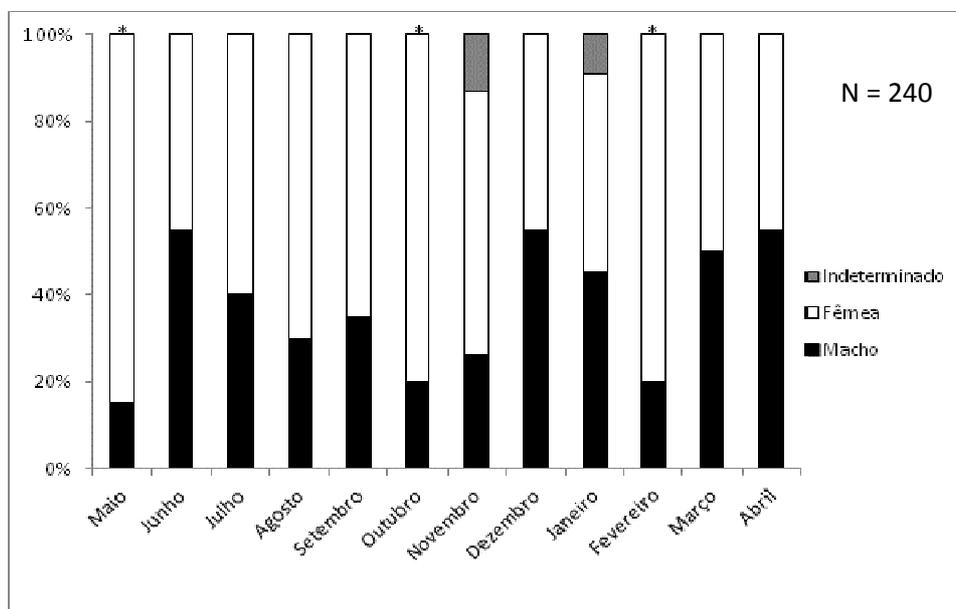
Fig. 2.3. Variação nos tamanhos médios de machos e fêmeas de *Sabellaria wilsoni* entre maio de 2008 e abril de 2009 em Algodual-Maiandeuca (PA). As barras verticais indicam o desvio padrão.



Razão sexual

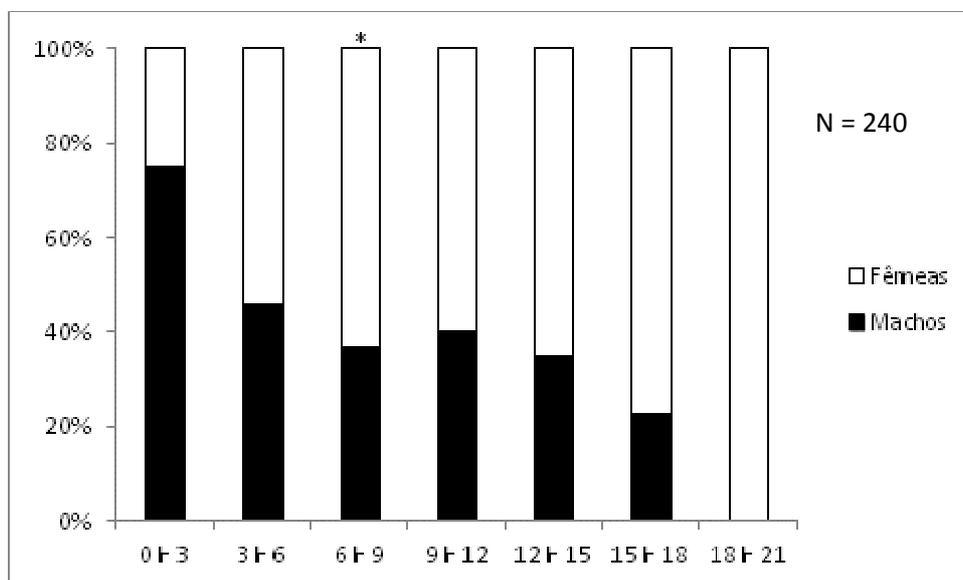
Do total de 240 indivíduos com sexo determinado 68% eram fêmeas e 32% machos. A razão sexual foi de 0,6:1 (macho:fêmea) e não variou significativamente para o total dos indivíduos. As fêmeas foram mais numerosas em maio, e de julho a novembro de 2008, sendo a desproporção significativa nos meses de maio e outubro de 2008 e fevereiro de 2009. Houve desvio da razão 1:1 em favor dos machos em junho e dezembro de 2008 e abril de 2009 (Fig. 2.4).

Fig. 2.4. Proporção de machos, fêmeas e indivíduos com sexo indeterminado de *Sabellaria wilsoni* entre maio de 2008 e abril de 2009 na Ilha de Algodão-Maiandeuá (PA). O asterisco indica desvio significativo da proporção de 1:1.



Quando agrupados por classe de comprimento, observou-se nos menores tamanhos desproporção em favor dos machos, embora não significativa. Nas classes maiores que 3 mm a fêmeas predominaram (Figura 7), com desproporção significativa apenas na classe de 6-9 mm.

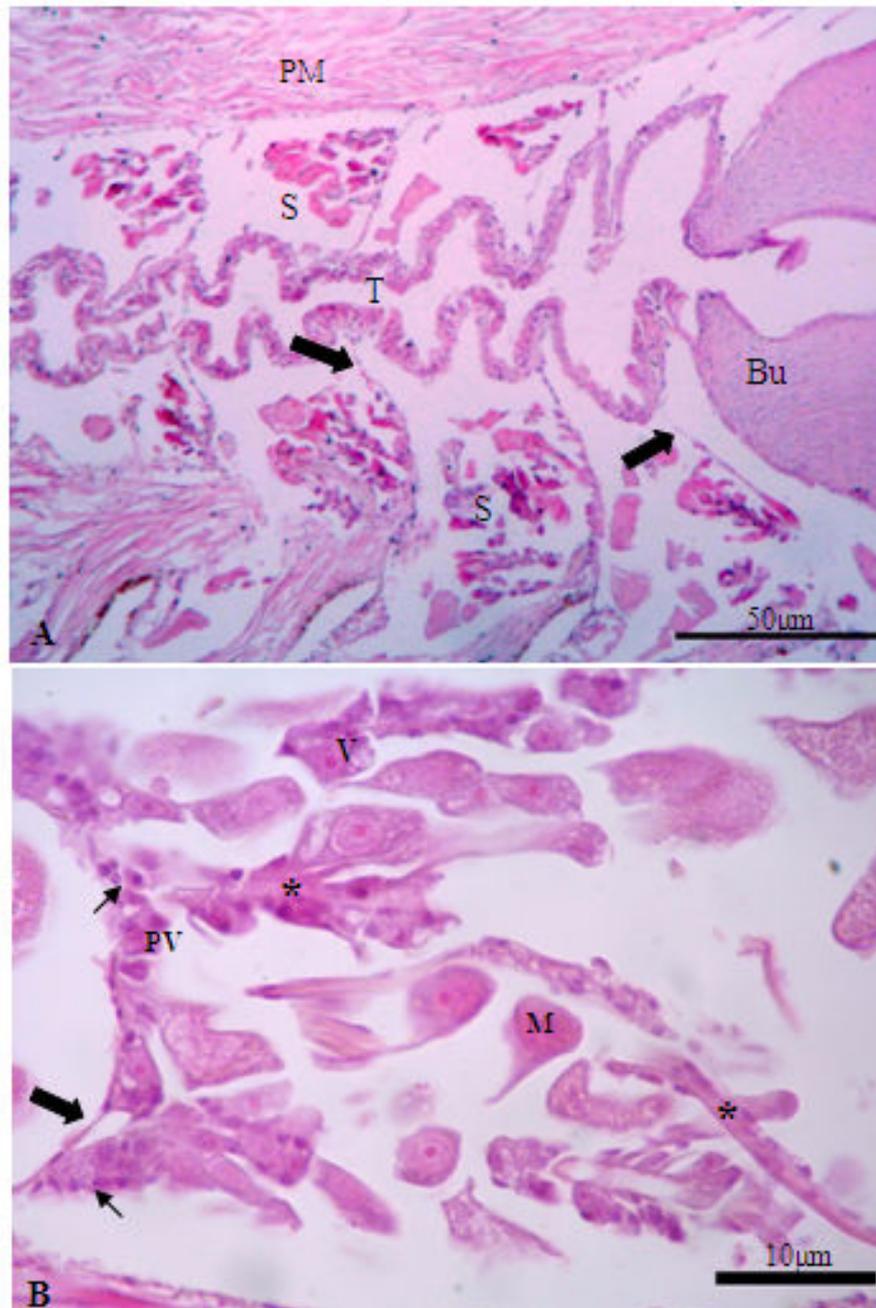
Fig. 2.5. Proporção de machos e fêmeas de *Sabellaria wilsoni* por classe de comprimento, na Ilha de Algodal- Maiandeuá (PA). O asterisco indica desvio significativo da razão sexual de 1:1 (fêmeas:machos).



Estrutura gametogênica das fêmeas

Em ambos os sexos o sistema reprodutivo está restrito a região abdominal do corpo, nos segmentos a partir do bulbo digestivo (Fig. 8). As fêmeas possuem ovários conspícuos, retroperitoneais, onde estruturas pares associadas a vasos sanguíneos se estendem da face caudal até o septo intersegmentar dos segmentos abdominais. Pelo arranjo celular encontrado, acredita-se que a captação dos precursores do óvulo acontece diretamente no sistema circulatório. Observaram-se na cavidade celomática projeções dos septos intersegmentares, os quais contêm vasos sanguíneos. Em geral, foram visíveis ovócitos em diferentes fases vitelogênicas, aderidas à parede dos septos, em um mesmo indivíduo (Fig. 2.6).

Fig. 2.6. Detalhe da cavidade celomática de fêmea de *Sabellaria wilsoni*, na Ilha de Algodal/ Maiandeu (PA). A) Arranjo interno: (Bu) Bulbo digestivo; (T) Tubo digestivo; (S) Segmentos abdominais; (seta grossa) Septos intersegmentares; (PM) Parede muscular. B) Arranjo reprodutivo no segmento: (seta grossa) Septo intersegmentar; (*) Vasos sanguíneos; (seta fina) Ovogônias; (PV) Ovócitos pré-vitelogênicos; (V) Ovócitos em vitelogênese e (M) ovócitos vitelogênicos.

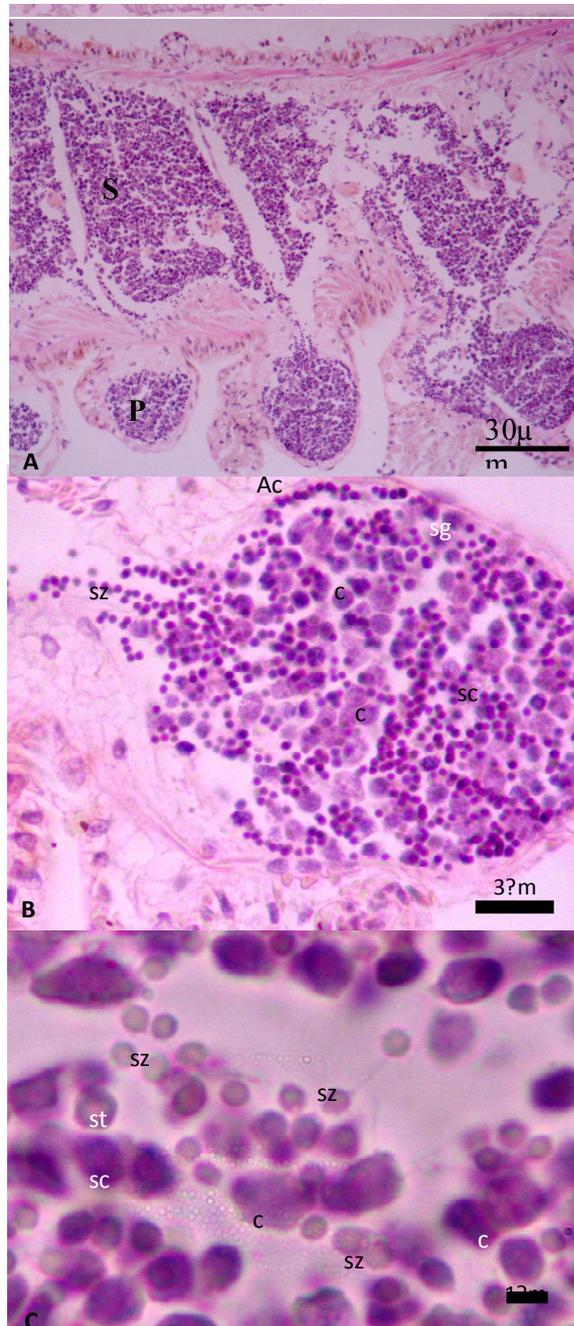


Estrutura gametogênica dos machos

Os machos possuem estruturas reprodutoras similares a um órgão 'testicular' pequeno, dispostos bilateralmente à parede dos vasos sanguíneos, os quais estão ligados aos septos intersegmentares da região abdominal até a face caudal. Tais estruturas abrigam as espermatogônias, que são liberadas na cavidade celomática, contendo células de suporte do próprio celoma, onde se inicia a espermatogênese (Fig. 2.7).

O ciclo espermatogênico está associado aos vasos sanguíneos, que localizam-se nas paredes dos septos, até que as espermatogônias sejam liberadas como espermatozóides. Os machos possuem na cavidade celomática um arranjo celular do tipo cordonal, o qual está intimamente relacionado com os vasos sanguíneos presentes nas projeções e septos intersegmentares, semelhantes ao observado nas fêmeas (Fig. 2.7).

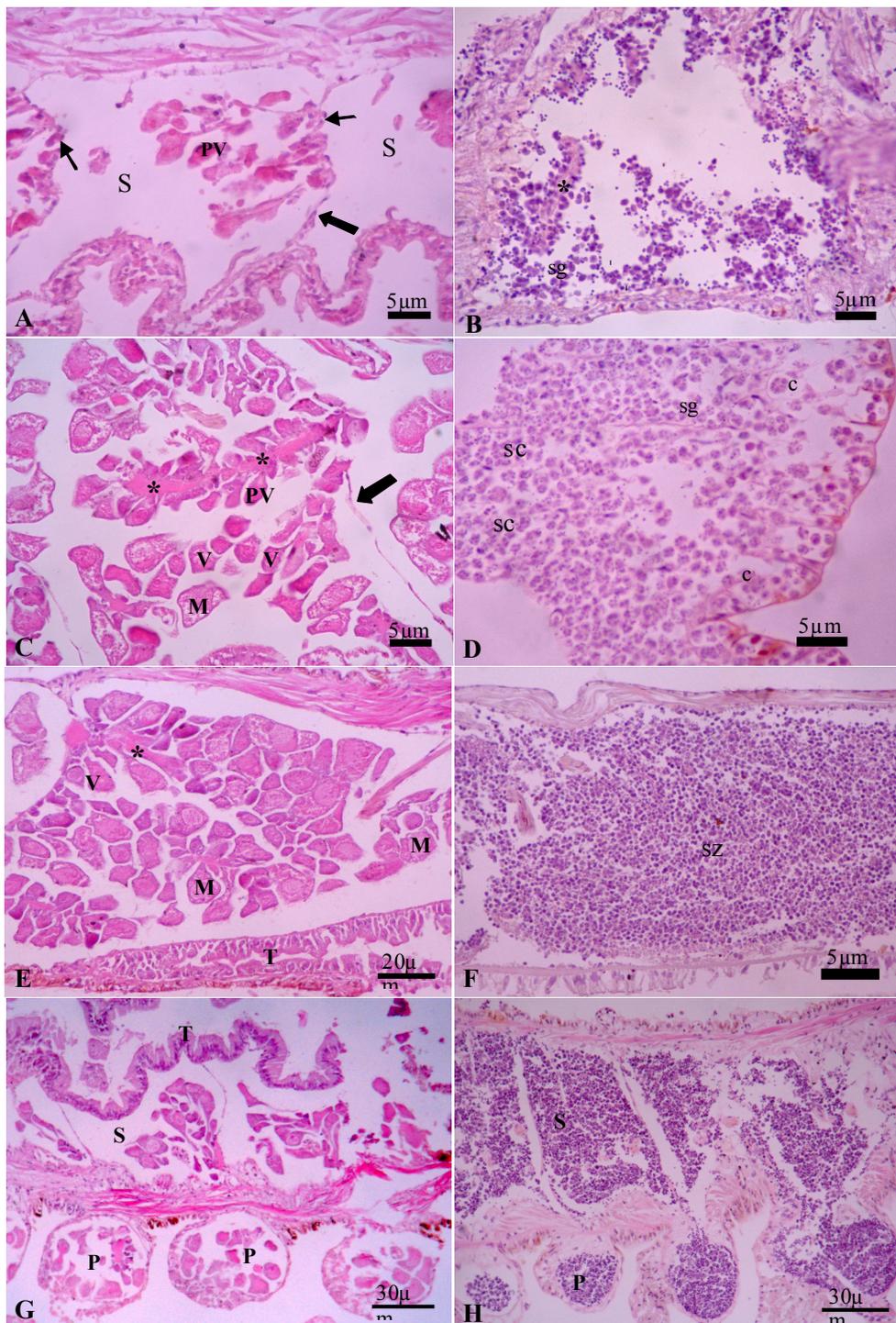
Fig. 2.7. Detalhe da cavidade celomática do segmento do macho de *Sabellaria wilsoni*. (A) Disposição bilateral: (P) Parapódio; (S) Segmento. B) Estrutura segmentar: (Ac) Arranjo cordonal; (c) Célula de suporte do celoma; (sg) Espermatogônia; (sc) Espermatócito; (sz) Espermatozóide. C) Disposição das células reprodutivas: (st) Espermátide; (sz) Espermatozóides; (c) Células de suporte do celoma.



Análise Reprodutiva

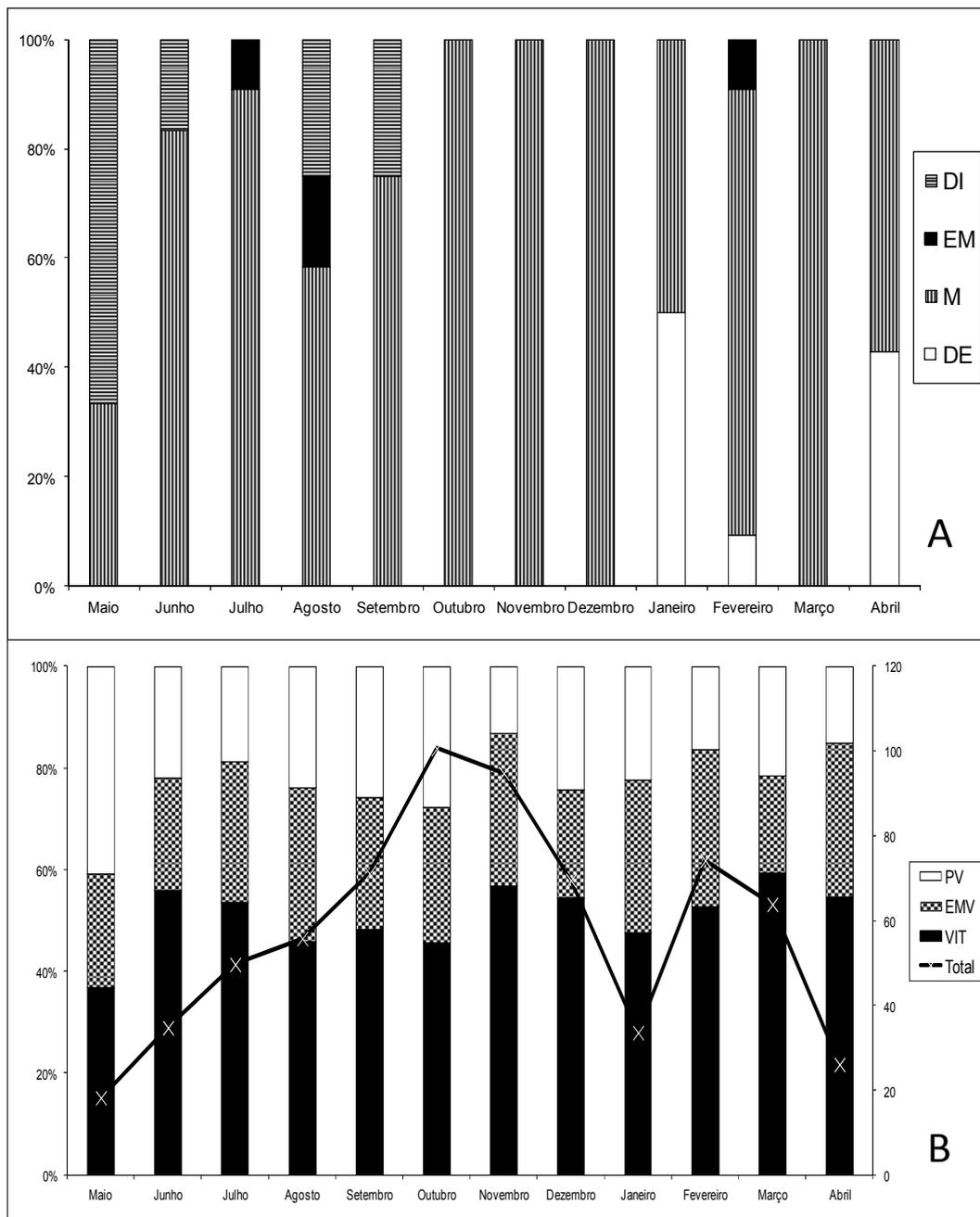
Foram propostos quatro estágios de desenvolvimento gonadal para machos e fêmeas seguindo a proposta de Culloty et al., (2010), quais sejam: Desenvolvimento inicial (DI), Em maturação (EM), Maduro (M) e Desovando (DE)/Espermiando (ES). A descrição de cada estágio encontra-se na Fig. 2.8.

Fig. 2.8. Estágios de desenvolvimento gonadal de fêmeas (A, C, E e G) e machos (B, D, F e G) de *Sabellaria wilsoni* na ilha de Algodal-Maiandeu (PA). (A e B) Desenvolvimento inicial; (C e D) Em maturação; (E e F) Maduro; (G) Desovando; (H) Espermiando; (S) Segmento; (Seta grossa) Septo intersegmentar; (*) Vasos sanguíneos; (Seta fina) Ovogônias; (PV) Ovócitos Pré-vitelogênicos; (V) Ovócitos em vitelogênese; (M) Ovócitos Vitelogênicos; (P) Parapódios; (sg) Espermatogônias; (sc) Espermátocitos; (sz) Espermatozóides; (T) Tubo digestivo.



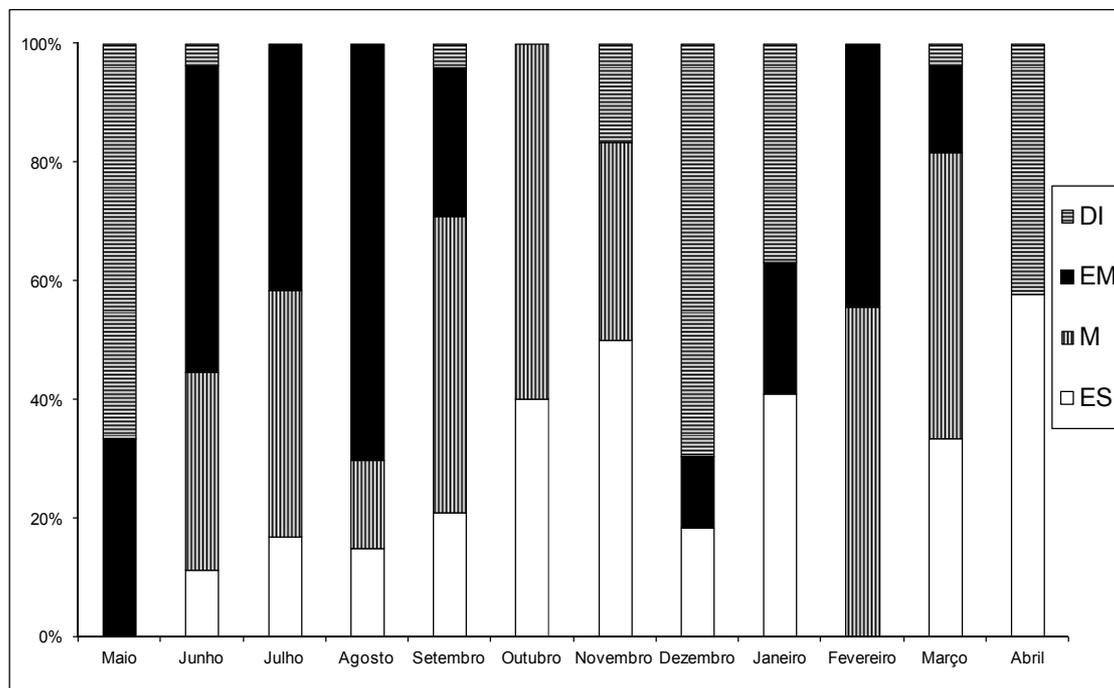
O tamanho mínimo e máximo das fêmeas maduras foi de 2,3 e 18,4 mm, respectivamente. Observaram-se indivíduos maduros em todos os meses, com destaque para o período de outubro de 2008 a janeiro de 2009 e março-abril de 2009, quando 100% das fêmeas estavam reproduzindo (Fig. 2.9). A quantificação dos ovócitos confirma estes dois picos reprodutivos, na medida em que a maior quantidade de ovócitos totais e em vitelogênese ocorreram em novembro de 2008 e março de 2009 (Fig. 2.9).

Fig. 2.9. Estágios reprodutivos das fêmeas de *Sabellaria wilsoni*, no período de maio 2008 a abril 2009 na ilha de Algodal-Maiandeu (PA). A) estágios gonadais. (DI) desenvolvimento inicial; (EM) em maturação; (M) maduro; (DE) desovando. B) Número de ovócitos. (PV) pré-vitelogênico; (EMV) em vitelogenese; (VIT) vitelogênico; (Total) número total médio de ovócitos por fêmea.



O menor e o maior macho maduro mediram 1,6 mm e 15,1 mm respectivamente. Observou-se reprodução ao longo de todo o ano, exceto em abril de 2008. O maior número de indivíduos reproduzindo ocorreu em outubro de 2008 e março de 2009 (Fig. 2.10).

Fig. 2.10. Estágios reprodutivos das machos de *Sabellaria wilsoni*, no período de maio 2008 a abril 2009 na Ilha de Agodoal-Maiandeua (PA). (DI) desenvolvimento inicial; (EM) em maturação; (M) maduro; (ES) espermiando.



Correlação entre eventos reprodutivos e variáveis ambientais

As correlações entre as características ambientais e o número de machos e fêmeas maduros, assim como com o total de indivíduos maduros, foram baixas e não significativas. As maiores correlações ocorreram entre as variáveis ambientais e o estágios vitelogênicos dos ovócitos, particularmente para o número de ovócitos em vitelogênese, que se correlacionou positiva e significativamente com salinidade, quantidade de material em suspensão e intensidade do vento (Tabela 2.2).

Tabela 2.2. Correlação entre o número total de organismos em reprodução, número de machos e fêmeas reproduzindo, número de ovócitos pré-vitelogênicos, em vitelogênese e vitelogênicos de *Sabellaria wilsoni*, na Ilha de Algodal/ Maiandeuá (PA). * indica correlação significativa.

	Precipitação pluviométrica	Salinidade	Material em suspensão	Intensidade do vento
Número de machos reproduzindo	-0,11	0,11	-0,03	0,15
Número de fêmeas reproduzindo	-0,07	0,12	0,31	0,14
Total de organismos reproduzindo	0,02	0,06	0,09	0,15
Número de ovócitos pré vitelogênicos	-0,39	0,58*	0,50	0,70*
Número de ovócitos em vitelogênese	-0,45	0,61*	0,59*	0,71*
Número de ovócitos vitelogênicos	-0,34	0,52	0,58*	0,58*

2.5. DISCUSSÃO

A precipitação pluviométrica no período estudado em Algodual seguiu o padrão descrito para a zona costeira paraense por Moraes *et al.*, (2005), com um período seco entre agosto e dezembro, e chuvoso de janeiro a julho. Respondendo de forma inversa às chuvas, a salinidade foi mínima entre março e abril e máxima entre outubro e dezembro, como registrado em outros estuários paraenses por Flambot (1988) e Silva *et al.* (2011).

A concentração de material em suspensão na água foi máxima no segundo semestre (período seco); diferindo do padrão de variação deste parâmetro em estuários, que geralmente é máxima no período de maior descarga dos rios (DOMINGUEZ, 2009). Em Algodual a maior concentração de material em suspensão no período seco reflete o aumento da intensidade dos ventos no segundo semestre do ano (SOUZA FILHO *et al.*, 2009), que ao aumentar a hidrodinâmica em águas rasas determina resuspensão dos sedimentos de fundo (SILVEIRA; SANTOS, 2006).

Os ventos apresentaram maior intensidade e direção predominantemente leste no período seco, e menor intensidade e direção mais norte-nordeste no período chuvoso, o que é comum para a região. Segundo Silva (2001), no litoral paraense durante o período chuvoso atuam os ventos alísios de nordeste, precedidos geralmente de calmaria, com rajadas pontuais, e chuvas intensas. No período seco, os ventos de leste são muito mais intensos, gerando ondas com menor período e maior energia.

As fêmeas foram maiores que os machos, sendo esta a primeira descrição de tal característica para Sabellariidae. Em poliquetas os machos são geralmente maiores que fêmeas (MARTIN *et al.*, 1991). No entanto, em

espécies com ovogênese intraovariana, como em *S. wilsonii*, ser maior é uma vantagem reprodutiva, dado que desta forma possuem maior espaço celomático para maturação e armazenamento dos ovócitos, podendo produzi-los em maior quantidade de ovócitos e potencializar o sucesso da reprodução (BERGLUND, 1986; ECKELBARGER, 2005).

O número de machos e fêmeas desviou significativamente em alguns meses da proporção esperada de 1:1, sendo encontrado 0,6 machos para 1 fêmea. Ainda que esta seja uma característica comum entre Polychaeta (ZAJAC, 1991), nunca havia sido reportada para Sabellariidae, onde é comum o balanço entre o número de machos e fêmeas. Números similares de machos e fêmeas foram reportados para as espécies *Sabellaria alveolata* (GRUET; LASSUS, 1983; CULLOTY et al., 2010) e *Phragmatopoma lapidosa* (McCARHTY, 2001), tabela 2.3.

A desproporção sexual segundo Vazzoler (1996) pode ser gerada por três fatores básicos: 1) Mortalidade atuando de modo diferencial sobre machos e fêmeas, que pode determinar o predomínio de indivíduos de um dos sexos; 2) Crescimento diferencial entre machos e fêmeas que pode levar a dominância de determinado sexo numa classe específica de comprimento; 3) Comportamento diferencial dos indivíduos durante uma das fases do ciclo de vida levando a uma maior susceptibilidade à morte de um dos sexos.

Como *S. wilsoni*, é sedentária e tubícola, com predação provavelmente igual para machos e fêmeas e sem disputas por parceiras sexuais, o que pode estar influenciando tal desproporção seriam às condições ofertadas pelo ambiente em termos alimentares, ou por característica poligênica da fêmea mãe, comumente encontrada em poliquetas (PETRAITIS, 1985). Zajac (1991)

relata que a poligenia está relacionada a uma maior alocação de energia na reprodução, tal alocação se dá através de adaptações fisiológicas, que leva a um aumento significativo do número de fêmeas. Esta característica é comum em ambientes estressantes, que a viabilidade da prole pode ser resguardada pelo aumento do número de fêmeas (PREVEDELLI; VANDINI, 1999).

Fêmeas e machos possuem características reprodutivas simples, com mínima evolução do sistema reprodutor, como já mencionado por Wilson, (1991) para Sabellariidae. As estruturas reprodutivas de machos e fêmeas em *S. wilsoni* assemelham-se ao descrito para *Phragmatopoma lapidosa* (ECKELBARGER, 1978; 1984; 2005) e *S. alveolata* (GRUET; LASSUS, 1983; CULLOTY et al., 2010). As fêmeas possuem ovogênese do tipo intraovariana, com ovócitos aderidos as paredes de septos intersegmentares chamados comumente de ovários. Os ovócitos ficam associados a estas estruturas do início da ovogênese até o final da vitelogênese, quando são liberados para o celoma, como observado em outros Polychaeta por Eckelbarger (2005).

Os ovários estão localizados na cavidade celomática em posição ventrolateral, ligados aos septos intersegmentais, e muitas vezes associados aos vasos nefridianos sanguíneos. A posição destas estruturas sugere a transferência de nutrientes entre a parede do corpo e os gametas, como as lipoglicoproteínas que podem ser endocitadas pelos ovócitos, promovendo seu amadurecimento. Este processo inicia as demais fases vitelogênicas, quando o volume celular aumenta pelo acúmulo de proteínas do vitelo (ECKELBARGER, 2005; GARCÍA-ALONSO, 2006).

Nos machos as espermatogônias, aderidas aos vasos sanguíneos, estão associadas com os septos intersegmentares. Eckelbarger (1984) descreveu o

processo em *P. lapidosa*, indicando que as espermatogônias passam por divisões mitóticas e meióticas até serem liberados para a cavidade celomática. Estas células sofrem nova divisão meiótica e originam as espermátides, que por sua vez se diferencia em espermatozóides. Como observados no presente trabalho, os estágios que antecedem os espermatozóides podem ser visualizados em um arranjo cordonal, que possibilita a organização celular e posterior liberação dos gametas para o meio (FRANZÉN; RICE, 1988).

No presente estudo, puderam ser caracterizados quatro estágios reprodutivos: desenvolvimento inicial, em maturação, maduro e desovando (fêmea) e espermiando (machos). Culloty et al. (2010) descrevem seis estágios em *S. alveolata*, estando presentes além dos observados no presente estudo os estágios inativo e em repouso (ou recuperação). A não observação destes dois estágios pode se dever ao baixo número de exemplares analisados, ou ao fato de *S. wilsoni* em Algodual não apresentar o estágio inativo ou imaturo, atingindo a maturidade sexual imediatamente após o assentamento. A maturidade sexual precoce está, em geral, associada com padrões de reprodução contínua (GIANGRANDE, 1997), ambientes sujeitos a estresses e instáveis (McCARTHY, 2003).

No presente estudo, o caráter estressante e instável dos recifes de Algodual se configura por duas características, que determinariam a ausência de indivíduos imaturos e em repouso reprodutivo: 1. A localização do recife no médio litoral, onde a grande amplitude de marés (que pode alcançar até 5 m) determina que as construções fiquem expostas por mais de dez horas diariamente; e, 2. As mudanças sazonais na direção e intensidade do vento

que determinam a erosão dos recifes, e seu quase desaparecimento a cada ano no segundo semestre.

Embora não descrita, acredita-se que a fecundação em *S. wilsoni* deva ser externa, dado que não foi observado produto embrionário nas lâminas observadas. A liberação dos gametas para o ambiente ocorre através dos nefrídios de parapódios abdominais. Dado que os gametas maduros se concentravam em parapódios abdominais. Eckelbarger (1984) descreve que em *Phragmatopoma lapidosa*, os machos liberam os espermatozóides através dos nefrídios, dispostos bilateralmente ao longo dos segmentos abdominais, e em seguida as fêmeas ao perceberem as células masculinas no ambiente, liberam os ovócitos, através de estímulos químicos gerados por feromônios, associados aos espermatozóides (STARR et al., 1990).

Foram registrados machos e fêmeas em todos os estágios reprodutivos ao longo do ano, com indivíduos tão pequenos como 1,6 mm (macho) maduros, indicando que a reprodução é contínua e a maturidade sexual é atingida muito rapidamente. Este padrão reprodutivo é observado também em *Sabellaria alveolata* (GRUET; LASSUS, 1983; DUBOIS, 2003; CULLOTY et al., 2010) e *Phragmatopoma lapidosa* (McCARTHY, 2001). A precocidade reprodutiva é típica de invertebrados marinhos, de zonas tropicais, onde quase toda energia é utilizada para a manutenção e reprodução, em detrimento da alocação energética para o crescimento somático (OLIVE, 1995; LONGHURST; PAULY, 2007).

A reprodução contínua é uma característica também de espécies tropicais, dado que as elevadas e constantes temperaturas durante todo o ano fornecem suprimento abundante e constante de alimento (LONGHURST;

PAULY, 2007). De forma inversa, Mendez, Jordi e Flos (1997) e Licciano et al., (2002) registraram reprodução sazonal em *Capitella capitata* e *Branchiomma luctuosum* em regiões temperadas, coincidente com as máximas temperaturas e picos de produção primária na primavera e verão.

Embora *S. wilsoni* reproduza durante todo o ano em Algodual, foram observados dois máximos da quantidade de gametas em maturação e maduros. O primeiro entre setembro e dezembro de 2008 e o segundo entre fevereiro e abril de 2009. Os picos foram observados para ambos os sexos, indicando sincronia reprodutiva, comum em Sabellariidae (DUBOIS, 2003; CULLOTY et al., 2010). Em geral, picos reprodutivos em Polychaeta estão relacionados a fatores como ciclo lunar, fotoperíodo, temperatura, oferta de alimento, disponibilidade de substrato, e hidrodinâmica (BARRY, 1989; HARDEGE et al., 1994; McCARTHY et al., 2003).

O primeiro pico de reprodução ocorreu entre setembro e dezembro, época em que se observa diminuição na quantidade de chuvas e aumento da intensidade e frequência de ventos do quadrante leste (SOUZA FILHO et al., 2009), sendo o último fator o mais importante no aumento do esforço reprodutivo. Wilson (1971) descreve que em *S. alveolata* o estresse fisiológico causado por mudanças ambientais bruscas leva ao início da maturação gametogênica e posterior reprodução (McCARTHY et al., 2003).

Em setembro de 2008, como resultado da mudança do vento, que resultou em aumento da hidrodinâmica, os recifes de *S. wilsoni* começaram a erodir, ocorrendo o seu quase completo desaparecimento em dezembro do mesmo ano. Distúrbios hidrodinâmicos podem levar a alterações do ciclo reprodutivo, retardando ou antecipando o período de produção de gametas

(BETTELEY et al., 2008). Espécies que habitam ambientes onde distúrbios físicos são freqüentes tendem a alocar muita energia em reprodução (MCCHARTY et al., 2003). Espécies de *Phragmatopoma* respondem de forma rápida a distúrbios gerados por eventos climáticos, como adaptação a iminente destruição dos habitats, de forma análoga ao que ocorre com a vegetação de áreas sujeitas a queimadas sazonais (BARRY, 1989).

O segundo pico reprodutivo ocorreu entre fevereiro e abril, meses subseqüentes à destruição dos recifes. É sabido que espécies de Sabellariidae aumentam o esforço reprodutivo no início de processos de recolonização de novos espaços (KIRTLEY, 1994). Os indivíduos remanescentes de uma população aumentam o esforço reprodutivo a fim de ocupar os espaços disponíveis e não colonizados, aumentando o número de larvas (PAWLIK; CHIA, 1991). É registrado no início da colonização densidades populacional de milhões de indivíduos por metro quadrado, diminuindo para dezenas de milhares após o estabelecimento da população (KIRTLEY, 1994).

2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. C. Z. Breve caracterização de *Phragmatopoda lapidosa*. Kinberg, 1867(Polychaeta, Sabellariidae). *Revista brasileira de Zoologia*, v. 3, n. 8, p.471-474,1987.

AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H. ; STEINER, T. M. Catálogo das espécies de Annelida Polychaeta do Brasil. 2010. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/destaques\biota\bentos_marinhos\prod_cient\texto_poli.pdf> Acessado em 10 Ago. 2010.

BARRY, J. P. Reproductive response of a marine annelid to winter storms: an analog to fire adaptation in plants? *Marine Ecology Progress Series*. v. 54. p. 99-107, 1989.

BEESELEY, P. L.; ROSS, G. J. B. ; GLASBY, C. J. (Eds.). *Polychaetes and Allies: The Southern Synthesis. Fauna of Australia Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula*. Melbourne: CSIRO. 4 v. 2000, 465p.

BERGLUND, A. Sex change by a Polychaete: effects of social and reproductive costs. *Ecology*. v. 67, n. 4, p. 837-845, 1986.

BETTELEY, K. A.; WATSON, G. J.; HANNAH, L. ; BENTLEY, M. G. Aspects of gametogenesis, oocyte morphology and maturation of the lugworm *Arenicola marina* (Annelida: Polychaeta) in relation to commercialized procedures to extend the breeding season. *Aquaculture*. v. 279, p.131–141, 2008.

CHA, J. H.; MARTIN, D ; BHAUD, M. Effects of temperature on oocyte growth in the Mediterranean terebellid *Eupolytnia nebulosa* (Annelida: Polychaeta). *Marine Biology*. v.128, p. 433–439, 1997.

COMMITO, J. A.; CELANO, E. A.; CELICO, H. J.; COMO, S.; JOHNSON, C. P. Mussels matter: postlarval dispersal dynamics altered by a spatially complex ecosystem engineer. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. v. 316, p.133-147. 2005.

CULLOTY, S. C.; FAVIER, E.; RIADA NÍ, M.; RAMSAY, N. F. ; O'RIORDAN R. M. Reproduction of the biogenic reef-forming honeycomb worm *Sabellaria alveolata* in Ireland. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. v. 90, n. 3, p.503–507, 2010.

CURRIE, D. R.; MCARTHUR, M. A.; COHEN, B. F. Reproduction and distribution of the invasive European fanworm *Sabella spallanzanii* (Polychaeta: Sabellidae) in Port Phillip Bay, Victoria, Australia. *Marine Biology*, v.136. p. 645–656, 2000.

DALES, P. . The development and structure of the anterior region of the body in the Sabellariidae, with special reference to *Phragmatopoma californica*. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, v. 93, p. 435-452, 1952.

DOMINGUEZ, J. M. L. The Coastal Zone of Brazil. In: DILLENBURG, S. F. ; HESP, P. A. (Org.). *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*. 1 ed. New York: Springer, 2009, v. 1, p. 17-46.

DUBOIS, S. Ecologie des formations récifales á *Sabellaria alveolata* (L.): valeur fonctionnelle et patrimoniale. PhD thesis, Museum National d'Histoire Naturelle de Paris, Dinard, 2003. 199 p.

ECKELBARGER, K. J. Larval development and population aspects of the reef-building polychaete *Phragmatopoma lapidosa* from the east coast of Florida. *Bulletin of Marine Science*. v. 26, n. 2, p. 117-132, 1976.

ECKELBARGER K. J. Larval development of *Sabellaria floridensis* from Florida and *Phragmatopoma californica* from southern California (Polychaeta: Sabellariidae), with a key to the sabellariid larvae of Florida and a review of development in the family. *Bulletin of Marine Science*. v. 27, n. 2, p. 241-255, 1977.

ECKELBARGER, K. J. Oogenesis in the polychaete *Phragmatopoma lapidosa* unique mode of yolk formation in a spiralian. *American Zoologist*. v. 18, n. 3, p. 637-646. 1978.

ECKELBARGER, K. J. Ultrastructure of spermatogenesis in the reef-building polychaete *Phragmatopoma lapidosa* (Sabellariidae) with special reference to acrosome morphogenesis. *Journal Ultrastructure Research*, v.89, p. 146-164, 1984.

ECKELBARGER, K. J. Oogenesis and oocytes. In: BARTOLOMAEUS, T. ; PURSCHKE, G. (Eds), *Morphology, Molecules, Evolution and Phylogeny in Polychaeta and Related Taxa*. *Hydrobiologia*. 535/536. pp. 179-198, 2005.

FANTA, E. S. Sobre a biologia e ecologia de *Phragmatopoma lapidosa* (Sabellariidae, Polychaeta). *Ciência e Cultura*. v. 20, n. 2, p. 327-328, 1968.

FAURÉ-FREMIET, E. L'Oeuf di *Sabellaria alveolata*. *Archive D'Anatomie Microscopique*. v. 20, p. 211-224, 1924.

FLAMBOT, F. C. Aquicultura – indicadores de salinidade da água na microrregião do Salgado. Belém: Banco da Amazônia S.A. 1988, 43 p.

FRANKLIN, L. E. An egg-cell membrane derivative on the vitelline membrane of annelid eggs. *Experimental Cell Research*, v. 43, p. 673-675, 1966.

FRANZÉN, Å. ; RICE, S. A. Spermatogenesis, male gametes and gamete interactions. In: WESTHEIDE, W. ; HERMANS, C. O. (Eds). *The ultrastructure of Polychaeta. Microfauna Marina 4*. New York: Gustav Fischer Verlag, 1988. pp. 309-333.

GARCÍA-ALONSO, J.; HOEGER, U. ; REBSCHER, N. Regulation of vitellogenesis in *Nereis virens* (Annelida: Polychaeta): Effect of estradiol-17h on eleocytes. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 143, p. 55–61, 2006.

GIANGRANDE, A. Polychaete reproductive patterns, life cycles and life histories: an overview. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, v. 35, p. 323-386, 1997.

GORE, R.H.; SCOTTO, L.E. ; BECKER, L.J. Community composition, stability, and trophic partitioning in decapod crustaceans inhabiting some subtropical sabellariid worm reefs. *Bulletin of Marine Science*, v. 28, n. 2, p.221-248, 1978.

GRAM, R. A Florida Sabellariidae reef and its effects on sediment distribution. *Journal of Sedimentology and Petrology*, v. 38, n. 3, p.863-868, 1968.

GRUET, Y. ; LASSUS, P. Contribution à l'étude de la biologie reproductive d'une population naturelle de l'annélide polychète *Sabellaria alveolata* (Linné). *Annales de l'Institut Océanographique de Paris*, v. 59, p.127-140, 1983.

HARDEGE, J. D.; BARTELS-HARDEGE, H. D.; YANG, Y.; WU, B. L.; ZHU, M. Y. ; ZEECK, E. Environmental control of reproduction in *Perinereis nuntia* Var. *brevicirrus*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* v.74, p. 903– 918, 1994.

KIRTLEY, D. W.. A review and taxonomic revision of the family Sabellariidae Johnston, 1865 (Annelida; Polychaeta). Vero Beach. Sabecon Press Science Series, 1994. 223pp.

LANA P. C. ; BREMEC C. S. Sabellariidae (Annelida, Polychaeta) from South America. In: DAUVIN J. C., LAUBIER L. ; REISH, D. J. (Eds) *Actes la 4ème*

Conférence Internationale des Polychètes. Mémoire du Muséum d'Histoire Naturelle. Paris. Editions du Muséum. v.162, p.211–222, 1994.

LANA, P. C. ; GRUET, Y. *Sabellaria wilsoni* sp. n. (Polychaeta, Sabellariidae) from the southeast coast of Brazil. *Zoologica Scripta*, v. 18, p. 239–244, 1989.

LEVIN, L. A. ; BRIDGES, T. Pattern and diversity in reproduction and development. In: *Ecology of Marine Invertebrate Larvae*. Boca Raton: CRC PRESS, BOCA RATON. 1995. p.1-48.

LEVINTON, J. S. The latitudinal compensation hypothesis: growth data and a model of latitudinal growth differentiation based upon energy budgets. I. Interspecific comparison of *Ophryotrocha* (Polychaeta: Dorvilleidae). *Biological Bulletin*. v.165, p.686-698, 1983.

LICCIANO, M.; GIANGRANDE, A. ; GAMBI, M. C. Reproduction and simultaneous hermaphroditism in *Branchiomma luctuosum* (Polychaeta, Sabellidae) from the Mediterranean Sea. *Invertebrate Biology*. v. 121, n. 1, p. 55-65, 2002.

LONGHURST, A. R. ; PAULY, D. *Ecologia dos oceanos tropicais*. EDUSP, São Paulo. 2007. 419p.

MACCORD, F. S. ; AMARAL, A. C.Z.. The reproductive cycle of *Scolelepis goodbodyi* (Polychaeta, Spionidae). *Marine Biology*. v. 151, p.1009–1020, 2007.

MARTINT, D.; ABELLÓ, P.; ; CARTES, J. A new species of *Ophryotrocha* (Polychaeta: Dorvilleidae) commensal in *Geryon longipes* (Crustacea: Brachyura) from the Western Mediterranean Sea. *Journal of Natural History*, v. 25, p. 279-292, 1991.

MCCARTHY, D. A. Life-history patterns and the role of disturbance in intertidal and subtidal populations of the polychaete *Phragmatopoma lapidosa* (Kinberg, 1867) in the tropical Western Atlantic. PhD thesis, King's College, University of London, 2001.

MCCARTHY, D.; YOUNG, C. M.; EMSON, R. H. Influence of wave-induced disturbance on seasonal spawning patterns in the sabellariid polychaete *Phragmatopoma lapidosa*. *Marine Ecology Progress Series*. v. 256, p.123–133, 2003.

McEDWARD, L. R.; JANIES, D. A. Life Cycle Evolution in Asteroids: What is a Larva? *Biology Bulletin*. v. 184, p. 255-268, 1993.

MENDEZ, N. ; JORDI FLOS, J. R. Population dynamics and production of the polychaete *Capitella capitata* in the littoral zone of Barcelona (Spain, NW

Mediterranean). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. v. 218, p. 263–284, 1997.

MICHELETTI-FLORES, C. V. ; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Porcellanid crabs (Crustacea, Decapoda) inhabiting sand reefs built by *Phragmatopoma lapidosa* (Polychaeta, Sabellaridae) at Paranapuã Beach, São Vicente, SP, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 59, p.63-73, 1999.

OCCHIONI, G. E.; BRASIL, A. C. S. ; ARAÚJO, A. F. B. Morphometric study of *Phragmatopoma caudata* (Polychaeta: Sabellida: Sabellariidae). *Zoologia* v. 26, n. 4, p. 739-746, 2009.

OLIVE, P. J. W. Annual breeding cycles in marine invertebrates and environmental temperature: probing the proximate and ultimate causes of reproductive synchrony. *Journal of Thermal Biology*, v.20, n. 1/2, p.79-90, 1995.

PAWLIK J. R. Natural and artificial induction of metamorphosis of *Phragmatopoma lapidosa californica* (Polychaeta: Sabellariidae) with a critical look at the effects of bioactive compounds on marine invertebrate larvae. *Bulletin of Marine Science*, v. 46, p.512–536, 1990.

PAWLIK, J. R.; CHIA, F. S. Larval settlement of *Sabellaria cementarium* moore, and comparisons with other species of sabellariid polychaetes. *Canadian Journal of Zoology*, v. 69, p.765-770, 1991.

WILSON, JR.; STRICKER, S. A. ; SHINN, G. L. (Eds). *Reproduction and Development of Marine Invertebrates*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. 1994. p.275-286.

PEAUCELLIER, G. Ultrastructural study of oocyte maturation in the polychaete annelid *Sabellaria alveolata*. *International Journal of Invertebrate Reproduction and Development*, v. 7, p.33-42, 1984.

PETRAITIS, P. S. Digametic sex determination in the marine polychaete, *Capitella capitata* (species type I). *Heredity* , v. 55, p.151-156. 1985.

PORRAS, R.; BATALLER, J. V.; MURGUI, E. ; TORREGRO, M. T. Trophic structure and community composition of polychaetes inhabiting some *Sabellaria alveolata* (L.) reefs Along the Valencia Gulf Coast, Western Mediterranean. *Marine Ecology*. v.17, n. 4, p. 583-602, 1996.

PREVEDELLI, D.; VANDINI, R. Z. Survival, fecundity and sex ratio of *Dinophilus gyrociliatus* (Polychaeta: Dinophilidae) under different dietary conditions. *Marine Biology*. v.133, p. 231–236, 1999.

ROUSE, G. W. ; PLEIJEL, F. (Eds). *Reproductive Biology and Phylogeny of Annelida*. Enfield Science Publishers Inc., New Hampshire, EUA. 2006. 668p.

SANTOS, A. S.; RIUL, P.; BRASIL, A. C. S. ; CHRISTOFFERSEN, M. L. Encrusting Sabellariidae (Annelida:Polychaeta) in rhodolith beds, with description of a new species of *Sabellaria* from the Brazilian coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v.15 p.1-14. 2010.

SCHOLL, D. W. Effects of an arenaceous tube-building polychaete upon the sorting of a beach sand at Abalone Cove, California. *Compass*, v.35, p.276-283, 1958.

SILVA, M. G. L. Avaliação multitemporal da dinâmica costeira da Praia do Pescador. Bragança (norte do Brasil). 113f. Dissertação Mestrado (Geologia) - IG, Universidade Federal do Pará, Belém, 2001.

SILVA, R. F.; ROSA FILHO, J. S.; SOUZA, S. R. ; SOUZA-FILHO, P. W. Spatial and temporal changes in the structure of soft-bottom benthic communities in an Amazon estuary (Caeté estuary, Brazil). *Journal of Coastal Research*, v. 64, p.440-444, 2011.

SILVEIRA, O. F. M. ; SANTOS, V. F. Aspectos geológicos-geomorfológicos da região costeira entre o rio Amapá Grande e a região dos Lagos do Amapá. MMA/PROBIO, Macapá, 2006. 30p.

SOUZA, R. C. R. A fauna dos bancos de areia de *Phragmatopoma lapidosa* Kinberg, 1867, (Annelida-Polychaeta), da região de Ubatuba, SP. 107f. Dissertação Mestrado (Ecologia), IB, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

STARR, M.; HIMMELMAN, J. H. ; THERRIAULT, J. C. Direct coupling of marine invertebrate spawning with phytoplankton blooms. *Science*. v.247, n. 4946, pp.1071-1074, 1990.

SVESHNIKOV, V. A. The life-history of the polychaetes (polychaeta). *Issledovaniya Fauny Morei*. v. 34, p.112-117, 1985.

VAZZOLER, A. E. A. M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. São Paulo. SBI/EDUEM.. 1996, 169 p.

VENTURA, C. R. R.; PIRES, D. O. Ciclo de vida de invertebrados marinhos. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Org.). *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro. Editora Interciências, 2ªed. 2009. p.71-92.

WILSON, D. P. *Sabellaria* colonies at Duckpool, North Cornwall, 1961-1970. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. v. 51 pp.509-580, 1971.

WILSON, W. H.. Sexual reproductive modes in polychaetes: classification and diversity. *Bulletin of Marine Science*, v. 48, n. 2, p.500-516, 1991.

ZAJAC, R. N. Population ecology of *Polydora ligni* (Polychaeta: Spionidae). I. Seasonal variation in population characteristics and reproductive activity. *Marine Ecology Progress Series*, v. 77, p.197-206, 1991.

ZAMORANO, J. H.; MORENO, C. A.; DUARTE, W. E. Post-settlement mortality in *Phragmatopoma virgini* (Polychaeta: Sabellariidae) at the Mehuin Marine Reserve, Chile. *Marine Ecology Progress Series*, v.127, p.149-155. 1995.

CAPITULO 3

3.1 CONCLUSÕES GERAIS

- A espécie *Sabellaria wilsoni* é dióica com reprodução sexuada e fecundação provavelmente externa;
- As fêmeas são maiores, e em maior número ainda, que não significativamente, que os machos, ambos possuem suas estruturas reprodutivas associadas aos septos intersegmentares os quais contém vasos sanguíneos;
- Nas fêmeas, a vitelogênese esta intimamente ligada com as projeções sanguíneas, diferindo dos machos nos quais suas espermatogônias ficam aderidas as paredes dos septos;
- Existem dois picos um no período seco (setembro a dezembro 2008) e outro no período chuvoso (fevereiro a março de 2009);
- Existe uma correlação, intrínseca entre os picos reprodutivos com as variáveis ambientais. O primeiro pico esta associado ao aumento da hidrodinâmica, ocasionado pela ampliação da intensidade e mudança na direção dos ventos. O segundo associado à disponibilidade de espaço, procedente do quase total desaparecimento dos recifes, fazendo assim com que houvesse um grande aumento reprodutivo, a fim de ocupar os espaços desprovidos.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A. C. Z. Breve caracterização de *Phragmatopoma lapidosa* Kinberg, 1867 (Polychaeta, Sabellariidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 3, p. 471-474. 1987.
- AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H.; STEINER, T. M. *Catálogo das espécies de Annelida Polychaeta do Brasil*. 2010. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/destaques/biota/bentos_marinhos/prod_cient/texto_poli.pdf>. Acessado em 10 Ago. 2010.
- BEESELEY, P. L.; ROSS, G. J. B.; GLASBY, C. J. (Eds.). *Polychaetes and Allies: the Southern synthesis. Fauna of Australia Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula*. Melbourne: CSIRO, 2000. 465p.
- BEHMER, O. A.; TOLOSA, E. M. C.; FREITAS NETO, A. G. *Manual de técnicas para histologia normal e patológica*. São Paulo: EDART, 1976. 241p.
- BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. (Eds). *Invertebrados*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007, 968 p.
- BYBEE, D. R.; BAILEY-BROCK, J. H. ; TAMARU, C.S. Larval development of *Sabellastarte spectabilis* (Grube, 1878) (Polychaeta: Sabelliidae). *Scientia Marina*, v. 70, p. 279-286. 2006.
- COMMITO, J. A.; CELANO, E. A.; CELICO, H. J.; COMO, S.; JOHNSON, C. P. Mussels matter: postlarval dispersal dynamics altered by a spatially complex ecosystem engineer. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 316, p.133-47. 2005.
- CULLOTY, S. C.; FAVIER, E.; RIADAN Í, M.; RAMSAY, N. F.; O'RIORDAN R. M. Reproduction of the biogenic reef-forming honeycomb worm *Sabellaria alveolata* in Ireland. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, v.90, n. 3, p. 503–507. 2010.
- CURTIS, L. A. Aspects of the Population dynamics of the polychaete *Sabellaria vulgaris* Verrill, in the Delaware Bay. *Estuaries*, v. 1, p. 73-84, 1978.
- DALES, P. The development and structure of the anterior region of the body in the Sabellariidae, with special reference to *Phragmatopoma californica*. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, v. 93, p. 435-452, 1952.

ECKELBARGER, K. J. Metamorphosis and Settlement in the Sabellariidae. In: RICE M. E. ; CHIA, F. S. (Eds) *Settlement and metamorphosis of marine invertebrate larvae*. Amsterdam: Elsevier. pp. 145–164, 1978.

ECKELBARGER, K. J. Ultrastructure of spermatogenesis in the reef-building polychaete *Phragmatopoma lapidosa* (Sabellariidae) with special reference to acrosome morphogenesis. *Journal Ultrastructure Research*, v.89, p. 146-164, 1984.

FANTA, E. S. Sobre a biologia e ecologia de *Phragmatopoma lapidosa* (Sabellariidae, Polychaeta). *Ciência e Cultura*, v.20, n. 2, p.327-328. 1968.

FAUCHALD, K. ; ROUSE, G. W. Polychaete systematics: Past and present. *Zoologica Scripta*, v. 26, n. 2, p. 71-138, 1997.

FAURÉ-FREMIET, E. L'Oeuf di *Sabellaria alveolata*. *Archive D'Anatomie Microscopique*. v. 20, p. 211-224, 1924.

FONTELES FILHO, A. A. *Recursos Pesqueiros: Biologia e Dinâmica Populacional*. Fortaleza: Editora Expressão Gráfica. 2011. 460p.

FRANKLIN, L. E. An egg-cell membrane derivative on the vitelline membrane of annelid eggs. *Experimental Cell Research*, v. 43, p. 673-675, 1966.

FRANZÉN, A. On spermiogenesis, morphology of the spermatozoon, and biology of fertilization among invertebrates. *Zoologiska Bidrag fran Uppsala*, v. 3, p. 355-482, 1956.

GIANGRANDE, A. Polychaete reproductive patterns, life cycles and life histories: an overview. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, v. 35, p. 323-386, 1997.

GORE, R.H.; SCOTTO, L.E. ; BECKER, L.J. Community composition, stability, and trophic partitioning in decapod crustaceans inhabiting some subtropical sabellariid worm reefs. *Bulletin of Marine Science*, v. 28, n. 2, p. 221-248, 1978.

GRAM, R. A florida Sabellariidae reef and its effect on sediment distribution. *Journal of Sedimentary Petrology*, v.38, n. 3, p. 863-868, 1968.

GRUET, Y. ; LASSUS, P., Contribution à l'étude de la biologie reproductive d'une population naturelle de l'annélide polychète *Sabellaria alveolata* (Linné). *Annales de l'Institut Océanographique de Paris*, v. 59, p.127-140, 1983.

KIRTLEY, D. W. A review and taxonomic revision of the family Sabellariidae Johnston, 1865 (Annelida; Polychaeta). Vero Beach: Sabecon Press Science Series, 1994, 223pp.

LANA P. C. ; BREMEC C. S. Sabellariidae (Annelida, Polychaeta) from South America. In: DAUVIN J. C., LAUBIER L. ; REISH, D. J. (Eds) *Actes la 4ème Conférence Internationale des Polychètes*. Mémoire du Muséum d'Histoire Naturelle. Paris. Editions du Muséum. v. 162, p. 211–222, 1994.

LANA, P. C. ; GRUET, Y. *Sabellaria wilsoni* sp. n. (Polychaeta, Sabellariidae) from the southeast coast of Brazil. *Zoologica Scripta*, v. 18, p. 239–244, 1989.

LEVIN, L. A.; BRIDGES, T. Pattern and diversity in reproduction and development. In: *Ecology of Marine Invertebrate Larvae*. Boca Raton: CRC Press, 1995. pp.1-48.

MICHELETTI-FLORES, C. V.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Porcellanid crabs (Crustacea, Decapoda) inhabiting sand reefs built by *Phragmatopoma lapidosa* (Polychaeta, Sabellaridae) at Paranapuã Beach, São Vicente, SP. Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 59, p. 63-73, 1999.

MORAES, B. C.; COSTA, J. M. N.; COSTA, A. C. L. ; COSTA, M. H. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amazônica*. v.35, n. 2, p. 207 – 214, 2005.

OCCHIONI, G. E.; BRASIL, A. C. S. ; ARAÚJO, A. F. B. Morphometric study of *Phragmatopoma caudata* (Polychaeta: Sabellida: Sabellariidae). *ZOOLOGIA*, v. 26, n.4, p. 739–74, 2009.

OLIVE, P. J. W. Environmental control of reproduction in Polychaeta. *Fortschritte der Zoologie*, v. 29, p. 17-38, 1984.

PAWLIK J. R. Natural and artificial induction of metamorphosis of *Phragmatopoma lapidosa californica* (Polychaeta: Sabellariidae) with a critical look at the effects of bioactive compounds on marine invertebrate larvae. *Bulletin of Marine Science*, v. 46, p. 512–536, 1990.

PAWLIK, J. R. ; CHIA, F. S. Larval settlement of *Sabellaria cementarium* Moore, and comparisons with other species of sabellariid polychaetes. *Canadian Journal of Zoology*, v. 69, p.765-770, 1991.

PEAUCELLIER, G. Ultrastructural study of oocyte maturation in the polychaete annelid *Sabellaria alveolata*. *International Journal of Invertebrate Reproduction and Development*, v. 7, p.33-42, 1984.

ROUSE, G. W. ; PLEIJEL, F. (Eds). *Reproductive Biology and Phylogeny of Annelida*. Science Publishers Inc., Enfield, New Hampshire, EUA. 2006. 668p.

ROUSE, G. W. ; PLEIJEL, F. *Polychaetes*. Oxford: Oxford University Press. 2001. 354p.

SANTOS, A. S.; RIUL, P.; BRASIL, A. C. S. ; CHRISTOFFERSEN, M. L. Encrusting Sabellariidae (Annelida:Polychaeta) in rhodolith beds, with description of a new species of *Sabellaria* from Brazilian coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v.15, p.1-14, 2010.

SCHOLL, D.W. Effects of an arenaceous tube-building polychaete upon the sorting of a beach sand at Abalone Cove, California. *Compass*, v. 35, p. 276-283, 1958.

SCHROEDER, P. C. ; HERMANS, C. O. Annelida: Polychaeta. In GIESE, A. C. ; PEARSE, J. S. (Eds), *Reproduction of Marine Invertebrates*, Vol. III. New York: Academic Press. 1975, p.1–213.

SILVA, C. A. Morfologia e análise de sucessão deposicional do Vale IncisoQuaternário de Marapanim, Norte do Brasil. 2009. 157f. Dissertação (Doutorado em Geologia e Geoquímica) – Centro de Geociências, Universidade federal do Pará, Belém, 2009.

SILVA, M. G. L. Avaliação multitemporal da dinâmica costeira da Praia do Pescador. Bragança (norte do Brasil). 113f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém: 2001.

SMITH, P. R. ; CHIA, F. S. Larval development and metamorphosis of *Sabellaria cementariurn* Moore, 1906 (Polychaeta: Sabellariidae). *Canadian Journal of Zoology*, v.69, p. 765-770, 1985.

SOUZA FILHO, P. W. M.; LESSA, G. C.; COHEN, M. C. L.; COSTA, F. R.; LARA, R. J. The Subsiding Macrotidal Barrier Estuarine System of the Eastern Amazon coast, Northern Brazil. In: DILLENBURG, S. F. ; HESP, P. A. (Org.). *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*. 1 ed. New York: Springer, 2009, v.1, p. 347-375.

SOUZA, R. C. R. A fauna dos bancos de areia de *Phragmatopoma lapidosa* Kinberg, 1867, (Annelida-Polychaeta), da região de Ubatuba, SP. 1989. 107f. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

STRICKLAND, J. D. H. ; PARSONS, T. R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, v. 167, p. 207-211.

VENTURA, C. R. R.; PIRES, D. O. Ciclo de Vida de Invertebrados Marinhos. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Org.). *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2ªed. 2009. p.71-92.

WILSON JR. W. H. Sexual reproductive modes in polychaetes: classification and diversity. *Bulletin of Marine Science*, v. 48, n. 2, p. 500-16, 1991.

ZAMORANO, J. H.; MORENO, C. A.; DUARTE, W. E. Post-settlement mortality in *Phragmatopoma virgini* (Polychaeta: Sabellariidae) at the Mehuin Marine Reserve, Chile. *Marine Ecology Progress Series*, v. 127, p.149-155, 1995.