



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DO PARÁ**



**FACULDADE DE
OCEANOGRÁFIA**



**INSTITUTO DE
GEOCIÊNCIAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

STEFANY MATTOS OLIVEIRA RODRIGUES

Dinâmica populacional e produção secundária de *Excirolana braziliensis* (Richardson, 1912) (ISOPODA, CIROLANIDAE) em uma praia exposta refletiva no litoral do sudeste do Brasil

BELÉM - PA

2015

STEFANY MATTOS OLIVEIRA RODRIGUES

Dinâmica populacional e produção secundária de *Excirolana braziliensis* (Richardson, 1912) (ISOPODA, CIROLANIDAE) em uma praia exposta refletiva no litoral do sudeste do Brasil

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

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Petracco

BELÉM

2015

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

Rodrigues, Stéfany Mattos Oliveira, 1991-
Dinâmica populacional e produção secundária de
Excirolana braziliensis (Richardson, 1912) (Isopoda,
Cirolanidae) em uma praia exposta refletiva no litoral do
sudeste do Brasil / Stéfany Mattos Oliveira Rodrigues. –
2016.

40 f : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Marcelo Petracco

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

1. Bentos – Ecologia – Brasil, Sudeste. I. Título.

CDD 22 ed. 577.7709815

STEFANY MATTOS OLIVEIRA RODRIGUES

Dinâmica populacional e produção secundária de *Excirolana braziliensis* (Richardson, 1912) (ISOPODA, CIROLANIDAE) em uma praia exposta refletiva no litoral do sudeste do Brasil

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

Data da defesa: 17 / 12 / 2015

Conceito: Bom

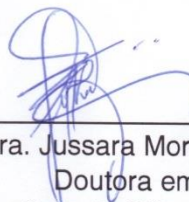
Banca examinadora:



Prof. Dr. Marcelo Petracco
Doutor em Oceanografia Biológica
Faculdade de Oceanografia /IG /UFPA



Prof. Dr. Cleverson Ranniéri Meira dos Santos
Doutor em Oceanografia Biológica
Museu Paraense Emílio Goeldi



Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos
Doutora em Ciências Biológicas
Instituto de Ciências Biológicas/UFPA

A Deus

À Deus.

AGRADECIMENTOS

Por todo amor que me cabe, só Deus sabe das dificuldades que é preciso ter para encarar os dias com mais alma. Agradeço por essa jornada da minha vida, não só à Deus como à Nossa senhora de Nazaré, que atenderam o meu pedido de me tornar oceanógrafa.

Ao Prof. Marcelo Petracco, pela orientação, tempo, paciência e a sua contribuição ao meu conhecimento. À Rosângela, Mayara, Paulinha, Alysso, Thomás, Alexandre e Simi do Laboratório de Oceanografia Biológica (LOB), por fazerem dos meus dias mais leves, não conseguiria concluir esse trabalho se não fosse à ajuda e as risadas todos os dias.

Ao meu namorado Denys Costa, por estar comigo me dando carinho e suporte na conclusão deste trabalho.

À minha brother Carol Cidon, obrigada pela ajuda com os gráficos e os cafés que me fortaleceram, e à Kharen Ohanna por ser meu equilíbrio, e às duas por entenderem a minha distância do Tuna.

Eu agradeço também a minha família, à mamãe (Iêda Matos), tio Reinaldo, Aíssa, Alíssa, Clarissa, vovó Rizé e aos meus dogs por existirem na minha vida (Amiha, Ariel e Radjja).

“ Sinto gratidão só pelo dom da nossa vida,
Emancipação com poesia na batida,
Imensidão, sabedoria pra enxergar
O quanto sou pequeno na
Imensidão do mar.”

Cachalote

RESUMO

Este estudo avaliou a dinâmica populacional e a produção secundária do isópode cirolanídeo, *Excirolana braziliensis*, na praia exposta Vermelha do Norte, Ubatuba, litoral de São Paulo. E avaliar ainda a variação da produção deste isópode em função do estado morfodinâmico das praias, utilizando os dados obtidos na Vermelha do Norte e os disponíveis na literatura para examinar relações entre as variáveis abióticas, produção secundária e a razão P/B de *E. braziliensis*. Coletas mensais foram realizadas na Vermelha do Norte no período entre maio de 2012 e junho de 2013 ao longo de 5 transectos perpendiculares à linha d'água na zona do entremarés. Unidades amostrais foram obtidas a cada 3m ao longo de cada transecção, utilizando um delimitador cilíndrico de 30cm de diâmetro. No laboratório, os indivíduos foram medidos e distribuídos em classes de tamanho, e a massa seca livre de cinzas(MSLC) foi calculada subtraindo a massa de cinzas(MC) pela massa seca(MS). A alta densidade de *E. braziliensis* na praia Vermelha do Norte(107 ind.m⁻²), foi próxima à densidade média estimada para praias subtropicais(88 ind.m⁻²). Com base na literatura levantada, foram observados baixos valores de densidade em direção a praias com grãos grossos, inferindo que esta espécie parece responder como sendo do entremarés. Uma possível causa da alta densidade de *E. braziliensis* na praia estudada é a ausência da espécie cogenérica *Excirolana armata* nessa praia. Nas praias de região temperada, Barra do Chuy e Arachania, observou-se valores maiores de comprimento assintótico em comparação com a praia Vermelha do Norte, ou seja, praias subtropicais apresentaram maior crescimento e menor comprimento assintótico comparado a praias temperadas, sendo que esta última demonstra taxas de mortalidade menores e expectativa de vida maior. Taxas de mortalidade significativamente maiores foram observadas em praias com grãos grossos e de pequena extensão, concordando com a Hipótese de Severidade do Ambiente. A produção apresentou maiores valores em praias de areias finas e encostas mais suaves, indicando que este isópode atinge maior produção em condições intermediárias/dissipativas. Além disso, baixos valores na densidade dos recrutas resultaram em uma menor taxa de renovação na praia estudada.

Palavras-chave: Bentos. Ecologia. Brasil. Sudeste.

ABSTRACT

This study evaluated the population dynamics and secondary production of cirrolanid isopod, *Excirrolana braziliensis*, on the exposed sandy beach North Red, Ubatuba, São Paulo coast. This study aimed to evaluate the variation in production of this isopod depending on the morphodynamic state of the beaches, using the data obtained in the Red North and available in the literature to examine relationships between abiotic variables, secondary production and P/B of *E. braziliensis*. Sampling was performed monthly in Northern Red between May 2012 and June 2013 along five transects established perpendicular to the waterline in the intertidal zone. Sampling units were obtained every 3 meters along each transection using a cylindrical delimiter 30 cm in diameter. In the laboratory, subjects were measured and divided into size classes, and ash-free dry weight (AFDW) was calculated by subtracting ash mass (AM) for dry matter (DM). The high density of *E. brasiliensis* in reflective beach Red North (107 ind.m⁻²), was close to average density estimated to subtropical beaches (88 ind.m⁻²). Based on the literature raised were observed low density values toward beaches with thick grain, implying that this species seems to respond as the intertidal. A possible cause of the high density of *E. brasiliensis* in North Red Beach is the absence of congeneric *Excirrolana armata* species on this beach. On the beaches of temperate region, Barra do Chuy and Arachania, observed higher values of asymptotic length compared to the Northern Red Beach; in the other words, subtropical beaches showed higher growth and lower asymptotic length compared to temperate beaches, and the last one shows lower mortality rates and longer life expectancy. Greater significant results were observed in mortality beaches with coarse grain size and small extent, agreeing with the Severity Hypothesis Environment. The production shows higher values in fine sand beaches and gentler slopes, indicating that this isopod reaches higher production at intermediate / dissipative conditions. In addition, low values in the density of recruits resulted in lower renewal fee on the beach studied.

Keywords: Benthology. Ecology. Brazil. Southeast

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 01- Mapa da praia Vermelha do Norte, Ubatuba, litoral de São Paulo.....5
- Figura 02- *Excirolana braziliensis*. Variações mensais em abundância populacional por faixa transecto (ind.m^{-1} : média \pm SE) na (A) praia Vermelha do Norte, de maio de 2012 a junho de 2013.....11
- Figura 03- *Excirolana braziliensis*. Distribuição de frequências de comprimento na (A) praia Vermelha do Norte a partir de maio de 2012 a junho de 2013.....11
- Figura 04- *Excirolana braziliensis*. Distribuições de frequências de comprimento mensais na Praia Vermelha do Norte de maio de 2012 até Junho de 2013.....12
- Figura 05- *Excirolana braziliensis*. Curva de crescimento estimada pela rotina ELEFAN para as distribuições de frequências de comprimento mensais entre o período de maio de 2012 a junho de 2013.....13
- Figura 06- *Excirolana braziliensis*. Curva de captura convertida para o comprimento e resultado da análise de regressão estimado para o período de maio de 2012 a junho de 2013.....13
- Figura 07- *Excirolana braziliensis*. Relação massa-comprimento e resultado da análise de regressão.....14
- Figura 08- *Excirolana braziliensis*. Distribuição da produção (círculos) e abundância (barras) a partir de Julho de 2012 a Junho de 2013.....15
- Figura 09- *Excirolana braziliensis*. Relação entre o tamanho do grão com a (A) densidade, e (B) produção.....17
- Figura 10- *Excirolana braziliensis*. Relação entre a razão P/B e a largura da praia.....19
- Figura 11- *Excirolana braziliensis*. Relação entre a taxa de mortalidade Z, (A) tamanho do grão, e (B) largura da praia.....23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVO.....	14
2.1	Objetivo geral.....	14
2.2	Objetivos específicos.....	14
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1	Localização e descrição da área de estudo.....	15
3.2	Procedimento de amostragem.....	16
3.3	Procedimento em laboratório.....	16
3.4	Análise de dados.....	17
3.4.1	Estrutura da população.....	17
3.4.2	Crescimento, mortalidade e expectativa de vida.....	17
3.4.3	Relação massa-comprimento, biomassa e razão P/B.....	18
3.4.4	Padrões da Produção e da Razão P/B.....	19
4	RESULTADOS.....	20
4.1	Estrutura da população.....	20
4.2	Crescimento, mortalidade e expectativa de vida.....	23
4.3	Relação massa-comprimento, biomassa e razão P/B.....	24
4.4	Padrões da Produção e da Razão P/B.....	25
5	DISCUSSÃO.....	30
6	CONCLUSÃO.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

As praias arenosas são ambientes com alto dinamismo (BROWN; MCLACHLAN, 1990) e a região do entremarés tem como principal característica biológica a presença de uma diversa e adaptada biota. A distribuição e a diversidade da macrofauna nesses ambientes são determinadas por fatores físicos, destacando-se a ação das ondas, o tamanho das partículas e a declividade da praia (MCLACHLAN, 1983). As praias são classificadas desde protegidas a expostas (MCLACHLAN, 1980), e segundo o estado morfodinâmico, podem ser dissipativas, intermediárias e refletivas (SHORT; WRIGTH, 1983).

Os organismos bentônicos que habitam essas praias, possuem importância essencial dentro dos ecossistemas marinhos, pois atuam como receptores de energia vinda do ambiente pelágico e fornecem energia para os organismos que se alimentam junto ao fundo (AMARAL; ROSSI WONGTSCHOWSKI, 2004). Estes organismos são também reconhecidos por sua importância na remobilização dos fundos marinhos, acelerando os processos de remineralização de nutrientes e, conseqüentemente, os próprios processos de produção primária e secundária (LANA et al., 1996). A macrofauna desses ambientes é composta frequentemente por poliquetos, crustáceos e moluscos (CARDOSO, 2006).

No grupo dos crustáceos, os isópodes cirolanídeos tem ampla distribuição na América e são encontrados ao longo das costas tropicais, subtropicais e temperadas, tanto nos Oceanos Pacífico quanto no Atlântico (DEXTER, 1977; GLYNN; DEXTER; BOWMAN, 1975; JARAMILLO, 1982). São membros comuns da região do supralitoral e entremarés de praias arenosas ao redor do mundo, sendo frequentemente dominantes em termos numéricos ou de biomassa (DEFEO; JARAMILLO; LYONNET, 1992; VELOSO; CARDOSO, 2001; WENDT; McLACHLAN, 1985).

Excirrolana braziliensis é comum em praias brasileiras de diferentes estados morfodinâmicos (DEFEO; JARAMILLO; LYONNET, 1992; GIMENEZ; YANNICELLI, 1997). Os representantes deste gênero são ovovivíparos e não possuem dispersão larval, recrutando diretamente como juvenis (KLAPOW,

1970). São importantes detritívoros (CASTRO; BRUM, 1969), e se deslocam verticalmente ao longo da praia na procura de alimento e desempenham assim, um importante papel ecológico (GRIYTHS; STENTON-DOZEY; KOOP, 1983). Geralmente, permanecem enterrados durante a maré baixa, e com a preamar se deslocam para forragear na coluna d'água. Esses organismos se movem verticalmente na praia, voltando para a zona de condições ideais para enterramento quando a maré recua (GIMÉNEZ; YANNICELLI, 1997).

Recentemente diversos estudos têm verificado contrastes na dinâmica populacional da macrofauna de acordo com a morfodinâmica de praias. Algumas hipóteses têm sido elaboradas, como a verificada por Defeo e Gómez, (2005) e Defeo e McLachlan (2005, 2011), no qual ocorre um aumento na abundância, crescimento e na taxa de sobrevivência das espécies no entremarés, partindo de praias com um estado morfodinâmico mais rigoroso (refletivo) para um estado mais ameno (dissipativo), a exemplo da espécie *Emerita brasiliensis* (DEFEO; GÓMEZ; LERCARI, 2001).

Algumas espécies do supralitoral apresentam padrões inversos, como observado para alguns isópodes cirolanídeos (CAETANO; ABSALÃO, 2005; CONTRERAS et al., 2003; DEFEO et al., 1997, DEFEO; MARTÍNEZ, 2003) e anfípodes (GÓMEZ; DEFEO, 1999; DEFEO; GÓMEZ, 2005). Eles são menos influenciados pelo clima oscilante e geralmente têm movimento ativo autônomo sobre os níveis superiores de praia (GIMÉNEZ; YANNICELLI, 1997). Dessa forma, espécies de *Excirolana* possuem um papel importante no fluxo de energia nas praias arenosas, já que a matéria orgânica que consomem, eventualmente retorna ao mar (sensu HAYES, 1974), como alimento para peixes ou outros crustáceos (DeLANCEY, 1989; RODRIGUES CUNHA, 1989).

As praias arenosas possuem extrema importância como exportadoras de produtividade para ecossistemas adjacentes e em termos de produtividade total. No litoral brasileiro, devido à grande extensão desses ecossistemas, tal fato ganha maior importância e alguns autores já estimaram altos valores de produção e taxa de renovação para espécies suspensívoras em praias arenosas expostas (GIANUCA, 1985; PETRACCO; VELOSO; CARDOSO, 2003). Estudos de produção fornecem subsídios para elucidar importantes questões ecológicas como a transferência de energia no ecossistema, o manejo racional dos

recursos biológicos (DOWNING, 1984; WATERS, 1977;) e o monitoramento de comunidades bentônicas (WILBER; CLARKE, 1998).

Recentemente, a produção secundária tem se mostrado uma ferramenta útil na detecção de estresse ambiental (BENKE; HURYRN, 2010; BUFFAGNI; COMIN, 2000;). O presente estudo visa analisar a dinâmica populacional e a produção secundária de *E. braziliensis* em uma praia refletiva do litoral do estado de São Paulo, bem como em o efeito das características morfodinâmicas sobre a produção secundária e a razão P/B de *E. braziliensis*. Para tanto, foram utilizadas as informações obtidas na praia Vermelha do Norte com as demais disponíveis na literatura para este isópode.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estimar a dinâmica populacional e a produção secundária de *Excirolana braziliensis* na praia Vermelha do Norte, em Ubatuba, São Paulo, e avaliar possíveis padrões de produção e da razão P/B em diferentes estados morfodinâmicos das praias.

2.2 Objetivos Específicos

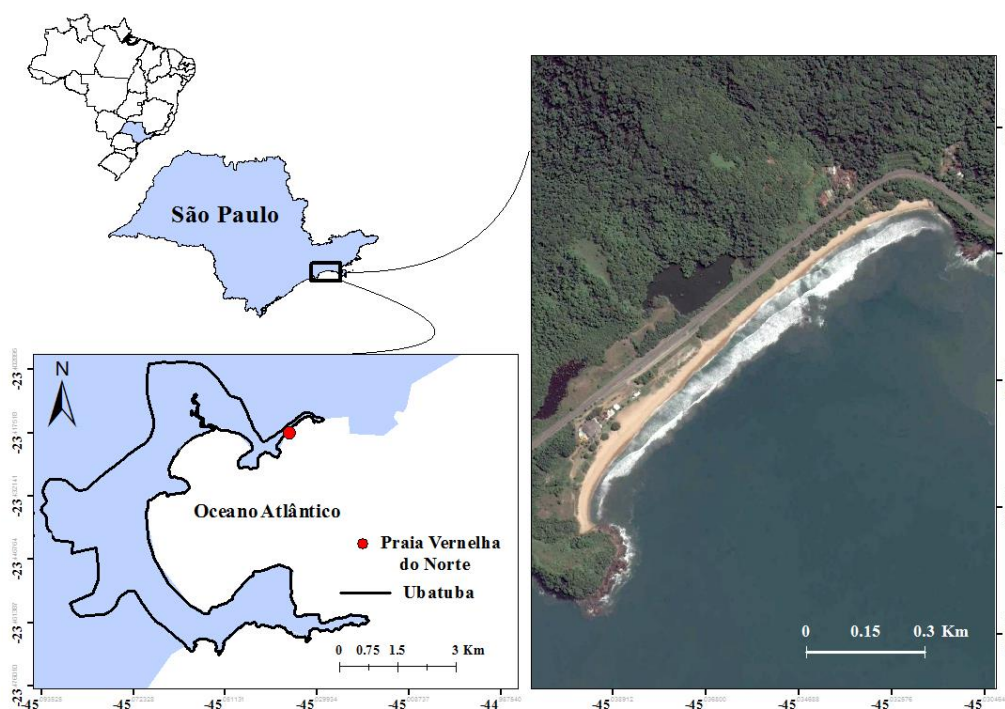
- Estimar os parâmetros de crescimento individual da função de Von Bertalanffy, a expectativa de vida e a taxa mortalidade da população de *E. braziliensis*.
- Estimar a relação massa-comprimento, a biomassa média anual, a produção secundária e taxa de renovação (razão P/B) da população de *E. braziliensis*.
- Analisar os padrões dos parâmetros populacionais com ênfase na produção secundária e a razão P/B de acordo com as características físicas das praias (tamanho do grão, declividade e extensão da praia), utilizando os dados estimados na praia Vermelha e os disponíveis na literatura.

3. MATERIAIS E METODOS

3.1 Localização e descrição da area de estudo

O presente estudo foi desenvolvido na praia Vermelha do Norte (Fig.1) entre a latitude $23^{\circ} 25' S$ e a longitude $45^{\circ} 02' W$, situada em Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo, sudeste do Brasil. Esta praia possui cerca de 1000 m de comprimento, com uma zona de entremarés estreita (35 m), inclinação acentuada ($15,19 \pm 0,76\%$ ($\pm SE$)) e sedimento composto por areia média e grossa ($0,50 \pm 0,02$ milímetros) (Petracco, dados não publicados).

Figura1 - Praia Vermelha do Norte, Ubatuba, litoral de São Paulo.



Fonte: Da autora.

A praia Vermelha do Norte é uma praia exposta (McLACHLAN, 1980) com um estado morfodinâmico refletivo, ação intensa de ondas na face praiial e uma estreita zona de surfe. O regime de marés no litoral paulista é do tipo micromarés, predominantemente semidiurno, mas com ocorrência de desigualdades diurnas (MESQUITA, 1995). As oscilações mensais (sizígia e quadratura) e diárias (preamar e baixamar) são aproximadamente iguais em toda a costa de São Paulo (marégrafos em Cananéia, Santos e Ubatuba), variando de 1,2 m na sizígia a 0,25 m na quadratura, de acordo com os dados do marégrafo de Cananéia.

A direção norte do estado de São Paulo, a partir da Ilha de São Sebastião até Ubatuba, tanto a linha de costa quanto a plataforma continental tornam-se bastante irregulares, apresentando um aumento da declividade na plataforma interna (MUEHE, 2006). Essa característica é observada na região que a praia Vermelha do Norte está inserida, a linha de costa é caracterizada pela presença de reentrâncias bem marcadas, formando grandes enseadas e pequenas baías.

Monteiro (1973) caracterizou as diferenças climáticas ao longo do litoral paulista, na subunidade do litoral norte, está localizada a praia Vermelha do Norte com clima úmido e sujeito à menor participação das massas polares (30-40%) sendo, menos frio, portanto controlado por massas tropicais e equatoriais. A temperatura média anual varia entre 18°C no inverno e 25,6°C no verão, com máximas de 24,3 °C (agosto) e 30,8 °C (janeiro). A umidade relativa do ar no município apresenta valores mensais ao redor de 80% (LAMPARELLI, 1998).

3.2 Procedimento de Amostragem

Coletas mensais foram realizadas entre maio 2012 a junho de 2013 na Praia Vermelha do Norte, Ubatuba, São Paulo durante marés baixas de sizígia. Utilizou-se amostragem do tipo “direcionado a espécie” (GÓMEZ; DEFEO, 1999). As coletas ocorreram ao longo de cinco transectos perpendiculares à linha d’água estabelecida aleatoriamente dentro de um segmento de 100 metros. As unidades amostrais foram obtidas a cada 3 metros ao longo de cada transecção, utilizando um delimitador cilíndrico com 30 cm de diâmetro enterrado a 20 cm no substrato, iniciando na linha de maré alta de sizígia até a linha de maré baixa de sizígia. As amostras foram peneiradas através de uma malha de 0,5mm, e os isópodes retidos foram conservados em álcool a 70%.

3.3 Procedimento em Laboratório

No laboratório, os indivíduos foram medidos da extremidade anterior até a extremidade do télson. Para obter a massa seca livre de cinzas, os indivíduos foram secos em estufa a 70°C durante 24 h, para aferir a massa seca (MS). Em seguida, a massa de cinzas (MC) foi obtida após a calcinação dos indivíduos secos em um forno de mufla durante 5 h a 500° C. A massa seca livre de

cinzas (MSLC) foi calculada subtraindo a massa de cinzas (MC) pela a massa seca (MS).

3.4 Análise de Dados

3.4.1 Estrutura da população

A abundância de *E. braziliensis* no entremarés foi estimado por faixas de transectos (IST, ver DEFEO, 1996) e calculado da seguinte forma:

$$IST_r = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n_r} w_r$$

Onde: q é a densidade de cada amostra obtida ao longo do transecto (ind.m^{-2}); n é o número de amostras no transecto r ; e w é a largura do transecto r que corresponde à distribuição de *E. braziliensis*. Embora tenham apresentado distribuição normal, os dados mensais de abundância não alcançaram homocedasticidade, segundo o teste de Levene, mesmo após serem log-transformados. Desta forma, o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi empregado para avaliar uma possível diferença temporal na abundância. A frequência relativa (%) de classes de comprimento (mm) das populações de *E. braziliensis* foi calculada através da construção de histogramas de cada data de amostragem, para ilustrar a estrutura de tamanho mensal.

3.4.2 Crescimento, mortalidade e expectativa de vida

As distribuições de frequências de comprimento mensais (DFCM), obtidas a partir de classes de tamanho de 1 mm foram utilizadas para estimar os parâmetros de crescimento de *E. braziliensis*, através do ELEFAN I (*Electronic Corpo Análise Frequency*) rotina do pacote FISAT II (FAO-ICLARM). Esta abordagem assume que o crescimento é descrito pela função de von Bertalanffy (VBGF) modificado para sazonalidade (GARCIA-BERTHOU et al, 2012; PAULY; GASCHUTZ, 1979; SOMERS, 1988;):

$$L_t = L_\infty [1 - \exp(-k(t-t_0) - S_t + S_{t_0})],$$

$$\text{Com } S(t) = (CK/2\pi) \sin[2\pi(t-t_s)],$$

$$\text{e } S_{t_0} = (CK/2\pi) \sin [2\pi(t_0-t_s)]$$

onde: L_t é o comprimento no tempo t (mm); L_∞ é o comprimento máximo teórico da população; K é o parâmetro de curvatura; C representa a intensidade das oscilações sazonais de crescimento; t_0 é a idade teórica em comprimento zero, e foi estimado em 0,08 anos, considerando-se o período de incubação de *E. braziliensis* (MARTÍNEZ; DEFEO, 2006); t_s é o começo da sinusóide de oscilação de crescimento; e WP representa o período de redução de crescimento, expressa como uma fração decimal de ano ($WP = t_s + 0,5$). O índice Rn foi utilizado para avaliar a qualidade do ajuste do VBGF estimado.

Foi utilizado o índice de crescimento phi prime (ϕ') (PAULY; MUNRO, 1984), para determinar o desempenho do crescimento, definido como:

$$\phi' = 2\log_{10}(L_\infty) + \log_{10}K$$

A taxa de mortalidade instantânea (Z) foi calculada pelo modelo exponencial negativo único, utilizando o método de curva de captura convertida para o comprimento (PAULY; CHRISTENSEN, 1995) do programa FISAT (GAYANILO; SPARRE; PAULY, 1996). A estimativa de Z foi dada por:

$$\ln(N) = G - Z \cdot t$$

onde: N é o número de indivíduos; g a intercepção de regressão; Z , em módulo, a mortalidade estimada imparcial; e t é a idade estimada em cada coorte (PAULY; CHRISTENSEN, 1995). A expectativa de vida (t_{max}) foi estimada usando o comprimento representativo de 99% da população, $L_{99\%}$ (GARCIA; SPARRE; CSIRKE, 1989).

3.4.3 Relação massa-comprimento, biomassa e razão P/B

A relação entre o comprimento e a massa seca livre de cinzas (MSLC) foi estimada pela função potência: $M = aL^b$, onde M é a massa seca livre de cinzas por indivíduo (g MSLC), L é o comprimento de a classe de tamanho (mm), e a e b são constantes. A produção somática de *E. braziliensis* foi estimada pelo método da taxa de crescimento específico em massa (MSGRM: CRISP, 1984; BREY, 2001). Neste método, a produção é calculada a partir da distribuição de frequências de comprimento obtido a partir de todas as amostras reunidas, a relação massa-comprimento e os parâmetros da função de von Bertalanffy.

A produção anual é dada pela equação:

$$P = \sum \sum f_i \cdot m_i \cdot G_i,$$

onde: f_i é o número médio anual de indivíduos na classe de comprimento i , m_i é a massa individual média na classe de comprimento i , calculada a partir da relação massa-comprimento e G_i é a taxa de crescimento específico em massa na classe de comprimento i , obtido através da equação:

$$G_i = b \cdot K \cdot [(L_\infty/L_i) - 1]$$

onde: b é o expoente da relação massa-comprimento, K e L_∞ são parâmetros de crescimento da função von Bertalanffy, e L_i é o comprimento médio da classe de comprimento i . A produção foi expressa em metro linear ($\text{g m}^{-1} \text{ano}^{-1}$) e também em metro quadrado ($\text{g m}^{-2} \text{ano}^{-1}$) para permitir a comparação com outros estudos de produção. A relação P/B foi calculada pela razão entre a produção somática (P) e biomassa (B).

3.5 Padrões da produção e da razão P/B

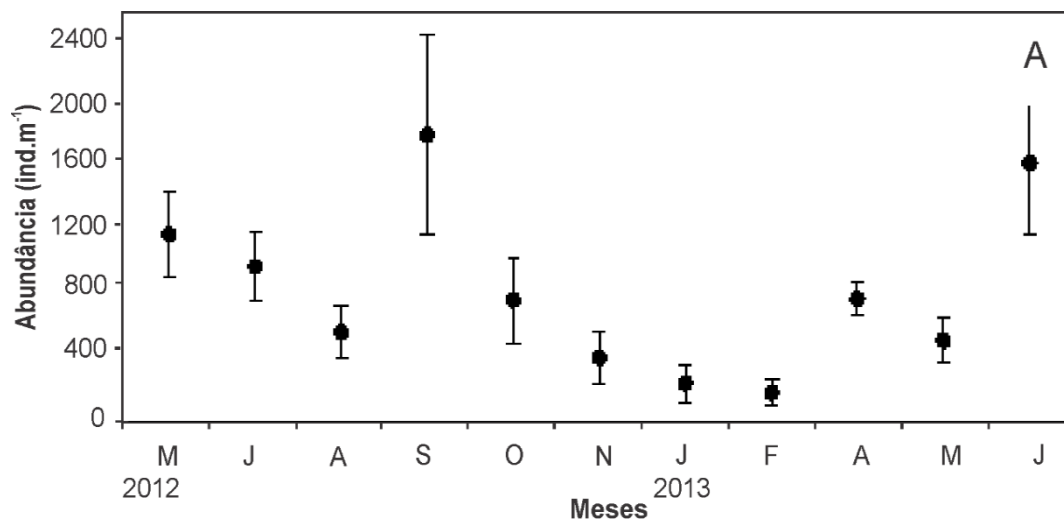
Para examinar possíveis efeitos da variação de características físicas de praias relacionados aos estados morfodinâmicos das praias (dissipativa, intermediária ou refletiva; SHORT, 1996) sobre a produção e a razão P/B , foi realizada uma revisão da literatura sobre estudos de produção de *E. braziliensis*. De cada estudo disponível na literatura, além do realizado na praia Vermelha do Norte, foram reunidas variáveis físicas das praias (tamanho médio de grão, largura e inclinação da praia e índice ômega de Dean). Variáveis biológicas frequentemente relacionadas à produção e a razão P/B , tais como densidade, massa corporal individual, parâmetro de curvatura (K) de von Bertalanffy, expectativa de vida e a mortalidade instantânea (Z) também foram coletadas a partir dos estudos disponíveis na literatura. As relações entre a produção secundária e a razão P/B com fatores abióticos foram modeladas por procedimentos de ajustamento linear e não linear, e o melhor ajuste foi selecionado com base no coeficiente de determinação (R^2). Para as análises estatísticas foi utilizada um nível de significância de 5% (ZAR, 1999).

4. RESULTADOS

4.1 Estrutura da população

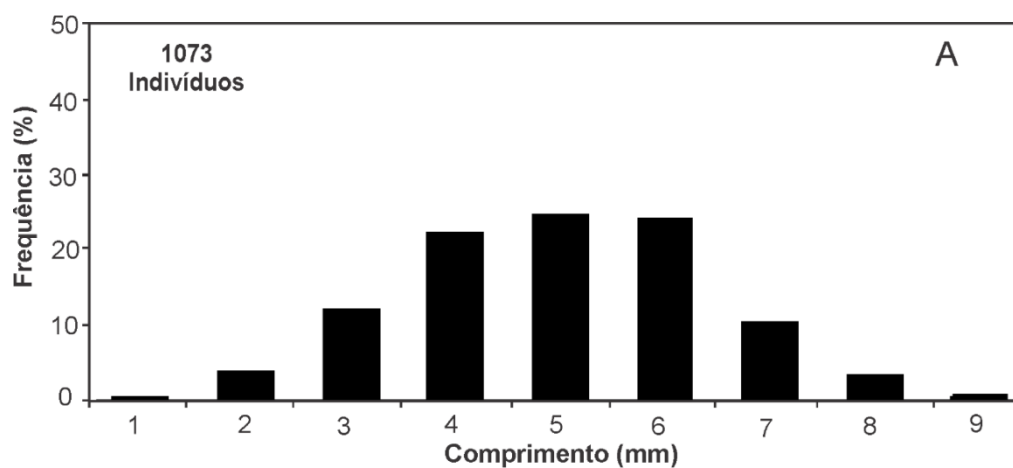
A abundância de *E. braziliensis* na Praia Vermelha do Norte foi estimada em $828,16 \pm 155,04 \text{ ind.m}^{-1}$ ($\pm \text{SE}$) ($103,51 \pm 15,85 \text{ ind.m}^{-2}$) e variou significativamente entre os meses ($H = 23,50$ $n = 55$, $p < 0,01$). Picos de abundância foram registrados no início da primavera (setembro de 2012) e no início do outono (junho de 2013). (Fig. 2). Um total de 1073 indivíduos foram coletados, sendo que os menores e maiores foram das classes de comprimento de 1 e 9 mm, respectivamente (Fig. 3). A distribuição anual de frequências de comprimento apresentou modas nas classes de tamanhos de 5-6 mm. As modas de distribuições de frequências de comprimento mensais (DFCM) de *E. braziliensis* mostraram um deslocamento claro nos períodos entre maio e setembro de 2012 (4 a 6 mm) e janeiro até junho de 2013 (3 a 6 mm) (Fig. 4). Recrutas ($\leq 3\text{mm}$) foram amostrados em todos os meses, apesar da sua baixa representatividade na população ($\sim 16\%$) (Fig. 3). Estes indivíduos foram predominantes no final do outono (maio de 2012) e na primavera (setembro e outubro de 2012).

Figura 2- *Excirolana braziliensis*. Variações mensais em abundância populacional por faixa transecto (ind.m^{-1} : média \pm SE) no (A) Praia Vermelha, de maio de 2012 a junho de 2013.



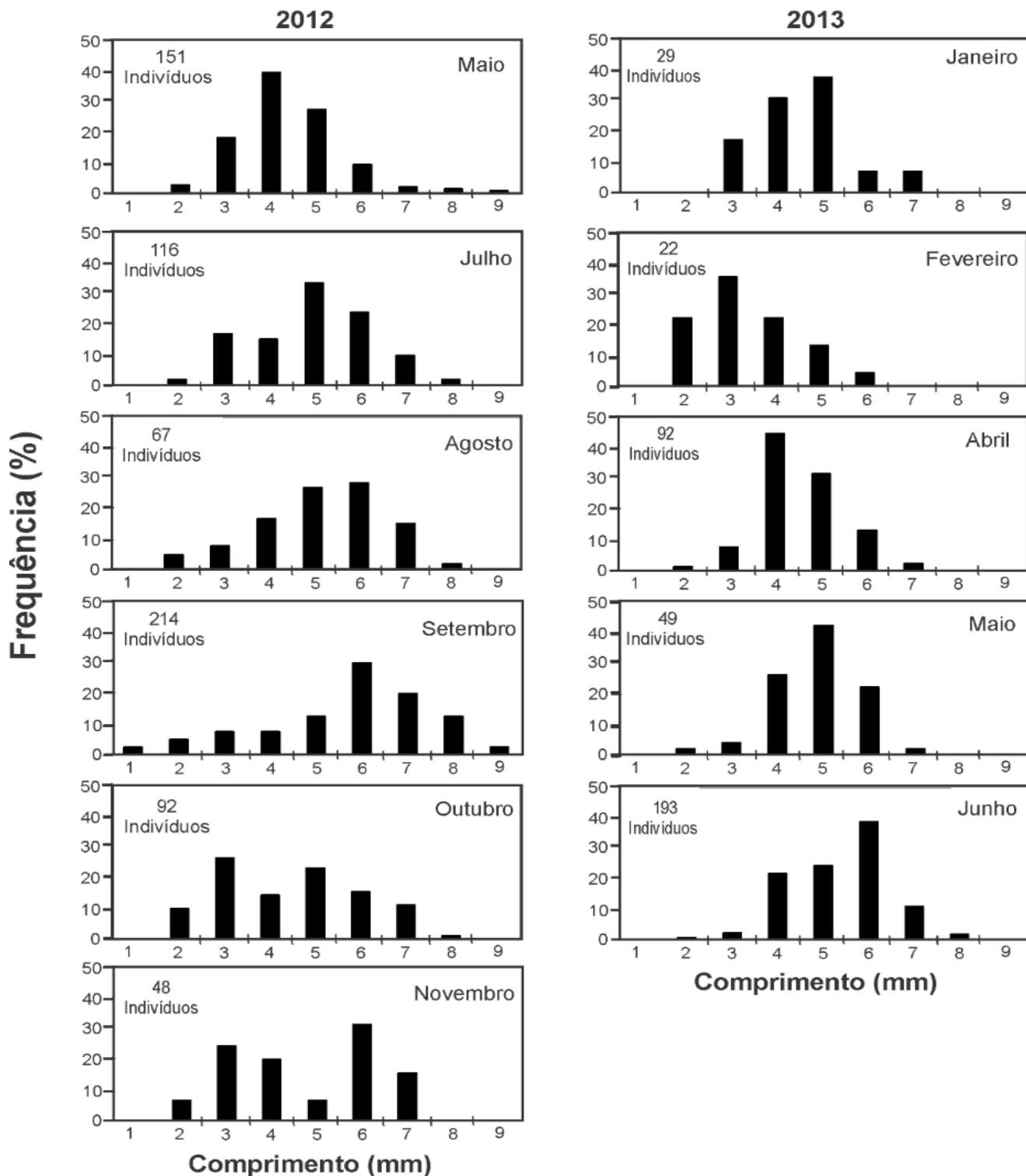
Fonte: Da autora

Figura 3- *Excirolana braziliensis*. Distribuição de frequências de comprimento na Praia Vermelha do Norte de maio de 2012 a junho de 2013.



Fonte: Da autora

Figura 4- *Excirolana braziliensis*. Distribuições de frequências de comprimento mensais na Praia Vermelha do Norte de maio de 2012 até junho de 2013.

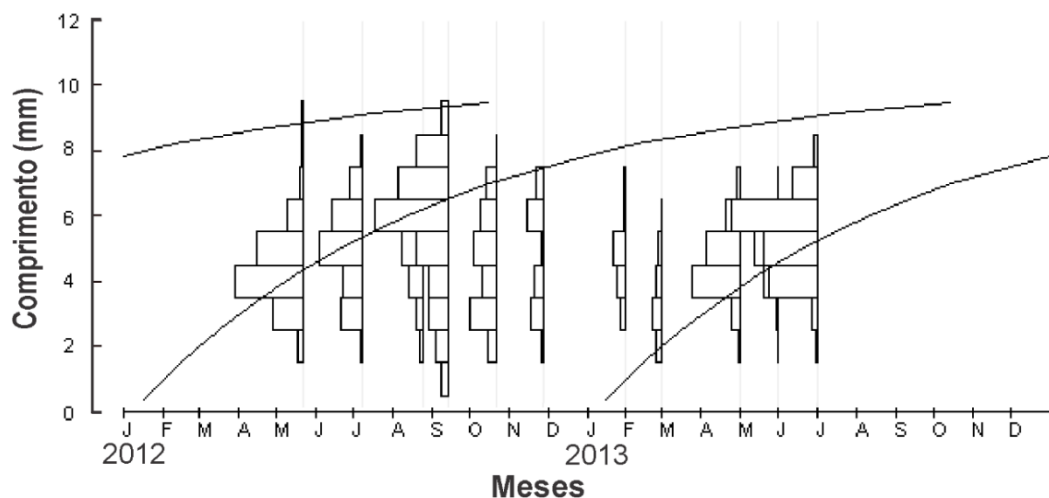


Fonte: Da autora

4.2 Crescimento, desempenho de crescimento, mortalidade e expectativa de vida

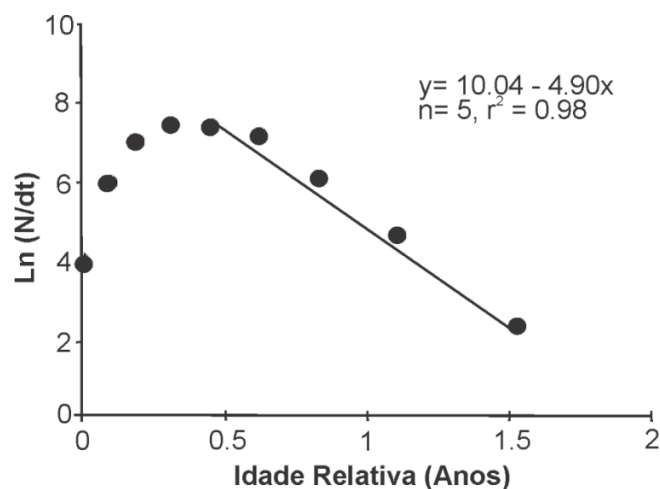
Não foi observado oscilação sazonal no crescimento individual na população de *E. braziliensis* na praia Vermelha do Norte (Fig. 5). Os valores estimados pelo parâmetro de VBGF, foram: $L^\infty = 10,15$, $K = 1,20$, $C = 0,00$, $R_n = 0,451$ (Tabela 1). O índice de crescimento phi (ϕ') foi de 2,09. Estimou-se o comprimento no qual 99% da população foi representada e a expectativa de vida, respectivamente a 8,0 mm e 1,50 anos. A taxa de mortalidade instantânea foi estimada em $4,90 \text{ ano}^{-1}$ (Fig. 6).

Figura 5- *Excirolana braziliensis*. Curva de crescimento estimada pela rotina ELEFAN para as distribuições de frequências de comprimento mensais entre o período de maio de 2012 a junho de 2013.



Fonte: Da autora

Figura 6- *Excirolana braziliensis*. Curva de captura convertida para o comprimento e resultado da análise de regressão estimado para o período de maio de 2012 a junho de 2013.



Fonte: Da autora

Tabela 1- *Excirolana braziliensis*. Atributos biológicos da população do isópode na Praia Vermelha do Norte: menor indivíduo (SI, mm), maior indivíduo (LI, mm), moda da distribuição de frequências de classe de comprimento anual (mm), comprimento assintótico (L_{∞} , mm); parâmetro de curvatura (K, ano⁻¹), constante de oscilação sazonal (C), idade do comprimento zero (t_0 : ano), índice de crescimento phi prime (ϕ'), comprimento representando o percentual de 99% da população ($L_{99\%}$: mm), Exp. Vida (t_{max} , anos), a taxa de mortalidade instantânea (Z, ano⁻¹), produção (P, g MSLC m⁻¹ ano⁻¹), biomassa (B, g m⁻¹ MSLC) e razão P/B (ano⁻¹).

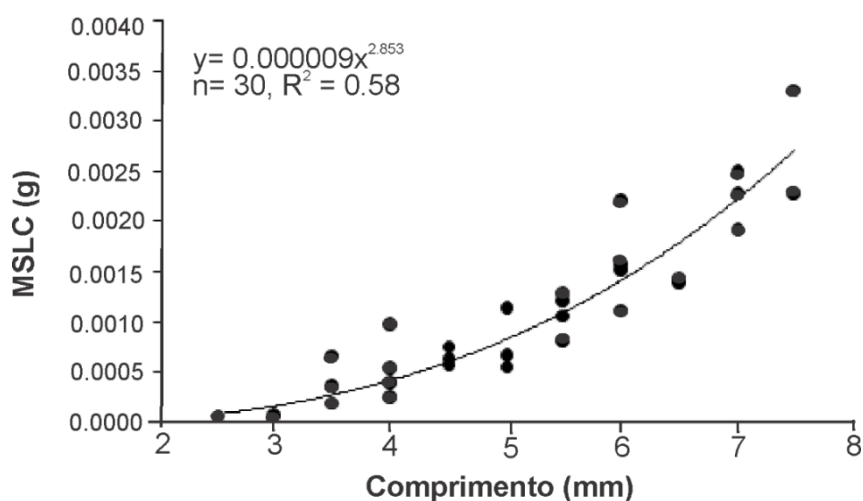
Código	SI	LI	Moda	L_{∞}	K	C	t^0	ϕ'	L99%	tmax	Z	P	B	P/B
Praia Vermelha do Norte	1,00	9,00	5-6	10,15	1,20	0	-0,08	2,09	8,00	1,50	4,90	2,38	1,07	2,22

Fonte: Da autora

4.3 Relação Massa-Comprimento, Biomassa e Produção secundária

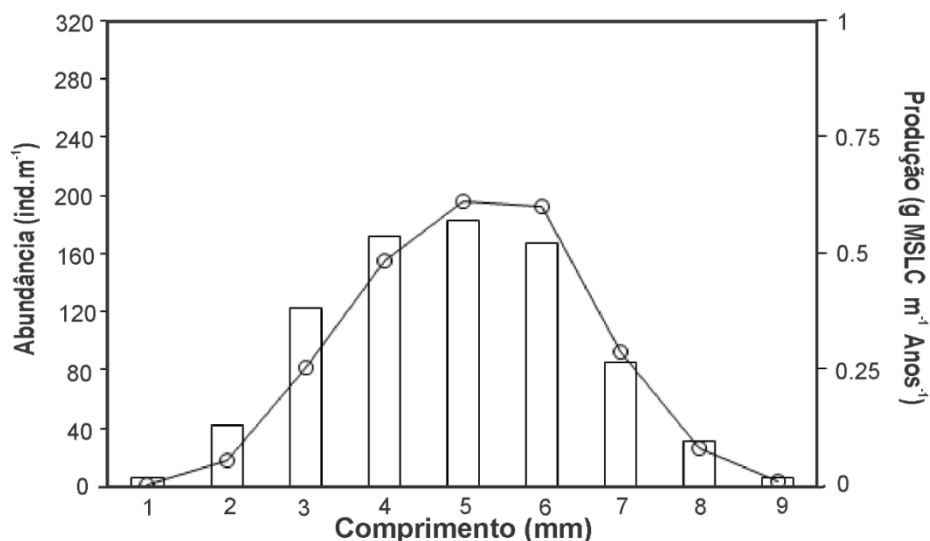
A equação de regressão entre massa e comprimento para a população *E. braziliensis* da Vermelha do Norte (Fig. 7) foi usado para calcular a produção da população. A relação entre a produção anual (2,38 g MSLC m⁻¹ ano⁻¹: 0,31 g MSLC m⁻² ano⁻¹) pela biomassa média (1,07 g MSLC m⁻¹: 0,14 g MSLC m⁻²), resultou em um P/B de 2,22 ano⁻¹. Três classes de comprimento intermediário (4-6 mm) contribuíram com a maior parte da produção (71%) acompanhando o pico de abundancia recorrente nestas classes (Fig. 8). Por outro lado, os recrutas (1-3 mm) e os indivíduos maiores (7-9 mm) tiveram uma pequena contribuição para a produção população total (29%).

Figura 7- Relação massa-comprimento e resultado da análise de regressão



Fonte: Da autora

Figura 8 - Distribuição da produção (círculos) e abundância (barras) a partir de Julho de 2012 a Junho de 2013.



Fonte: Da autora

4.4 Padrões da Produção e da razão P/B

A partir de 10 levantamentos bibliográficos disponíveis sobre a produção de *Excirolana brasiliensis*, oito são de praias em regiões subtropicais, localizadas no sudeste do Brasil, sendo seis situadas no Rio de Janeiro, como as praias de Fora, Bonita, Sul (MEIREIS 2013), Prainha (FONSECA; VELOSO; CARDOSO, 2000; VELOSO; CARDOSO; PETRACCO, 2003), Grumari e Restinga da Marambaia (CAETANO et al., 2006), uma no estado de São Paulo (Vermelha do Norte), e uma no Chile (Caleta Errázuriz) estudada por Zuñiga et al., 1985. Os demais estudos foram realizados em regiões temperadas, como a praia da Barra do Chuy e Arachania, no Uruguai (DEFEO; MARTÍNEZ 2003; LERCARI; BERGAMINO; DEFEO, 2010).

Ao considerar os atributos ambientais, o parâmetro de Dean e dados disponíveis na literatura indicaram que as praias: Prainha, Grumari, Vermelha do Norte e Arachania possuem o estado morfodinâmico refletivo. Enquanto que as praias: Fora, Bonita, Sul e Restinga da Marambaia são classificadas como intermediárias e a praia Barra do Chuy como dissipativa. Embora a praia de Caleta Errázuriz não tenha sido classificada em relação ao seu estado morfodinâmico, os grãos finos e a declividade suave dessa praia sugerem um estado morfodinâmico intermediário/dissipativo. O tamanho do grão entre as

praias variou desde areia fina (0,2 - 0,23 mm: Barra do Chuy, Caleta Errázuriz e Restinga da Marambaia), média (0,39 - 0,45 - 0,5 mm: Fora, Prainha e Vermelha do Norte), até areia grossa (0,56 - 0,58 - 0,7 mm: Arachania, Grumarí, Sul e Bonita). A inclinação da praia dissipativa Barra do Chuy (3,53%) seguida da praia intermediária Restinga da Marambaia (4,19%) são as mais suaves, aumentando acentuadamente em direção as praias refletivas (10,76% - 15,19%: Prainha e Vermelha do Norte), enquanto que a largura das praias variou de 20m na praia do Sul a 76 m na Restinga da Marambaia, ambas localizadas no Rio de Janeiro. (Tabela 2).

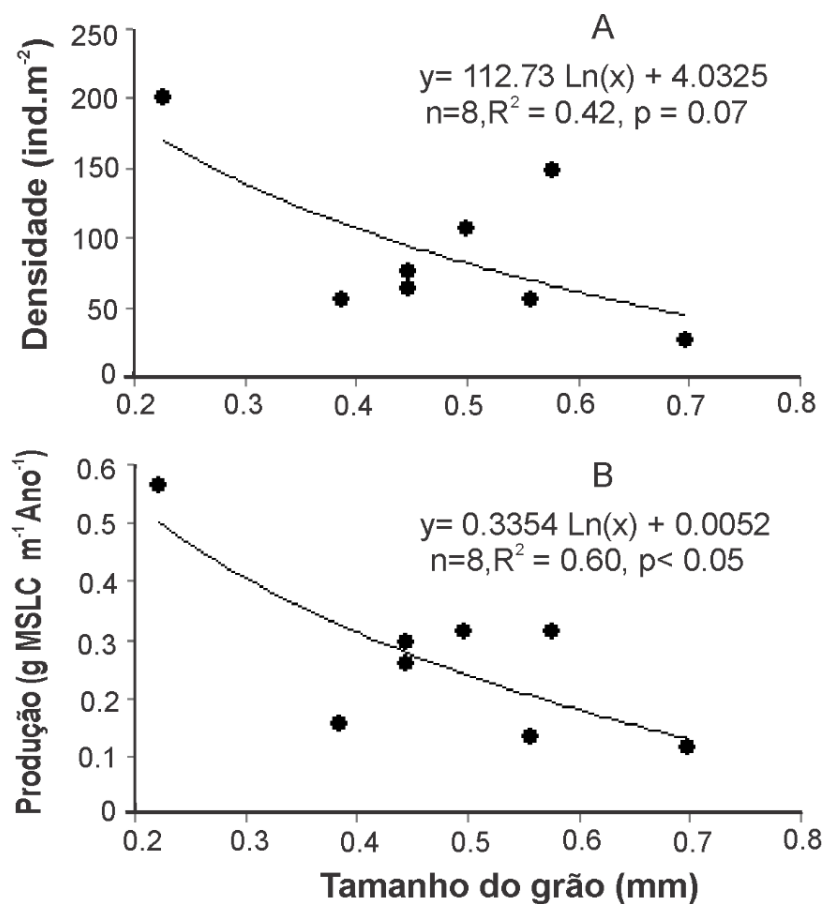
Tabela 2- *Excirolana braziliensis*. Características ambientais das praias arenosas estudadas: Parâmetro de Dean (Ω), estado morfodinâmico da praia (E.M.): Refletiva (R), Intermediária (I) e Dissipativa (D), Declividade da praia (Decl: %), média de tamanho de grão (Tam. Grão: mm), a largura da praia (Larg.: m), a temperatura média da água do mar anual (T: C°) e diferença de latitudes (Lat).

Fonte	Praia	Ω	E.M.	Decl.	Tam. Grão	Larg.	T. C°	Lat
Meireis (2013)	Fora, RJ	1.87	I	8.04	0.39	38	23	22°56'S
Meireis (2013)	Bonita, RJ	-	I	12.09	0.7	-	23	22°59'S
Meireis (2013)	Sul, RJ	-	I	11.07	0.58	20	23	23°00'S
Fonseca; Veloso; Cardoso, (2000); Veloso; Cardoso; Petracco, 2003	Prainha, RJ	1.13	R	10.76	0.45	57	22.7	23°02'S
Fonseca; Veloso; Cardoso, (2000); Veloso; Cardoso; Petracco, 2003	Prainha, RJ	1.13	R	10.76	0.45	57	22.7	23°02'S
Caetano et al., (2006)	Grumarí, Rj	0.87	R	9.28	0.56	51	22.7	23°03'S
Caetano et al., (2006)	Restinga da Marambaia, RJ	1.84	I	4.19	0.23	76	22.7	23°03'S
Presente estudo	Vermelha do Norte, SP	-	R	15.19	0.5	40	23	23°25'S
Zuñiga et al., (1985)	Caleta Errázuriz, Chile	-	-	5.33	0.2	-	17.6	23°27'S
Defeo e Martínez (2003); Lercari; Bergamino; Defeo, 2010	Barra do Chuy, Uruguai	-	D	3.53	0.2	68	18.3	33°40'S
Defeo e Martínez (2003); Lercari; Bergamino; Defeo, 2010	Arachania, Uruguai	0.56	R	7.8	0.56	40	18.3	34°36'S

Fonte: Da autora

Maiores valores de densidade ocorreram nas praias intermediárias Sul (148 ind. m⁻²) e Restinga da Marambaia (200 ind. m⁻²) e o menor ocorreu na praia Bonita (26 ind. m⁻²) (Tabelas 2 e 3). A densidade de *E. braziliensis* das praias estudadas quando relacionada ao tamanho do grão, apresentou uma tendência a diminuição em praias com grãos mais grossos, embora essa relação não tenha sido significativa. A relação entre produção e o tamanho do grão foi negativa e significativa (Fig. 9 B), apresentando alto valor na praia Restinga da Marambaia (0,56 g MSLC m⁻¹ ano⁻¹) e menor produção na praia Bonita (0,11 g MSLC m⁻¹ ano⁻¹).

Figura 9- *Excirolana braziliensis*. Relação entre o tamanho do grão com a (A) densidade, e (B) produção.



Fonte: Da autora

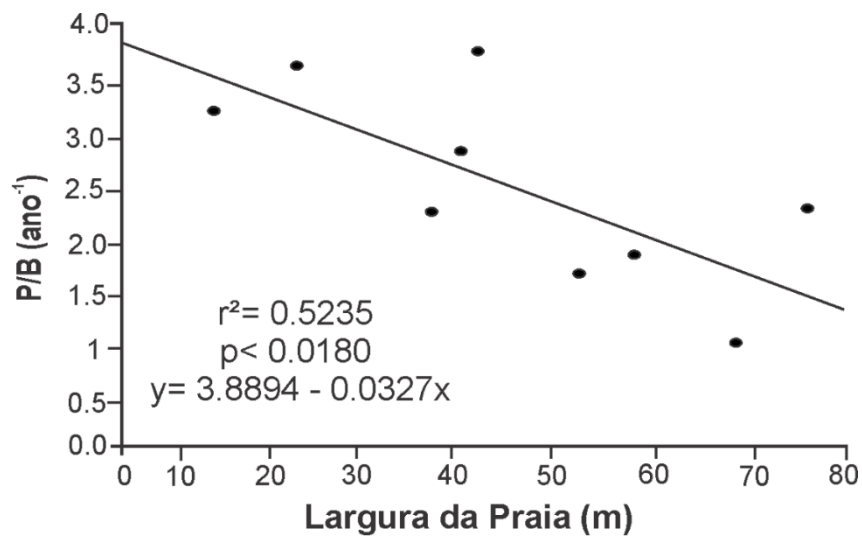
Tabela 3- *Exciorolana braziliensis*. Caracterização de parâmetros populacionais nas diferentes praias arenosas estudadas: Densidade (D, ind. m⁻²), percentagem de recrutas (% r), o parâmetro de curvatura (K, ano⁻¹), o comprimento assintótico (L_∞, mm), índice de crescimento phi prime (ϕ), a taxa de mortalidade instantânea (Z, ano⁻¹), a expectativa de vida (t_{max} anos), produção (P, g MSLC m⁻¹ano⁻¹), a média de biomassa (B, g MSLC m⁻¹), razão P/B (ano⁻¹), e massa corporal média (M_{média}: g MSLC).

Praia	D	%r	K	L_∞	ϕ	Z	t_{máx}	P	B	P/B	M_{média}
Fora, RJ	55	8	1.16	9.87	2.05	4.6	1.48	0.15	0.05	2.8	0.00091
Bonita, RJ	26	16	0.93	9.2	1.88	5.62	1.51	0.11	0.04	3.2	0.00153
Sul, RJ	148	11	1.05	9.86	1.96	5.49	1.15	0.31	0.08	3.64	0.00054
Prainha, RJ	63	19	1.1	9.5	1.99	2.93	1.66	0.29	0.16	1.8	0.00249
Prainha, RJ	75	13	1	9.5	1.99	2.74	1.66	0.26	0.14	1.81	0.00201
Grumarí, Rj	55	13	1.06	10.31	2.05	3.44	1.58	0.13	0.08	1.62	0.00144
Restinga da Marambaia, RJ	200	14	1.15	9.19	1.98	2.71	1.65	0.56	0.25	2.24	0.00127
Vermelha do Norte, SP	107	16	1.2	10.15	2.09	4.9	1.5	0.31	0.14	2.22	0.00312
Caleta Errázuriz, Chile	-	-	1.23	12.8	2.3	3	1.25	2.85	0.77	3.71	0.0015
Barra do Chuy, Uruguai	-	-	0.79	10.43	1.93	0.9	2.3	0.01	0.01	0.95	0.00149
Arachania, Uruguai	-	-	1.03	12.45	2.2	2.97	2.15	0.09	0.02	3.78	0.00397

Fonte: Da autora

Os valores mínimos e máximos estimados para a razão P/B das populações de *E. braziliensis* variaram entre uma praia dissipativa (0,95 ano⁻¹) e refletiva (3,78 ano⁻¹). Esta razão foi relacionada significativamente apenas com a largura da praia, com tendência a diminuição de P/B a medida que a largura da praia aumentar (Fig.10).

Fig. 10. - *Excirolana braziliensis*. Relação entre razão P/B e largura da praia.



Fonte: Da autora

5. DISCUSSÃO

Os crustáceos tendem a ocupar tanto o entremarés quanto o supralitoral de praias arenosas, pois são capazes de colonizar praias de areia grossa e declives íngremes, por terem maior mobilidade e seus exoesqueletos fornecerem proteção contra os efeitos abrasivos do dinamismo do ambiente (MCLACHLAN; DEFEO, 2001). O efeito das características físicas das praias sobre os crustáceos depende de qual zona esses organismos ocupam. Os parâmetros populacionais (ex. densidade e crescimento) dos organismos que habitam o entremarés são favorecidos em praias do tipo dissipativa com grãos finos e declive suave. Já as espécies do supralitoral são favorecidas em praias refletivas, com grão grosso e declividade acentuada (DEFEO; MCLACHLAN, 2011).

A alta densidade do isópode *E. braziliensis* na praia refletiva Vermelha do Norte (107 ind.m⁻²) foi próxima a densidade média estimada para praias subtropicais (88 ± 21 ind.m⁻² [±EP]). Um fator que pode influenciar a densidade de *E. braziliensis* é a presença de *Excirolana armata* no mesmo ambiente. Uma possível causa da alta abundância de *E. braziliensis* na Vermelha do Norte, embora essa praia seja refletiva, é a ausência de *E. armata* nessa praia. A simpatria das populações de *E. braziliensis* e *E. armata* pode levar a uma diminuição da abundância e da expectativa de vida na população de *E. braziliensis*, desde que o último seja um competidor dominante (DEFEO et al., 1997; MEIREIS, 2013).

A tendência de baixos valores nas densidades das populações de *Excirolana braziliensis* em direção às praias de grão grosso (ver fig. 9A), contrasta com Defeo e McLachlan (2011) que verificaram um aumento na densidade deste isópode no supralitoral das praias em condições refletivas (grãos grossos). Esses autores observaram ainda que as espécies da região do entremarés (*Excirolana armata* e *Emerita brasiliensis*) diminuíram sua densidade em direção as praias de grão grosso. Assim, no presente estudo, as populações de *Excirolana braziliensis* parecem responder como sendo do entremarés, ou seja diminuindo sua densidade em praias refletivas.

Vale ressaltar que o isópoda *E. braziliensis* têm sido encontrado ocupando tanto a zona do supralitoral, quanto a zona média do entremarés, dependendo

da praia estudada (CAETANO et al., 2006; DEFEO; McLACLAN, 2011). Além disso, espécies do entremarés inferior, como o bivalve *Donax hanleyanus* da praia Vermelha do norte (PETRACCO et al., dados não publicados) e o anfípode *Atlantorchestoidea brasiliensis* do supralitoral (DEFEO; GÓMEZ, 2005) parecem responder mais claramente as características morfodinâmicas da praia (tamanho do grão, declividade e largura da praia). Ademais, a ausência de praias dissipativas, contrastando com as diversas praias refletivas/intermediárias no conjunto de dados analisados, dificulta um padrão mais claro para a densidade de *E. brasiliensis* de acordo com as características físicas.

Alguns estudos propuseram que o crescimento individual pode ser dependente da densidade (DEFEO; GÓMEZ; LERCARI, 2001; LERCARI; DEFEO, 1999). Caetano et al. (2006) verificaram que os menores valores no crescimento individual foram relacionados negativamente com altas densidades, sugerindo assim a ocorrência de um fator biótico como componente limitante nas taxas de crescimento de *E. brasiliensis*. No entanto, não foi verificada relação significativa entre a densidade e os parâmetros de crescimento (K e ϕ') das praias do conjunto de dados.

Os parâmetros de crescimento e de mortalidade na Vermelha do Norte apresentaram valores próximos da média (Tab.1), em relação às populações subtropicais desta espécie: L_{∞} (9.63 ± 0.15 mm), K (1.06 ± 0.03 ano⁻¹), ϕ' (1.99 ± 0.02), Exp.V. (1.53 ± 0.06 anos) e Z (3.93 ± 0.44 ano⁻¹). A baixa variação dos traços da história de vida das populações de *E. brasiliensis* conforme verificado pelos baixos valores de erro padrão dos parâmetros provavelmente é também devido à ausência supracitada de praias dissipativa disponíveis na literatura.

Ainda em relação a aspectos de crescimento de *E. brasiliensis*, existe uma tendência dos indivíduos alcançarem menores comprimentos em baixas latitudes (DEFEO; CARDOSO, 2002; CARDOSO; DEFEO, 2004). A partir dos dados obtidos nas praias da Barra do Chuy (33°S) e na praia Arachania (34°S), ambas no Uruguai e estudadas por Defeo e Martínez (2003) Lercari; Bergamino; Defeo, (2010), observou-se um comportamento esperado, apresentando valores máximos de comprimento assintótico em classes de

10,43 mm e 12,45 mm, respectivamente, em comparação com as praias subtropicais e a do presente estudo, Vermelha do Norte (23°S), os indivíduos alcançaram comprimento assintótico inferior (10,15 mm). Isto deve-se principalmente a praias tropicais/subtropicais onde os indivíduos recrutam com comprimento menor e crescer mais rápido do que nas praias temperadas (CARDOSO; DEFEO 2003, 2004; PETRACCO; CARDOSO; CORBISIER, 2010).

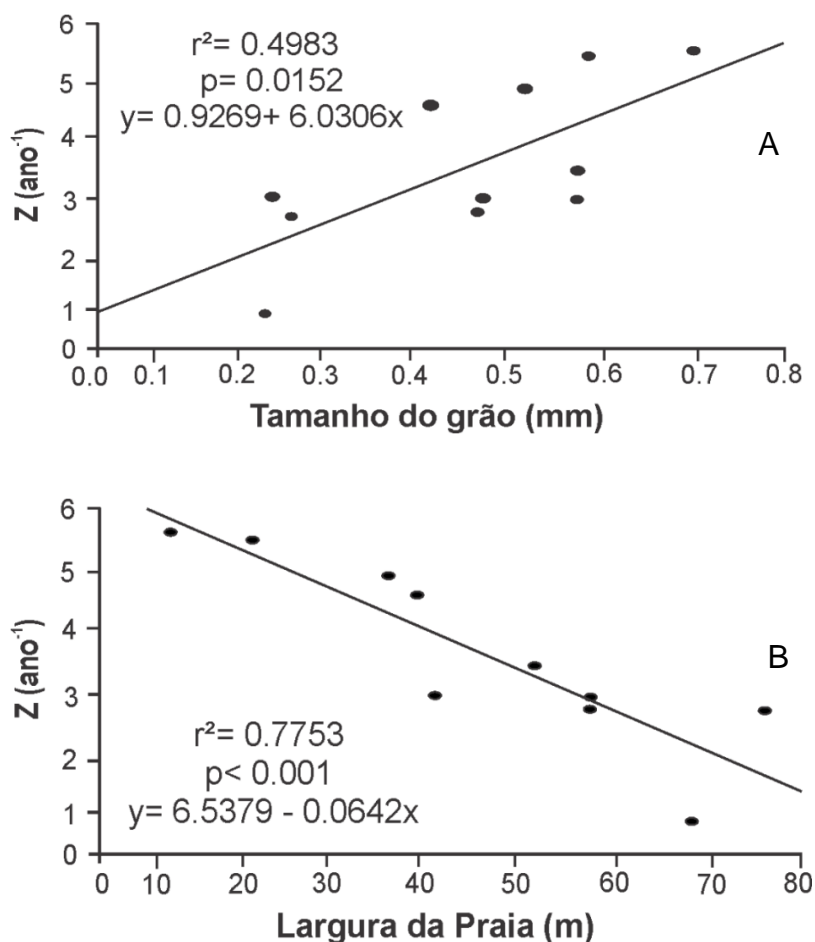
No presente estudo, ao relacionar a produção e a taxa de renovação com fatores ambientais, foram identificadas algumas tendências para estes parâmetros. Maiores valores ocorreram nas praias de areias finas (vê fig. 9B), indicando que este isópode atinge maior produção em condições intermediárias/dissipativas. Maior produção nesse tipo de praias é resultado da tendência a maior densidade, estrutura de tamanho e taxa de crescimento nessas praias. Embora não tenha sido identificadas tendências marcantes desses parâmetros no conjunto de dados.

Segundo McLachlan e Brown (2006) formas menores da macrofauna como isópode e anfípodes tendem a apresentar maior P/B, no entanto os baixos valores na densidade dos recrutas na praia Vermelha do Norte e nos demais estudos, explicam parcialmente os intermediários valores de P/B de *Excirellana braziliensis*. Com base na literatura levantada (PETRACCO, 2000 dados não publicados; DEFEO et al., 1997; DEFEO; MARTINEZ, 2003) e no presente estudo, foi observado para *E. braziliensis*, que populações desta espécie tendem a apresentar modas em classes intermediárias e menor proporção de indivíduos juvenis/pequenos tendendo a uma distribuição simétrica.

Embora não haja o registro da porcentagem de recrutas das praias em regiões temperadas, o baixo valor P/B na praia dissipativa Barra do Chuy (Uruguai) pode ser atribuída a menor estimativa do parâmetro de curvatura (K) nesta praia. Considerando que a razão P/B é uma variável importante, na qual se resume a relação dinâmica entre a taxa de crescimento, a biomassa, e a produção (HURYN; BENKE, 2007), e também está fortemente relacionada com a estrutura de tamanho da população (BENKE; HURYN, 2006), logo, quanto maior o valor de K de uma população, maior a razão P/B tende a ser.

A relação significativa positiva entre a razão P/B e a taxa de mortalidade Z ($R^2 = 0,51$, $n=11$, $p < 0,05$), além das relações significativas entre P/B com largura da praia e Z com largura da praia e tamanho do grão (Figuras 11 A e B), sugere que ambas as variáveis biológicas tendem a aumentar em condições refletivas. Portanto, considerando que a razão P/B é semelhante à Z (Allen, 1971) uma espécie do supralitoral teria uma maior razão P/B em grãos mais finos, conforme verificado por Petracco; Cardoso; Turra, (2013), enquanto que no entremarés esta razão seria mais elevada em grãos grossos. O isópode *Excirolana braziliensis* apresentou maior taxa de mortalidade e a razão P/B em condições mais refletivas, que mostram um padrão consistente com a HSA (Hipótese de Severidade do Ambiente) e com Allen (1971).

Figura 11- *Excirolana braziliensis*. Relação entre a taxa de mortalidade Z, (A) tamanho do grão, e (B) largura da praia.



Fonte: Da autora

6. CONCLUSÃO

- A alta densidade do *Excirolana braziliensis* na praia refletiva Vermelha do Norte deve-se provavelmente à ausência do competidor dominante *E. armata* na mesma praia.
- As populações de *E. braziliensis* do conjunto de dados responderam como sendo da região do entremarés, por demonstrarem uma menor densidade em praias refletivas.
- Não foi verificada relação significativa entre a densidade e os parâmetros de crescimento (K e ϕ') na Vermelha do Norte.
- A produção e a taxa de renovação relacionados com fatores ambientais, indicaram que este isópode atinge maior produção em condições intermédias/dissipativas.
- A baixa variação dos traços da história de vida das populações de *E. braziliensis* provavelmente é devido à ausência de resultados das praias dissipativa disponíveis na literatura, que dificulta a comparação.
- Os baixos valores na densidade dos recrutas na praia Vermelha do Norte e nos demais estudos, explicam os valores intermediários de P/B da espécie.
- O isópode *Excirolana braziliensis* apresentou a taxa de mortalidade e a razão P/B em condições mais refletivas, que mostram um padrão consistente com a HSA (Hipótese de Severidade do Ambiente) e com Allen (1971).

REFERENCIAS

ALLEN, K.R. Relation between production and biomass. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, v. 28, p. 1573-1581. 1971.

AMARAL, A. C. Z.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. *Biodiversidade bentônica da região sudeste-sul do Brasil, plataforma externa e talude superior*. São Paulo: Instituto Oceanográfico da USP, 2004. p. 216. (Série Documento Revizee).

BENKE, A. C.; HURYN, A. D. Secondary production of macroinvertebrates. *Methods in Stream Ecology*, v. 2, p. 691-710, 2006.

_____. Benthic invertebrate production facilitating answers to ecological riddles in freshwater ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*, v. 29, n. 1, p. 264-285, 2010.

BREY, T. *Population dynamics in benthic invertebrates. A virtual handbook*. Germany: Alfred Wegener, Institute for Polar and Marine Research, 2001. Disponível em: <<http://www.awiremerhaven.de/Benthic/Ecosystem/FoodWeb/Handbook/main.html>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. Ecology of sandy shores. Elsevier. *The Hague*, 1990.

BUFFAGNI, A.; COMIN, E. Secondary production of benthic communities at the habitat scale as a tool to assess ecological integrity in mountain streams. *Hidrobiologia*. v. 422, n. 1, p. 183-195, 2000.

CAETANO, C.H.S.; ABSALÃO, R. S. A new species of the genus *Polyschides Pilsbry e Sharp, 1898 (Mollusca, Scaphopoda, Gadilidae)* from Brazilian waters. *Zootaxa*, v. 871, p. 1-10, 2005.

CAETANO, C.H.S.; CARDOSO, R. S.; VELOSO, V. G.; SILVA, E. S. Population biology and secondary production of *Excirrolana braziliensis (Isopoda: Cirolanidae)* in two sandy Beaches of Southeastern Brazil. *Journal of Coastal Research*, n. 224, p. 825-835, 2006.

CARDOSO, C. D. de P. *Estudo da macrofauna bêntica de praias do parque estadual da ilha do Cardoso, como subsídio a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental a derrames de petróleo*. 2006. 65 f. (Monografia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2006.

CARDOSO, R.S.; DEFEO, O. Geographical patterns in reproductive biology of the Pan-American sandy beach isopod *Excirrolana braziliensis*. *Marine Biology*. v.143, n.3, p. 573-581, Set. 2003.

_____. Biogeographical patterns in life history traits of the PanAmerican sandy beach isopod *Excirrolana braziliensis*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. n. 61, p. 559-568, 2004.

CASTRO, A. L.; BRUM, I. N. S. Sobre as espécies do gênero *Excirolana* (Isopoda, Cirolanidae) do litoral atlântico da América. *Boletim do Museu Nacional do Rio de Janeiro*, n. 271, p. 164-185, 1969.

CONTRERAS, H.; JARAMILLO, J., DUARTE, C.; MCLACHLAN, A. Population abundances, growth and natural mortality of the crustacean macroinfauna at two sand beach types in Southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, v. 76, p. 543-61, 2003.

CRISP, D. J. Energy flow measurements. In: HOLME, N. A. e McIntyre, A. D. (eds.) *Methods for the study of marine benthos*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1984. p. 284-372, (IBP Handbook n.16).

DEFEO, O. Experimental management of an exploited sandy beach bivalve population. *Revista Chilena de Historia Natural*, v. 69, p. 605–614, 1996.

DEFEO, O.; BRAZEIRO, A.; DE ALAVA, A.; Riestra, G. Is sandy beach macrofauna only physically controlled? Role of substrate and competition in isopods. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 45, n. 4, p. 453-462, 1997.

DEFEO O.; CARDOSO R.S. Latitudinal patterns in abundance and life-history traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* on South American sandy beaches. *Diversity and Distributions*. v. 10, p. 89-98, 2004.

_____. Macroecology of population dynamics and life history traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* in Atlantic sandy beaches of South America. *Marine Ecology Progress Series*. v.239, p. 169-179, 2002.

DEFEO, O.; GÓMEZ, J. Morphodynamics and habitat safety in sandy beaches: life history adaptations in a supralittoral amphipod. *Marine Ecology Progress Series* v. 293, p.143–153, 2005.

DEFEO, O.; GOMEZ, J.; LERCARI, D. A. Testing the swash exclusion hypothesis in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Marine Ecology Progress Series*, v. 212, p. 159-170, 2001.

DEFEO O.; JARAMILLO E.; LYONNET A. Community structure and intertidal zonation of the macroinfauna in the Atlantic coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research*, n. 8, p. 830-839, 1992.

DEFEO, O.; MARTINEZ, G. The habitat harshness hypothesis revisited: life history of the isopod *Excirolana brasiliensis* in sandy beaches with contrasting morphodynamics. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. v. 83, p. 331-340, 2003.

DEFEO, O.; MCLACHLAN, A. Coupling between macrofauna community structure and beach type: a deconstructive meta-analysis. *Marine Ecology Progress Series*. v. 433, p. 29-41, 2011.

_____. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna. *Marine Ecology Progress Series*. v. 295, p. 1–20, 2005.

DELANCEY, L. B. Trophic relationship in the surf zone during the summer at Folly beach, South Carolina. *Journal of Coastal Research*. v. 5, n. 3, p. 477–488, 1989.

DEXTER, D. M. Natural history of the Pan-American sand beach isopod *Exciorolana braziliensis* (Crustacea: Malacostraca). *Journal of Zoology*, v. 183, n. p. 103–109, 1977.

DOWNING, J. A. *Assessment of secondary production: the first step. A manual on the assessment of secondary productivity in fresh in waters*. IBP Handbook, Oxford, Blackwell Scientific Publication. n. 17, p. 1-18, 1984.

FONSECA, D. B.; VELOSO, V. G.; CARDOSO, R. S. Growth, mortality, and reproduction of *Exciorolana braziliensis* Richardson, 1912 (Isopoda, Cirolanidae) on the Prainha beach, Rio de Janeiro, Brazil. *Crustaceana*, v. 73, n. 5, p. 535-545, 2000.

GARCIA, S.; SPARRE, P.; CSIRKE, J. Estimating surplus production and maximum sustainable yield from biomass data when catch and effort time series are not available. *Fisheries Research*, v. 8, n. 1, p. 13-23, 1989.

GARCÍA-BERTHO, E.; CARMONA-CATOT, G.; MERCIAI, R.; OGLE, D. H. A technical note on seasonal growth models. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. v. 22, n. 3, p. 635-640, 2012.

GAYANILO, F. C. JR.; SPARRE, P.; PAULY, P. *FISAT: FAO-ICLARM stock assessment tools*. User's manual. FAO, 1996.

GIANUCA, N.M. *The ecology of a sandy beach in Southern Brazil*. 1985. Tese (Doutorado) - University of Southampton, 1985.

GIMÉNEZ, L., YANNICELLI, B. Variability of zonation patterns in temperate microtidal Uruguayan beaches with different morphodynamic types. *Marine Ecology Progress Series*. v. 160, p. 197-207, 1997.

GLYNN, P.W.; DEXTER D.M.; BOWMAN, T.E. *Exciorolana braziliensis*, a Pan-American sand beach isopod: taxonomic status, zonation and distribution. *Journal of Zoology*, v. 175, p. 509–522, 1975.

GÓMEZ, J.; DEFEO, O. Life history of the sand hopper *Pseudor chestoidea brasiliensis* (Amphipoda) in sandy beaches with contrasting morphodynamics. *Marine Ecology Progress Series*. v. 182, p. 209-220, 1999.

GRIYTHS, C. L.; STENTON-DOZEY, J. M. E.; KOOP, K. Kelp wrack and energy flow through a sandy beach. In: McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (Ed.). *Sandy beaches as ecosystems*. [S.l.]: W. Junk, The Hague, 1983. p. 547-556.

HAYES, W.B. Sand-beach energetics: importance of the isopod *Tylos punctatus*. *Ecology*. v. 55, n. 4, p. 838-847, 1974.

HURYN, A. D.; BENKE, A. C. *Relationship between biomass turnover and body size for stream communities. Body size: The structure and function of aquatic ecosystems.* 2007, p. 55-76.

JARAMILLO, E. Taxonomy, natural history and zoogeography of sand beach isopods from the coast of Southern Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment.* v. 17, n. 4, p. 175-194, 1982.

KLAPOW, L. A. Ovoviviparity in the genus *Excirrolana* (Crustacea: Isopoda). *Journal of Zoology*, v. 162, n. 3, p.359-369, 1970.

LAMPARELLI, C. C. (Coord.). *Mapeamento dos ecossistemas costeiros do estado de São Paulo.* São Paulo: Secretaria do Estado de Meio Ambiente, CETESB, 1998.

LANA, P. D. C., CAMARGO, M. D., BROGIM, R. A., & ISAAC, V. J. *O bentos da costa brasileira: avaliação crítica e levantamento bibliográfico.* FEMAR, Rio de Janeiro, 1996. p. 432

LERCARI, D.; DEFEO, O. Effects of freshwater discharge in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 49, p. 457–468, 1999.

LERCARI, D.; BERGAMINO, L.; DEFEO, O. Trophic models in sandy beaches with contrasting morphodynamcis: comparing ecosystem structure and biomass flow. *Ecology Modelling*, v. 221, p. 2751-2759, 2010.

MARTÍNEZ, G.; DEFEO, O. Reproductive biology of the isopod *Excirrolana brasiliensis* at the southern edge of its geographical range. *Helgoland Marine Research*, v. 60 n. 4, 273-280, 2006.

MCLACHLAN, A. Dissipative beaches and macrofauna communities on exposed intertidal sands. *Journal of Coastal Research*, p. 57-71, 1990.

_____. Exposed sandy beaches as semi-closed ecosystems. *Marine Environmental Research*, v. 4, n. 59-63, 1980.

_____. Sandy beach ecology a review. In: MCLACHLAN, A., ERASMUS, T. (Ed.). *Sandy beaches as ecosystems.* Springer Netherlands, 1983, p. 321-380.

MCLACHLAN, A.; BROWN, A. *Sandy Beaches as Ecosystems.* Elsevier Science Publishers. Amsterdam, p. 373, 2006.

MCLACHLAN, A.; DEFEO, O. *Coastal beach ecosystems.* 2001. p. 741-751. (Encyclopedia of biodiversity, v. 1).

MEIREIS, F, de O. S. *Efeitos da coexistência na biologia populacional de isópodes cirolanídeos em praias arenosas.* 2013. 79f. Tese (Doutorado em ciências biológicas biodiversidade neotropical) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

MESQUITA, A.R. Variações do nível médio do mar nas escalas decadal e interdecadal na costa sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE ONDAS E MARÉS OCEÂNICAS, 1., 1995, Arraial do Cabo (RJ). *Resumo*. Arraial do Cabo, (RJ): IEAPM, 1995. p. 52-53.

MONTEIRO, C.A. de F. *A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo: estudo em forma de atlas*. São Paulo: USP/Igeo, 1973.

MUEHE, D. (Org.). *Erosão e Progradação no litoral brasileiro*. Brasília/DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006, p. 476.

PAULY, D.; CHRISTENSEN, V. Primary production required to sustain global fisheries. *Nature*, v. 374 n. 6519, p. 255-257, 1995

PAULY, D.; GASCHUTZ, G. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. *ICES CM*, v. 6, n. 24, p. 24-26, 1979.

PAULY, D.; MUNRO, J. L. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte*, v. 2, n. 1, p. 1-21, 1984.

PETRACCO M.; CARDOSO R.S.; CORBISIER, T.N. Population biology of *Excirrolana armata* (Dana, 1853) (*Isopoda, Cirolanidae*) on an exposed Sandy beach in Southeastern Brazil. *Marine Ecology*. v. 31, n.2, p.330–340, 2010.

PETRACCO M.; CARDOSO R.S.; TURRA, A. Patterns of sandy beach macrofauna. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* v. 93, p. 1717-1725, 2013.

PETRACCO, M.; VELOSO, V.G.; CARDOSO, R.S. Population dynamics and secondary production of *Emerita brasiliensis* (Crustacea: Hippidae) at Prainha Beach, Brazil. *Marine Ecology*. v. 24, p. 385-391, 2003.

RODRIGUES CUNHA, L. P. Aspectos de la Bioecología Del Pámpano (*Trachinotus marginatus*). In: VI SIMPÓSIO CIENTÍFICO, Comision Técnica Mixta del Frente Marítimo, Uruguay, 1989. p. 14-15.

SHORT, A. D. The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. *Revista Chilena de Historia Natural*, v. 69, n. 4, p. 589-604, 1996.

SHORT, A. D.; WRIGHT, L. D. Physical variability of sandy beaches. In: SANDY beaches as ecosystems. [S.l.]: Springer Netherlands, 1983. p. 133-144.

SOMERS, I. F. On a seasonally oscillating growth function. *Fishbyte*, v. 6, n. 1, p. 8-11, 1988

VELOSO, V. G.; CARDOSO, R. S. The effects of morphodynamics on the spatial and temporal variation of the macrofauna of three sandy beaches, Rio de Janeiro State, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. v. 81, n. 3, p. 369-375, 2001.

VELOSO, V.G; CARDOSO, R.S; PETRACCO, M. Secondary production of the intertidal macrofauna of Prainha beach, Brazil. *Journal Coast Res.* 15. p. 385-391, 2003.

WATERS, T. F. Secondary production in inland waters. *Advances in Ecological Research.* v. 10, n. 91, p. 164, 1977.

WENDT, G. E.; MCLACHLAN, A. Zonation and biomass of the intertidal macrofauna along a South African sandy beach. *Cahiers de Biologie Marine.* v. 26, n. 1, p. 1-14, 1985.

WILBER, D.H.; CLARKE, D.G. Estimating secondary production and benthic consumption in monitoring studies: a case study of the impacts of dredged material disposal in Galveston Bay, Texas. *Estuaries.* v. 21, p. 230-245, 1998.

ZAR, J. H. *Biostatistical analysis.* New Jersey: Prentice-Hall, 1999.

ZUÑIGA, O.R.; PEÑA, R.M.; CLARKE, M.G. *Excirolana braziliensis* (Richardson, 1912) (Isopoda: Cirolanidae) life history and production. *Estudios Oceanologicos,* v. 4, p. 9–19, 1985.