

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE BOTUCATU**

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
Pós-Graduação em Ciências Biológicas, AC: Zoologia

Doutorado

Gustavo Sérgio Sancinetti

**Biologia do camarão *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Crustacea:
Decapoda: Penaeoidea) em seu limite norte de distribuição no
Atlântico Sul, numa região sobre efeito da ressurgência
oceânica.**

Orientador: Prof. Dr. Adilson Fransozo

Botucatu - SP

-2015-

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Sancinetti, Gustavo Sérgio.

Biologia do camarão *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888)
(Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) em seu limite norte de
distribuição no Atlântico Sul, numa região sobre efeito da
ressurgência oceânica. / Gustavo Sérgio Sancinetti. -
Botucatu, 2015

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio
de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu
Orientador: Adilson Fransozo
Capes: 20400004

1. Camarão. 2. Dinâmica Populacional. 3. Distribuição
espacial da população. 4. Recursos pesqueiros.

Palavras-chave: Camarão; Dinâmica Populacional; Recurso
pesqueiro.

Biologia do camarão *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) em seu limite norte de distribuição no Atlântico Sul, numa região sobre efeito da ressurgência oceânica.

Gustavo Sérgio Sancinetti

Orientador: Prof. Dr. Adilson Fransozo

Tese apresentada ao curso de Pós-graduação EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ÁREA DE ZOOLOGIA - do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP – “Campus” de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

"Sonhos não morrem, apenas adormecem na alma da gente."

Chico Xavier

"A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos".

Marcel Proust

"A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos".

Marcel Proust

"Se, na verdade, não estou no mundo para simplesmente a ele me adaptar, mas para transformá-lo; se não é possível mudá-lo sem um certo sonho ou projeto de mundo, devo usar toda possibilidade que tenha para não apenas falar de minha utopia, mas participar de práticas com ela coerentes".

Paulo Freire

Dedico esta tese aos meus pais Ângela e Nilson por sempre colocarem como primeiro objetivo em suas vidas a felicidade, formação pessoal, educativa e profissional de seus filhos.

“A meu querido e saudoso pai, Nilson Sérgio Sancinetti, pelo exemplo de dedicação, perseverança e trabalho. Pelo amor incondicional em todas as etapas de minha vida. Obrigado”

Sancinetti, 2011

AGRADECIMENTOS

À Deus, muito obrigado.

Agradeço ao Prof. Dr. Adilson Fransozo, por estar presente desde minha iniciação científica, me auxiliando e orientando neste período. Agradeço pela oportunidade dada a mim do regresso à pesquisa científica, me orientando cientificamente, aconselhando e incentivando em minhas decisões. Obrigado por tudo.

Ao professor Prof. Dr. Alexandre de Azevedo, pela confiança, incentivo desde os primeiros meses em Macaé. Também pela oportunidade de meu regresso à pesquisa, me orientando e mostrando novos horizontes. Agradeço pelas conversas sinceras e apoio nos momentos de dificuldade, tanto profissional como pessoal. Valeu professor!

Ao professor Dr. Rogerio Caetano da Costa. Também pela oportunidade de regresso à pesquisa, orientações, conselhos e amizade.

Ao professor Antônio Leão Castilho, pelo auxílio incondicional em todos os momentos em que precisei.

À FINEP, Financeadora de estudos e Projetos, e à FAPERJ, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, pelo financiamento de parte das coletas.

Aos professores Dr. Alexandre de Azevedo, Dr. Rogerio Caetano da Costa e Dr. Adilson Fransozo, pela colaboração financeira no segundo ano de coleta.

Ao SISBIO/IBAMA por conceder a licença de pesca na área estudada.

À Pós-Graduação em Ciências Biológica da UNESP de Botucatu, ao Departamento de Zoologia e ao NEBECC pelas facilidades oferecidas durante a realização deste trabalho.

Ao Departamento de Ciências Biológicas da UNESP de Bauru, por ceder o espaço físico para análise de dados.

Ao Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Sócio-Ambiental de Macaé – NUPEM/UFRJ por ceder suas dependências para a realização das atividades laboratoriais e análise dos dados.

Ao Departamento de Química da UNESP por permitir a utilização dos equipamentos para análise do sedimento.

Aos amigos de NEBECC: Ariadne, Bárbara, Douglas, Eduardo Bolla, Israel, Kátia, Luciana, Marciano, Mari, Paloma, Rafa, Samara e Thiago (Cabelo), e pelos auxílios científicos, amizade, conversas, companheirismo e risadas.

Aos amigos Milena, Rafael (Big hair), Geslaine.

À Milena e Israel pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos amigos de laboratório do NUPEM, Evelyn, Natalia, Helena, João Vitor (frango), Rabelo, Mariana, Sara, Fabiana, Vagner e Valderes pelo apoio, incentivo, ajuda e pelas risadas que demos juntos nestes anos.

Aos amigos de república Mateus (Ariel) e Bruno. Pelas conversas até altas horas na rep ou no nosso quintal (Praia). Pela ajuda em minhas coletas. Pelas festas, companheirismo e amizade de sempre.

A todos do LAbCam/UNESP, Gabriel, Thiago, Sabrina, Joãozinho, Abner, Daphine, Sara, e Filipe pela ajuda em todos os momentos.

À Daphine, Joãozinho, Thiago e Abner pelas viagens e coletas sempre proveitosas. Passamos por muitas e escapamos de todos os enroscos.

Aos pescadores Renato e Reginaldo e Bau (Antônio) pela competência e profissionalismo nos dois anos de coleta.

Aos professores Dra. Tatiana Kono pelo empréstimo do GPS e . Dr. Maurício pelo empréstimo da Van Veen para as minhas coletas

Aos funcionários da Limnologia pelo empréstimo da Van Dorn.

E por fim, à minha família. A meus pais Nilson e Ângela, meus irmãos Giselle, Gelson e Gabriel e cunhados Marquinho, Fabiana e Daniela por estarem sempre a meu lado, me apoiando, aconselhando e incentivando nesta etapa da minha vida e em outras mais. Muito obrigado por tudo sempre!

Sumário

CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	10
1.1- <i>Caracterização da espécie estudada.</i>	13
1.2- <i>Caracterização da área estudada</i>	15
Referências Bibliográficas	17
Capítulo 1: Efeito da ressurgência de Cabo Frio no padrão comportamental de distribuição espaço-temporal do camarão <i>Peoticus muelleri</i> (Bate, 1888) (Crustacea: Decapoda) em seu limite norte de distribuição geográfica no Oceano Atlântico Sul	21
1- Resumo	21
1.1- <i>Abstract</i>	22
2- Introdução.....	23
3- Material e métodos	25
3.1- <i>Amostragem e coleta das variáveis ambientais</i>	26
3.2- <i>Determinação das massas de água oceânicas na região</i>	27
3.3- <i>Amostragem dos camarões</i>	29
3.4- <i>Análises estatísticas</i>	29
4- Resultados.....	30
4.1- <i>Caracterização das variáveis ambientais da região</i>	30
4.2- <i>Distribuição espaço-temporal dos camarões e relação aos fatores ambientais</i>	37
5- Discussão	41
6- Referências bibliográficas	48
CAPÍTULO 2: Biologia reprodutiva do camarão <i>Pleoticus muelleri</i> (bate, 1888) (Decapoda, Penaeoidea, Solenoceridae) em uma região sobre influência da ressurgência de Cabo Frio.	53
1- Resumo	53
1.1- <i>Abstract</i>	54
2- Introdução.....	56
3- Material e métodos	58
3.1- <i>Amostragem dos camarões</i>	58
3.2- <i>Amostragem e coleta das variáveis ambientais</i>	59
3.3- <i>Amostragem dos camarões</i>	61
4- Resultados.....	63

4.1- <i>Estrutura populacional</i>	63
4.2- <i>Relação entre os grupos demográficos e variáveis ambientais</i>	66
4.3- <i>Período reprodutivo</i>	69
5- <i>Discussão</i>	71
6- <i>Referências bibliográficas</i>	77
CAPÍTULO 3: Estrutura populacional, razão sexual, crescimento individual e longevidade de <i>Pleoticus muelleri</i> (Bate, 1888) (Decapoda, Penaeoidea, Solenoceridae) em uma região influenciada pela ressurgência de Cabo Frio, no litoral norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil.	82
1- <i>Resumo</i>	82
1.1- <i>Abstract</i>	83
2- <i>Introdução</i>	84
3- <i>Material e métodos</i>	86
3.1- <i>Amostragem dos camarões</i>	87
<i>Razão sexual</i>	89
3.2- <i>Crescimento individual e longevidade</i>	90
4- <i>Resultados</i>	91
4.1- <i>Razão sexual</i>	91
4.2- <i>Crescimento e longevidade</i>	95
5- <i>Discussão</i>	99
6- <i>Referências bibliográficas</i>	105

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nas regiões Sudeste e Sul do Brasil a pesca de camarões é desenvolvida, principalmente, sobre os estoques de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1987) e *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967); camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862); barba-ruça *Artemesia longinaris* Bate, 1888; camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) e o santana *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888). Em função da grande exploração comercial, os estoques naturais tendem à diminuição principalmente de espécies mais rentáveis como os camarões-rosa, o camarão branco e o camarão-sete-barbas contribuindo para a expansão da pesca de *P. muelleri*. (D'Incao *et al.*, 2002, Costa *et al.*, 2004, 2005a, 2007).

O conhecimento da estrutura de uma população pode auxiliar no entendimento dos padrões de distribuição no tempo e espaço, dos diferentes grupos demográficos e de como ocorrem as interações entre as populações (Ricklefs & Miller, 1999). Ainda, segundo Bauer (1992) e Castilho *et al.* (2007), o hábito de vida, tamanho da maturidade sexual, crescimento e longevidade de camarões Penaeoidea, podem variar de acordo com as condições específicas em cada gradiente latitudinal. Segundo tais autores, as principais variações ocorrem com relação a temperatura da água, produtividade primária do oceano e consequente disponibilidade de alimento para as larvas.

Os fatores ambientais, tais como salinidade, temperatura, tipo de sedimento, a profundidade e a disponibilidade de alimento, são parâmetros fundamentais na distribuição espaço-temporal dos camarões marinhos (Boschi, 1963, Costa *et al.*, 2005a,b, Costa *et al.*, 2007).

Informações sobre a distribuição e dinâmica populacional dos camarões peneídeos em regiões que apresentam condições ambientais específicas como as áreas de ressurgência na região de Cabo Frio são escassas. Nestas áreas, os parâmetros físico-químicos da água apresentam padrões inesperados com relação, principalmente, às características da temperatura da água, salinidade, sedimento e produtividade primária (Valentin, 1984; Castro Filho *et al.*, 1987; Acha *et al.*, 2004; De Leo & Pires-Vanin, 2006; Pires-Vanin *et al.* 2013).

A circulação oceanográfica do Atlântico Sul tem como principais fluxos de água, duas correntes. Uma proveniente do norte (corrente do Brasil), a qual transporta águas tropicais (AT; $T > 20^{\circ}\text{C}$, $S > 36$) caracterizadas por alta salinidade e temperatura e outra proveniente do sul (corrente das Malvinas = Falkland), caracterizada por apresentar baixa salinidade e temperatura (ASA; $T < 15^{\circ}\text{C}$, $S < 34$) (Castro Filho & Miranda, 1998).

Entre as latitudes de 25°S e 45°S , ocorre a confluência das águas tropicais (corrente do Brasil) com águas subantárticas (corrente das Malvinas), representando parte da convergência subtropical, e dando origem a uma massa de água chamada de Águas Centrais do Atlântico Sul (ACAS; $T < 20^{\circ}\text{C}$, $S < 36$), que durante determinadas épocas do ano, dependendo da intensidade e da influência tanto das correntes, como dos ventos (Castro Filho *et al.*, 1987), podem influenciar as regiões costeiras promovendo modificações horizontais, verticais e um processo sazonal de mistura entre as diferentes massas de água (Castro Filho *et al.*, 1987; Campos *et al.*, 1996, 2000; Silveira *et al.*, 2000; Acha *et al.*, 2004).

O litoral da costa Brasileira (de 5 a 30°S) é influenciado principalmente pela corrente do Brasil, a qual mantém um estado oligotrófico, com baixos níveis

nutrientes (N e P), apresentando de forma geral uma baixa produtividade primária (Boltovskoy *et al.*, 1999).

Este estado oligotrófico somente é modificado em algumas áreas restritas como, por exemplo, na região de Cabo Frio (23°S). Esta região é caracterizada pela ocorrência de uma ressurgência costeira, de forma que uma forte anomalia da temperatura superficial (baixas temperaturas) pode ser encontrada durante a maior parte do ano (Valentin, 1984). A ressurgência nesta localidade se torna mais forte durante as estações de primavera e verão (Stech, *et al.*, 1995), de forma que esta sazonalidade na intensidade da ressurgência parece estar relacionada a penetração das Águas Centrais do Atlântico Sul (ACAS) na região costeira.

A ressurgência na região de Cabo Frio não é um caso comum. A maioria das regiões costeiras de ressurgência no mundo está localizada na costa leste dos oceanos: Peru, Equador, Califórnia e Oregon na costa do Pacífico, e noroeste da África e Sul de Bengala no Oceano Atlântico. Por outro lado, a ressurgência de Cabo Frio ocorre sobre a costa oeste do Oceano Atlântico, sendo de grande importância para o enriquecimento biológico, e conseqüentemente para a atividade pesqueira desta região (Franchito *et al.*, 2007).

A combinação destes efeitos causados pela dinâmica oceanográfica da região, resulta em um forte mecanismo capaz de trazer águas frias e ricas em nitrato da ACAS para perto da costa (Acha *et al.*, 2004), alterando as condições físicas, bem como aumentando a concentração de nutrientes na água (Valentin, 1984). Consequentemente, a produtividade primária na região sudeste do Brasil aumenta, principalmente em Cabo Frio/RJ (23° S) (De Léo & Pires-Vanin, 2006).

De forma geral, processos físicos podem afetar a produtividade primária em escala de tempo e espaço, causando variações na disponibilidade de alimento, afetando o crescimento e a sobrevivência dos organismos (Scheltema, 1986; Morgan, 2001).

Tais características oceanográficas tornam a região central (costeira) do Brasil, localizada entre 20° e 23° de latitude Sul uma área de descontinuidade relacionada aos esquemas de biogeografia propostos, sendo geralmente interpretada como uma fronteira do domínio tropical e subtropical. Esta quebra sugerida há quase 150 anos atrás, vêm sendo confirmada com base em dados de flora e fauna (Boltovskoy *et al.*, 1999).

Poucos estudos na região de Cabo Frio foram realizados com o propósito de entender como a ACAS e conseqüentemente a ressurgência afetam a distribuição e a biologia populacional de crustáceos na região (Sancinetti *et al.*, 2014 e 2015; Silva *et al.*, 2014; Andrade *et al.*, 2014.). Desta forma, este estudo vem contribuir para um maior conhecimento de como a Ressurgência de Cabo Frio pode influenciar as populações de crustáceos na região.

1.1- Caracterização da espécie estudada.

Pleoticus muelleri (BATE, 1888)

O camarão *P. muelleri* (Figura 1), é conhecido popularmente como camarão Santana, e sua distribuição está restrita ao Atlântico Ocidental, do Rio de Janeiro (23°S), Brasil até Santa Cruz (50° S), Patagônia, Argentina. Esta

espécie apresenta seu ciclo de vida inteiramente em ambiente marinho (Boschi, 1997).

De acordo com D’Incao (1995) a espécie *P. muelleri* apresenta rostro retro, ultrapassando adiante de 0,3 do comprimento do segundo artículo antenular. Carena pós-rostral forte, longa, chegando até as proximidades da margem posterior da carapaça. Espinhos orbital, postorbital, antenal e hepático presentes, sulco cervical pouco sinuoso, profundo, relativamente afastado da carena pós-rostral. Olho com artículo basal projetado disto-medianamente em uma escama alargada e pubescente. Prosártema longo, ultrapassando a margem distal do primeiro artículo antenular. Terceiro maxilípede atingindo a margem distal do terceiro artículo antenular, ou sobrepassando-o no máximo por 0,5 do comprimento do dátilo. Segundo pereiópode ultrapassando o pedúnculo antenular pelo comprimento do dátilo ou por todo o própodo. Terceiro pereiópode ultrapassando o pedúnculo antenular no mínimo pelo comprimento do dátilo ou no máximo pelo própodo e 0,15 do carpo. Quarto pereiópode ultrapassando o carpocerito pelo comprimento do dátilo. Quinto pereiópode, o mais longo dos apêndices, ultrapassando o pedúnculo pelo comprimento do dátilo e 0,15 ou 0,20 do comprimento do própodo. Pereiópodes em ordem crescente de comprimento: 1,4,2,3,5. Primeiro pereiópode com espinho longo e agudo na base e outro agudo no ísquio. Segundo pereiópode com tubérculo em forma de escama, com cerdas, na coxa e um espinho na base. Quinto pereiópode das fêmeas com placa arredondada, dirigida para a parte posterior, terminando em dente anteriormente. Nos machos o quinto pereiópode apresenta um grande dente na coxa. Abdome com carena dorsal em todo o comprimento, nos três primeiros somitos baixa e arredondada, em forma de quilha nos demais. Petasma apresentando cincinuuli

ao longo de 0,4 da linha mediana; parte distal do lóbulo ventro-mediano formando placa terminal ovalada e projeção lateral em forma de espora. Apêndice masculino alongado com porção dorso-lateral fortemente esclerosadas e flexível. Apêndice interno espatulado. Télico aberto, com placa posterior no esternito XIV dividida por uma ranhura mediana longitudinal e apresentando elevações laterais.



Figura 1: Vista lateral de um exemplar adulto de *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888)

1.2- Caracterização da área estudada

No município de Macaé, localizado no litoral norte do estado do Rio de Janeiro, está situada a APA do Arquipélago de Santana composta pelas Ilhas de Santana, do Francês, Ponta das Cavalas, Ilhote Sul e demais rochedos e lajes. A origem da região remonta ao Cretáceo, sendo formada por rochas gnaisses, granitóides e podendo estar cobertas por depósitos de diversas fases de sedimentação do Pleistoceno (Radam, 1983). O vento de Nordeste (NE) é dominante durante o verão, e dada à orientação particular do litoral fluminense,

o mesmo afasta a água costeira em direção ao alto mar favorecendo a aproximação e afloramento da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), uma massa de água fria e rica em nutrientes. Durante o inverno, os ventos de Sudoeste dominam e as águas costeiras assumem sua posição usual por sobre a plataforma continental (Emilsson, 1961; Moreira Da Silva, 1977; Gonzalez-Rodrigues *et al.*, 1992). A região é fortemente influenciada tanto pelo fenômeno da ressurgência (Valentin, 1974; Gonzalez-Rodriguez *et al.*, 1992) quanto pelas águas provenientes do delta do rio Paraíba do Sul localizado pouco mais ao norte (Garcez, 2007).

Referências Bibliográficas

ACHA, E.M.; MIANZAN, H.W.; GUERRERO, R.A.; FAVERO, M. & BAVA, J. Marine fronts at the continental shelves of austral South America physical and ecological processes. *Journal of Marine Systems*, 44: 83-105, 2004.

ANDRADE, L. S.; FRAMESCHI, I. F.; CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C. & FRANSOZO, A. Can the pattern of juvenile recruitment and population structure of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Decapoda: Brachyura) be determined by geographical variations? *Marine Ecology*, 1: 01-09, 2014.

BAUER, R. T. & RIVERA VEGA, L. W. R. Pattern of reproduction and recruitment in two sicyoniid shrimp species (Decapoda: Penaeoidea) from a tropical seagrass habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 161: 223-240, 1992.

BOLTOVSKOY, D. South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publisher, 1: 869, 1999.

BOSCHI, E. E. Los camarones comerciales de la familia Penaeidae de la costa Atlantica de America del Sur. *Boletim do Instituto de Biologia Marinha*, 3: p. 1-39, 1963.

BOSCHI, E. E. Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. *Investigaciones Marinas*, 25: 19-40, 1997.

CAMPOS, E. J. D., IKEDA, Y.; CASTRO-FILHO, B. M.; GAETA, S. A.; LORENZZETTI, J. A. & STEVENSON, M. R. Experiment studies circulation in the western South Atlantic. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 77: 253-259, 1996.

CAMPOS, E. J. D.; VELHOTE, D. & SILVEIRA I. C. A. Shelf break upwelling driven by Brazil Current cyclonic meanders. *Geophysical Research Letters*, 27: 751-754, 2000.

CASTILHO, A. L.; GAVIO, M. A.; COSTA, R. C.; BOSCHI, E. E.; BAUER, R. T. & FRANSOZO, A. Latitudinal Variation in Population Structur and Reproductive Pattenr of the Endemic South American Shrimp *Artemesia longinaris*. *Journal of Crutacean Biology*, 27(4): 548-552, 2007.

CASTRO-FILHO, B. M.; MIRANDA, L. B. & MIYAO, S. Y. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: Variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo* 35(2): 135-151, 1987.

CASTRO-FILHO, B. M. & MIRANDA, L. B. Physical oceanografhy of the western Atlantic continental shelf located between 4° N and 34° S coastal segment (4°W). In: A. R. Robinson and K. H. Brink (eds.), *The sea*, John Wiley and Sons, New York. P. 209-251, 1998

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & PINHEIRO, A. P. Ecologic distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda: Penaeoidea) of Southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 529: 195- 203, 2004.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A. L. & FREIRE, F. A. M. Annual, seasonal and spatial variation of abundance of *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeoidea) in a region a southeastern region of Brazil. *Journal of Marine Biological Association of United Kingdom*, 85(1): 107-112, 2005.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; FREIRE, F. A. M. & CASTILHO, A. L. Abundance and ecological distribution of the “sete-barbas” shrimp *Xipohpenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) in three bays of the Ubatuba region, South-eastern Brazil. *Gulf and Caribbean Research*, 19: 33-41, 2007.

DE LEO, F. C. & PIRES-VANIN, A. M. S. Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: a comparison between an upwelling and a non-upwelling ecosystem. *Journal of Marine Systems, Alemanha*, 60: 268-284, 2006.

D'INCAO, F. Taxonomia, padrões distribucionais e ecológicos dos Dendrobranchiata (Crustacea: Decapoda) do litoral brasileiro. 1995. 365 f. Tese (Doutorado em zoologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), Brasil. 1995.

D'INCAO, F.; VALENTINI, H. & RODRIGUES, L. F. Avaliação da pesca de camarões nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Atlântica. Rio Grande*, 24(2): 103-116, 2002.

EMILSSON, I. The Shelf and Coastal Waters of Southern Brazil. *Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo* 11(2): 101-112. 1961.

FRANCHITO S. H.; ODA, T. O.; RAO, V. B.; KAYANO, M. T. Interaction between coastal upwelling and local winds at Cabo Frio, Brazil. An observational study. *INPE e Print*, 1: 2007.

GARCÊZ, D. S. Caracterização da pesca artesanal autônoma em distintos compartimentos fisiográficos e suas áreas de influência, no estado do rio de janeiro. *CCMN IGEO PPGG/ UFRJ. Rio de Janeiro RJ*. p. 125, 2007.

GONZALES-RODRIGUEZ, E.; VALENTIN, J. L.; ANDRE, D. L. & JACOB, S. A. Upwelling and pownwelling at Cabo Frio (Brazil): comparision of biomass and primary production responses. *Journal of Plancton Research*, 14(2): 289-306, 1992.

MOREIRA DA SILVA, A. D. C. Upwelling and its biological effects in Southern Brazil. *Publicações do Instituto de Pesquisa Marinha, Rio de Janeiro* 112: 1-6. 1977.

MORGAN, I. J.; MCDONALD, D. G. & WOOD, C. M. The cost of living for freshwater fish in a warmer, more polluted world. *Global Change Biology*, 7: 345–355, 2001.

PIRES-VANIN, A. M.; ARASAKI, E. & MUNIZ, P. Spatial pattern of benthic macrofauna in a sub-tropical shelf, São Sebastião Channel, southeastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(1): 42-56, 2013.

RADAM BRASIL. Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, 32:, p. 775. 1983.

RICKLEFS, R. E. & MILLER, G. L. *Ecology*. 4ª Ed. W.H. Freeman and Company New York, 822 p. 1999

SANCINETTI, G. S.; AZEVEDO, A.; CASTILHO, A. L.; FRANSOZO, A. & COSTA, R. C. How marine upwelling influences the distribution of *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea)? *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(2): 322-331, 2014.

SANCINETTI, G. S.; AZEVEDO, A.; CASTILHO, A. L.; FRANSOZO, A. & COSTA, R. C. Population biology of the commercially exploited shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeidae) in an upwelling region in the Western Atlantic: comparisons at different latitudes. *Brazilian Journal of Biology*, 75(3), 2015.

SCHELTEMA, R. S. On dispersal and planktonic larvae of benthic invertebrates: an eclectic over view and summary of problems. *Bulletin of Marine Science*, 39(2): 290-322, 1986.

SILVA, E. R.; SANCINETTI, G. S.; FRANSOZO, A.; AZEVEDO, A. & COSTA, R. C. Biodiversity, distribution and abundance of shrimps Penaeoidea and Caridea communities in a region the vicinity of upwelling in Southeastern of Brazil. *Nauplius* 22(1): 1-11, 2014.

SILVEIRA, I. C. A.; SCHMIDT, A. C. K.; CAMPOS E. J. D.; GODOI, S. S. & IKEDA, Y. A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 48(2): 171-183, 2000.

STECH, J. L.; LORENZZETTI, J. A. & SILVA JR., C. L. Observações por satélite da ressurgência de Cabo Frio. In: MEMÓRIAS DO VII SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA, PUERTO VALLARTA, MÉXICO, p. 269-275, 1995.

VALENTIN, J. L. O plancton na ressurgência de Cabo Frio (Brazil). II-primeiras observações sobre a estrutura física, química e biológica das águas da estação fixa período 04/02 à 16/04/1973. *Publicações do Instituto de Pesquisas Marinhas*, Rio de Janeiro, 83: p11, 1974.

VALENTIN, J. L. Analyses des paramètres hydrobiologiques dans la remontée de Cabo Frio (Brésil). *Marine Biology*, 82 : p. 259-276, 1984.

Capítulo 1: Efeito da ressurgência de Cabo Frio no padrão comportamental de distribuição espaço-temporal do camarão *Peoticus muelleri* (Bate, 1888) (Crustacea: Decapoda) em seu limite norte de distribuição geográfica no Oceano Atlântico Sul

1- Resumo

Este estudo avaliou o efeito dos fatores ambientais sobre a distribuição espacial e temporal do camarão *P. muelleri* em uma área de influência da ressurgência de Cabo Frio. As amostras foram coletadas mensalmente, durante dois anos, no litoral de Macaé Estado do Rio de Janeiro (22° 47° S, 41° 45° W) entre as profundidades de 5 a 45 metros. Os parâmetros ambientais temperatura e salinidade da água, assim como a textura e conteúdo de matéria orgânica do sedimento foram analisados. Um total de 14236 indivíduos de *P. muelleri* foram capturados. As maiores abundâncias ocorreram principalmente nos 25 e 35 metros de profundidade e na Primavera II. Os fatores ambientais com relação significativa na abundância de camarões foram a temperatura e a salinidade. Estes resultados indicam que principalmente quando a temperatura é inferior a 18°C, ocorre uma maior abundância de *P. muelleri*, permanecendo em áreas mais profundas mesmo quando as temperaturas parecem ser mais favoráveis na região rasa ($T < 22^{\circ}\text{C}$). A preferência por áreas mais profundas indica que não ocorre migração para estas áreas mais internas. *P. muelleri* parece ter uma preferência por salinidades superiores a 32 da região mais profunda. A presença de indivíduos durante os dois anos de estudo indica que existe uma população estabelecida na região, que sofre a influência da ressurgência de Cabo Frio.

Palavras-chave: Penaeoidea, ACAS, Pesca, Crustáceos, Fatores ambientais

1.1- Abstract

This study evaluated the effect of environmental factors on the spatial and temporal distribution of *P. muelleri* shrimp in an area of influence of the resurgence of Cabo Frio. Samples were collected monthly, during two years, on the coast of Macae, State of Rio de Janeiro (22° 47' S, 41° 45' W), between 5 to 45 meters of depths. Environmental parameters temperature and salinity of the water, as well as texture and content of organic matter in the sediment were analyzed. A total of 14236 individuals of *P. muelleri* were captured. The highest abundances occurred mainly in the 25 and 35 meters deep and spring II. Environmental factors with significant relationship in the abundance of shrimp were the temperature and salinity. These results indicate that particularly when the temperature is below 18° C, there is a greater abundance of *P. muelleri*, remaining in the deeper areas even when temperatures appear to be most favorable in the shallow region ($T < 22^{\circ} \text{C}$). The preference for deeper areas indicates that there is not migration to internal areas. *P. muelleri* appears to prefer salinities above the deepest region 32. The presence of individuals during the two year study indicates that there is an established population in the region, which is influenced by the resurgence of Cabo Frio.

Keywords: Penaeoidea, SACW, Fishery, Crustaceans, environmental factors

2- Introdução

Estudos investigando os efeitos dos fatores ambientais sobre a distribuição espaço-temporal de camarões peneídeos estão sendo realizados há aproximadamente duas décadas, com destaque os trabalhos de Boschi (1963), Boschi (1969a,b), Nascimento (1981), Dall *et al.* 1990), Ruffino (1991), Costa *et al.* (2004, 2005a, 2007), Costa & Fransozo (2004a,b) e Castilho *et al.* (2007a,b, 2008).

O tipo de sedimento, profundidade, salinidade e temperatura da água de fundo foram identificadas como sendo os mais importantes moduladores desta distribuição. Porém, pouco se sabe sobre o efeito destes fatores ambientais nos extremos de distribuição destas espécies em regiões de descontinuidade latitudinal, principalmente, com relação à temperatura e salinidade, pois tais fatores sofrem forte influência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS). Apenas os trabalhos de Silva *et al.* (2014 e 2015), Sancinetti *et al.* (2014 e 2015) e Andrade *et al.* (2014 e 2015) foram realizados.

De acordo com Boschi (2000) entre as províncias biogeográficas da Argentina e Brasileira há uma região de transição (23° a 35°S) com mistura de massas de água, onde espécies eurihalinas e euritermais se estabelecem. Macaé está em uma área adjacente à citada pelos autores acima, 22° S. Nessa faixa latitudinal, ocorre uma miscigenação de espécies encontradas tanto no litoral argentino como no litoral brasileiro, dentre as quais *Artemesia longinaris* Bate, 1888 e *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) se adaptaram ao litoral Sudeste-Sul do Brasil. *P. muelleri* tem uma distribuição geográfica ampla ao longo da costa atlântica de 20°S, Espírito Santo, Brasil, até 50°S, Santa Cruz, Patagônia

Argentina (Boschi, 1989). Suas maiores concentrações ocorrem ao longo da costa da Patagônia, em áreas com temperaturas entre 6 e 20°C e salinidade entre 31,5 e 33,5 e (Boschi, 1986).

De Leo & Pires-Vanin (2006), sugeriram que a distribuição da comunidade megabentônica nas regiões de Cabo Frio e Ubatuba estão intimamente ligadas à sazonalidade da ACAS, com mudanças abruptas na composição de espécies e dominância de espécies-chave.

A região do extremo norte do Estado do Rio de Janeiro é influenciada pela Corrente do Brasil ($T > 20^{\circ}\text{C}$, $S > 36$) e Corrente das Malvinas ($T < 15^{\circ}\text{C}$, $S < 34$) (Castro Filho & Miranda, 1998). Devido à confluência destas duas correntes entre as latitudes 25°S and 45°S do Oceano Atlântico Sul Ocidental observa-se em certos períodos do ano a formação da massa de água Águas Centrais do Atlântico Sul (ACAS; $T < 20^{\circ}$, $S < 36,4$), responsável por parte da convergência do giro subtropical e dando origem à ressurgência de Cabo Frio entre as latitudes de 23°S e 29°S (Castro Filho *et al.*, 1987; Campos *et al.*, 1996, 2000; Silveira *et al.*, 2000; Acha *et al.*, 2004). Esta ressurgência é favorecida pelos ventos costeiros e quebra da plataforma continental (aproximadamente 50km) impulsionada pelo padrão do meandro e atividade vortex (eddy) da Corrente do Brasil (Castro & Miranda, 1998; Campos *et al.*, 2000). A combinação destes efeitos resulta em um forte mecanismo capaz de trazer águas frias e ricas em nitrato da ACAS para perto da costa (Acha *et al.*, 2004), alterando as condições físicas bem como aumentando a concentração de nutrientes na água (Valentin, 1984). Consequentemente, a produtividade primária na região sudeste do Brasil aumenta, principalmente em Cabo Frio/RJ (23°S) (De Léo & Pires-Vanin, 2006).

Diante deste cenário, existem poucos estudos sobre as populações de *P. muelleri* ao longo de sua distribuição na costa brasileira. No extremo norte de distribuição da espécie nenhum estudo sobre os fatores que limitam esta distribuição espaço-temporal, bem como a influência da ressurgência de Cabo Frio foram realizados.

Deste modo as características ambientais distintas encontradas na região de Cabo Frio e, em Macaé, ocasionadas pela intrusão da ACAS na região, podem proporcionar resultados distintos sobre a abundância espacial e temporal de *P. muelleri*, quando comparada com resultados de outras localidades, principalmente, aonde sua ocorrência é sazonal como no litoral paulista (Costa *et al.*, 2004; Batista *et al.*, 2011).

O presente estudo tem como objetivo caracterizar a distribuição ecológica do camarão *P. muelleri* e a influência da ressurgência de Cabo Frio em sua distribuição na região de Macaé, RJ, (22°S) localizada próxima à cidade de Cabo Frio, região norte do Estado do Rio de Janeiro.

3- Material e métodos

As coletas foram realizadas mensalmente no período de março/2008 a fevereiro/2010 nos transectos 5, 10, 15 metros de profundidade (denominado neste trabalho como região “*inside*”) e 25, 35, 45 metros de profundidade (“*outside*”). Tais transectos são localizados paralelamente a linha da costa de Macaé, entre a Praia da Barra (41° 37’ W e 22° 17’ S) e a Praia Campista (41° 40’ W e 22° 27’ S) (Tabela 1) (Figura 1). As amostragens foram efetuadas com

uma embarcação camaroeira de pesca, equipada com uma rede de arrasto de fundo do tipo “otter-trawl”, com abertura de 4,5 m, 20 mm entrenós na panagem e 15 mm no ensacador. Os arrastos foram realizados por um período de 15 min/transecto com o barco em velocidade constante de 2,1 milhas/náuticas por cerca de 1 km de extensão.

Tabela 1. Posição geográfica média dos transectos “*inside*” (5, 10 e 15 metros) e “*outside*” (25, 35 e 45 metros) na costa de Macaé, RJ

	Transectos	Latitude	Longitude
“inside”	5 metros	22°21’34” S	41°45’00” W
	10 metros	22°23’30” S	41°44’45” W
	15 metros	22°24’27” S	41°45’44” W
“outside”	25 metros	22°26’52” S	41°42’31” W
	35 metros	22°27’13” S	41°41’57” W
	45 metros	22°28’24” S	41°40’43” W

3.1- Amostragem e coleta das variáveis ambientais

Salinidade e a temperatura (°C) da água de fundo e de superfície foram mensuradas utilizando-se uma garrafa de Van Dorn no início de cada transecto. A temperatura (°C) foi medida com um termômetro simples de mercúrio e a salinidade por meio de um refratômetro óptico. A profundidade foi determinada por meio de uma corda graduada em metros presa à garrafa de Van Dorn. Também foram coletadas amostras de sedimento utilizando um pegador do tipo Van Veen (0,06 m²) em cada ponto de coleta em todas as estações do ano. Os diâmetros das malhas das peneiras seguem a escala de Wentworth (1922), onde o sedimento retido foi classificado como: fragmentos biodetríticos (> 2 mm); areia

muito grossa (1 [--2 mm); areia grossa (0.5[--1 mm); areia média (0.25[--0.5 mm); areia fina (0.125[--0.25 mm); areia muito fina (0.0625[--0.125 mm), e menores partículas classificadas como silte+argila ($< 0.0625\text{mm}$). As frações granulométricas foram expressas na escala phi (Φ), que representa a tendência central dos sedimentos amostrados. Procedimentos para análise dos sedimentos seguiram Hakanson & Jansson (1983) e Tucker (1988). O teor de matéria orgânica (%) foi obtida pela pesagem das cinzas: três alíquotas de 10 g cada amostra foram colocadas em cadinhos de porcelana durante 3 horas a 500°C. A quantidade de matéria orgânica presente em cada amostra correspondeu à diferença entre os pesos inicial e final (ver Mantelatto & Fransozo, 1999).

3.2- *Determinação das massas de água oceânicas na região*

Massas de água e períodos sob influência de ressurgência foram identificados através de diagrama Temperatura-Salinidade (T-S) e da diferença mensal entre o maior temperatura da superfície e a menor temperatura de fundo. Água Costeira (CW) mostra alta temperatura e baixa salinidade ($T > 20^{\circ}\text{C}$, $S < 36,4$), Água Tropical (TW) mostra tanto a alta temperatura e salinidade ($T > 20^{\circ}\text{C}$, $S > 36,4$) e Sul Água Central do Atlântico (ACAS) mostra tanto a baixa temperatura e salinidade ($T < 20^{\circ}\text{C}$, $S < 36,4$) (Mascarenhas *et al.*, 1971; Campos *et al.*, 1996; 2000; Castro-Filho & Miranda, 1998; Silveira *et al.*, 2000).

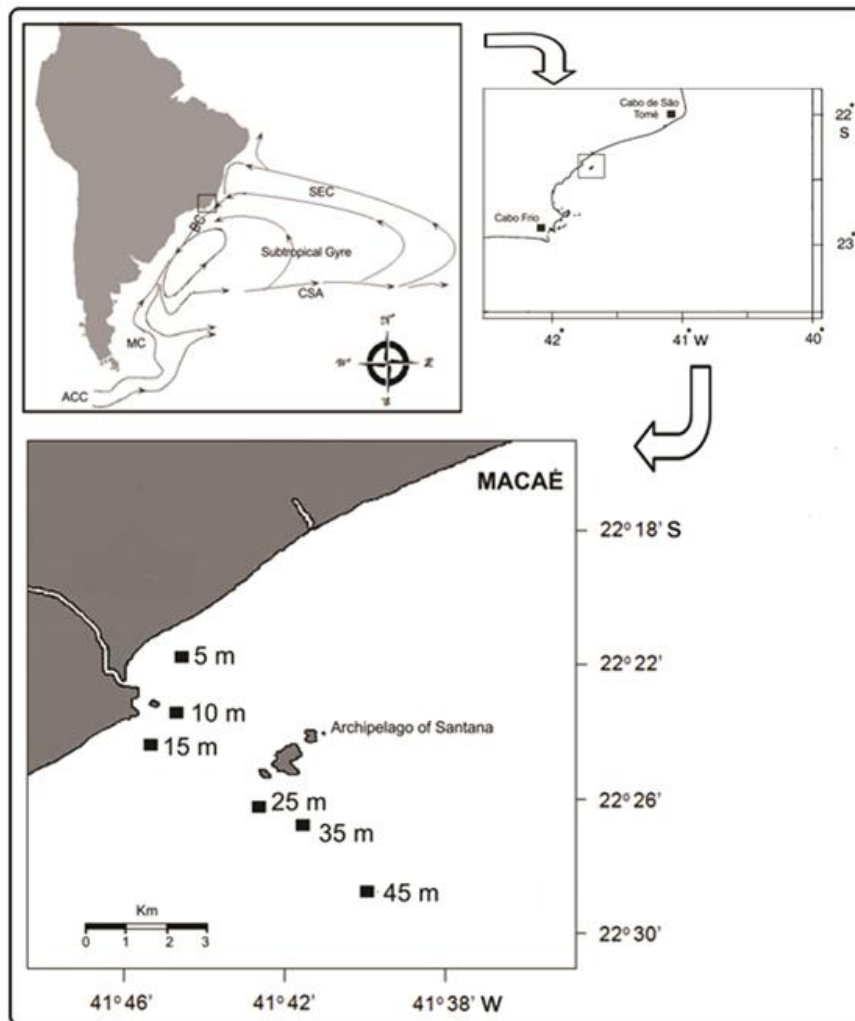


Figura 1: Área de estudo evidenciando a região de ressurgência das ACAS e a área de coleta. Localização dos transectos (5-45m de profundidade) e as principais correntes oceânicas do Atlântico Sul. ACC, Corrente Circumpolar Antártica; MC, Corrente das Malvinas; SAC, Corrente do Atlântico Sul; SEC, Corrente Sul Equatorial; BC, Corrente do Brasil. (Sancinetti *et al.*, 2014), adaptado de Peterson & Stramma (1991).

3.3- *Amostragem dos camarões*

Na embarcação, os camarões coletados foram separados manualmente, devidamente etiquetados e acondicionados em caixas térmicas contendo gelo picado. No laboratório, os indivíduos foram identificados de acordo com Pérez-Farfante & Kensley (1997) e Costa *et al.* (2003).

Foram obtidos os pesos úmidos totais (em gramas) de cada arrasto. Em seguida, uma subamostra equivalente a 300 g foi retirada aleatoriamente e o número de indivíduos contados. Assim, com os dados da subamostra e de acordo com a biomassa total, determinou-se uma estimativa do número total de indivíduos para cada transecto. Quando a subamostra não atingia 300g todos os indivíduos foram contados e mensurados.

3.4- *Análises estatísticas*

Inicialmente a análise dos dados, os pressupostos de homocedasticidade e normalidade foram testados. Análise de Componentes Principais (PCA) foi utilizada para extrair os padrões anuais subjacentes das variáveis ambientais para cada transecto, utilizando uma matriz de correlação com base nos valores médios dos dados. Para determinar quais os componentes principais seriam utilizados, foi usada a hipótese de aleatoriedade obtida a partir do modelo de Broken Stick (Peres-Neto *et al.*, 2005). As variáveis ambientais com componente de carga ≥ 0.5 foram retidas na descrição dos componentes principais (McCune & Grace, 2002; Maliao *et al.*, 2008). Cargas das variações significativas das variáveis ambientais com valores modulares maiores do que 0.4 foram consideradas significativas. De acordo com Rakocinski *et al.* (1996), as

variações entre as variáveis ambientais e os eixos com valores acima de 0.4 possuem importância ecológica.

A comparação da abundância de indivíduos entre as estações do ano, transectos e períodos com e sem ressurgência foi testada usando-se a análise de variância (Anova main effects, $p > 0.05$), complementada pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A relação entre a abundância de indivíduos e os fatores ambientais foram averiguados aplicando-se a correlação de Pearson. Os dados foram logaritimizados para satisfazer as premissas da análise paramétrica (Zar (1999), e o nível de significância adotado foi $p < 0,05$.

4- Resultados

4.1- *Caracterização das variáveis ambientais da região*

De acordo com as amostras da temperatura de água de superfície e fundo, três massas de água foram identificadas na região: Água Costeira (CW), Água Tropical (TW) e Atlântico Sul Água Central (ACAS). A ACAS foi evidente na primavera-verão dos dois anos de estudo, e no outono (março-abril) do segundo ano (Figuras 2 e 3).

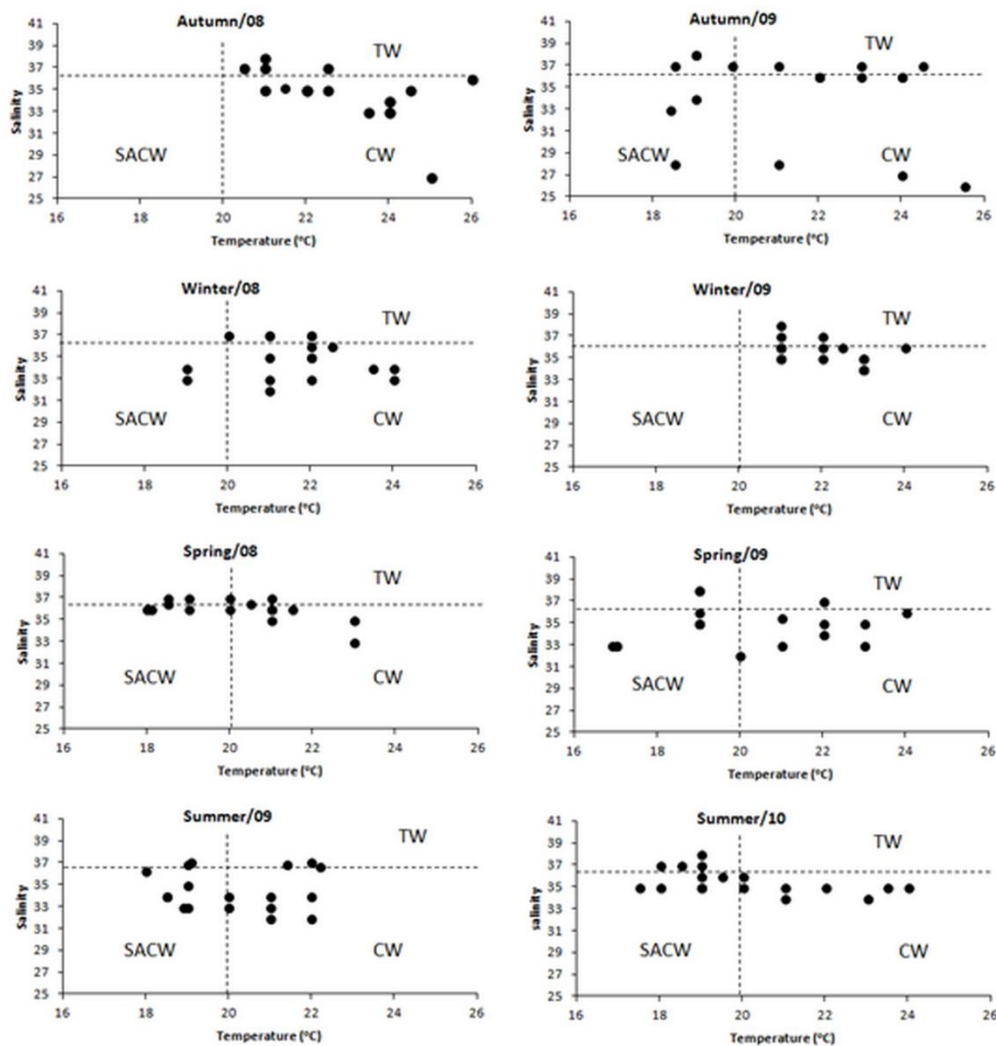


Figura 2: Diagrama T-S (temperatura x salinidade) evidenciando a variação sazonal média da temperatura e salinidade da água de fundo na área de ressurgência estudada. (CW: Água Costeira, TW: Água Tropical, SACW: Água Central do Atlântico Sul). (Outono: Março-Maio; Inverno: Junho-Agosto; Primavera: Setembro-Novembro; Verão: Dezembro-Fevereiro.)

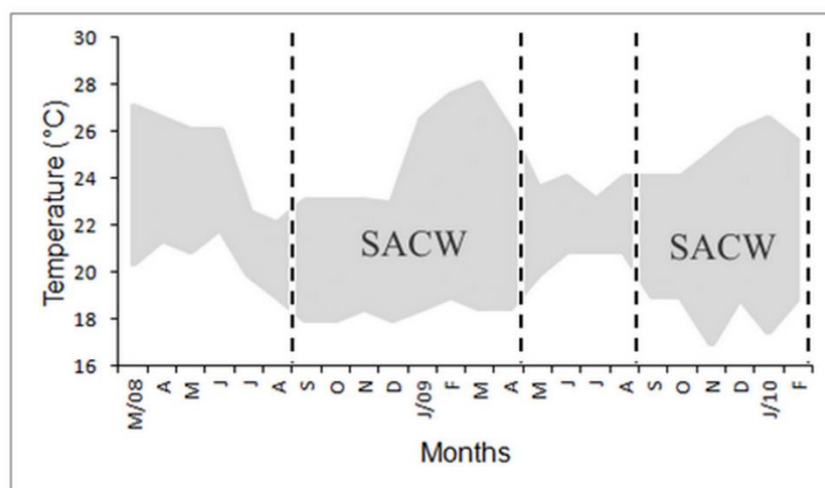


Figura 3: menores e maiores temperaturas de fundo da água mostrando os períodos de ressurgência área de estudo. SACW: Água Central do Atlântico Sul.

Os fatores variaram espacial e temporalmente. A menor salinidade de fundo foi averiguada em março/09, principalmente na região “Inside” ($27,0 \pm 1,00$), quando comparado com a região “Outside” ($31,7 \pm 3,21$). Os maiores valores foram verificados em outubro/09 ($37,0 \pm 1,00$) na região “Inside”, e abril/09 e março/08 ($37,7 \pm 0,58$ e $37,3 \pm 0,58$), respectivamente na região “Outside” (Figura 4).

Os menores valores médios da temperatura de fundo foram averiguados na amostrado na primavera e verão. Na região “inside” ocorreu em janeiro/2010 ($19,3 \pm 0,76^{\circ}\text{C}$) e na região “outside” a menor temperatura de fundo foi observada em novembro/2009 ($17,0 \pm 0,0^{\circ}\text{C}$). Já os maiores valores médios de temperatura foram observados no outono e inverno de ambos na região “inside” e “outside”. Na região “inside”, o maior valor ocorreu em março/2008 ($24,5 \pm 1,80^{\circ}\text{C}$) e em junho, abril e maio/2008 ($22,2 \pm 0,29$, $21,8 \pm 0,29$ e $21,8 \pm 0,76^{\circ}\text{C}$), respectivamente, na região “outside” (Figura 5).

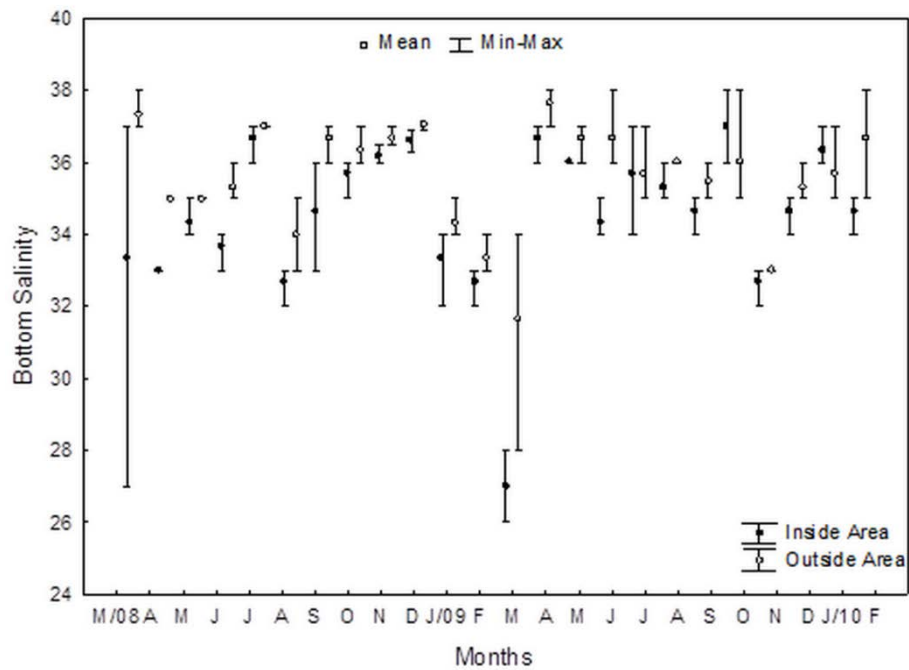


Figura 4: Valores médios, máximos e mínimos de salinidade de fundo nas regiões *Inside Area* e *Outside Area*, em cada mês amostrado entre março de 2008 a fevereiro de 2010.

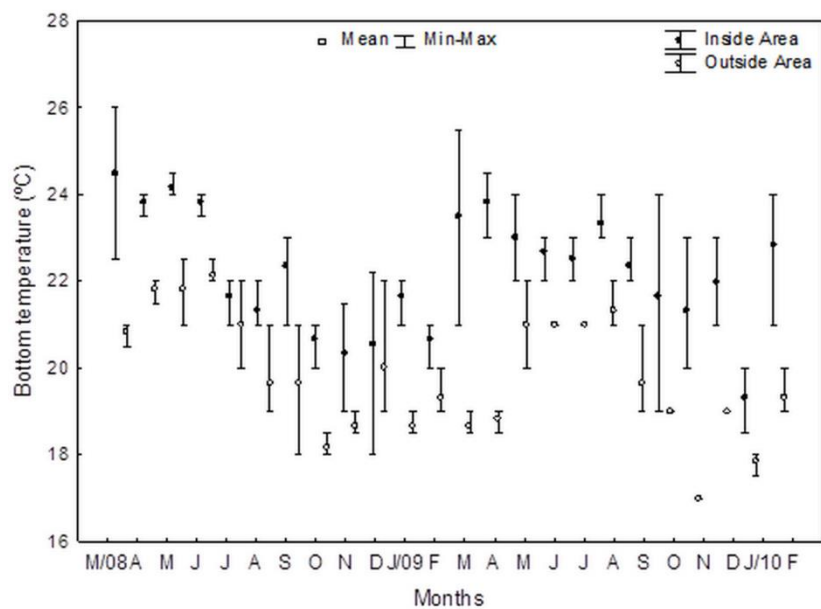


Figura 5: Valores médios, máximos e mínimos de temperatura de fundo nas regiões *Inside* e *Outside*, em cada mês amostrado entre março de 2008 a fevereiro de 2010.

Os pontos distribuídos na região “*inside*” apresentaram valores médios de Phi entre 1,23 a 2,79, caracterizando assim um sedimento composto, principalmente, de areia média e areia fina. Na região “*outside*”, os valores de Phi encontrados foram superiores a 5,49, ou seja, um sedimento composto em sua maioria de silte+argila (Figura 6). Na região “*outside*” uma maior homogeneidade dos valores médios de fi entre os transectos foi averiguada ($5,49 \leq \text{Phi} \leq 5,84$), enquanto que, na região “*inside*”, os valores de Phi apresentaram uma maior variação ($1,23 \leq \text{Phi} \leq 2,79$).

Observou-se uma maior porcentagem de matéria orgânica nos pontos da região “*outside*”, com valores médios que variaram de $7,09 \pm 1,22$ a $9,15 \pm 0,89$. Nos pontos da região “*inside*”, as amostras revelaram uma menor porcentagem desse fator, com variação média entre $0,79 \pm 0,45$ e $2,66 \pm 2,86$ (Figura 6). Comparando-se o teor de matéria orgânica e a textura do sedimento em relação às profundidades amostradas, notou-se que quanto menor a profundidade, menor o valor de Phi e menor o teor de matéria orgânica (Figura 6).

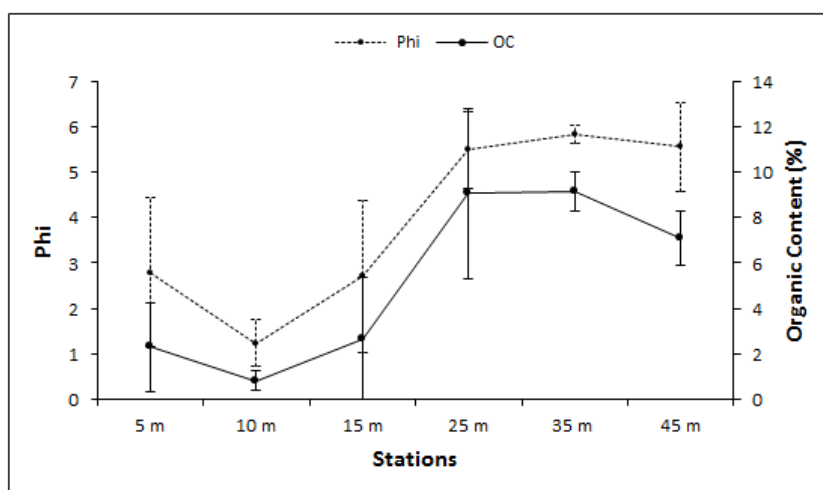


Figura 5: Valores médios de Phi e conteúdo orgânico (OC) amostrados por transecto entre os meses de março de 2008 e fevereiro de 2010, em Macaé, RJ.

O teste de permutação de Monte Carlo indicou que a variação capturada pelas regressões e eixos da PCA foi significativa (Tabela 2). A PCA explicou nos dois primeiros eixos 92.5% da variabilidade total dos dados, os quais foram retidos para interpretação. A temperatura de fundo, teor de matéria orgânica, tamanho médio do grão (ϕ), areia muito fina e silte+argila foram os fatores ambientais que mais correlacionaram-se positivamente com o primeiro eixo, enquanto, frações do sedimento (areia fina, média, grossa e muito grossa), correlacionaram-se negativamente com o mesmo eixo (Tabela 2). Em relação ao segundo eixo, a temperatura de superfície, salinidade de superfície e fundo apresentaram uma alta correlação positiva com o segundo eixo (Tabela 2). Analisando-se a ordenação gerada pela PCA (Figura 6) é possível notar, no primeiro eixo, o estabelecimento de um gradiente temporal e espacial, evidenciando a formação de duas áreas distintas quanto a influência das variáveis ambientais, uma “inside” composta pelos transectos de 5, 10 15 metros, e outra “outside”, formada pelos transectos de 25, 35 e 45 metros (Figura 6). Em tal gradiente, os transectos mais internos (região inside) relacionaram-se negativamente com o primeiro eixo, demonstrando uma influência direta das variáveis arenosas que compõe o sedimento nesta área, na qual as estações do outono e inverno apresentaram as maiores variações ambientais (Figura 6). Os transectos mais distantes da costa (região outside), relacionaram-se positivamente com o primeiro eixo, são influenciados diretamente pela temperatura de fundo, teor de matéria orgânica e ϕ , areia muito fina e silte+argila, com as maiores oscilações ambientais ocorrendo ao longo verão e da primavera (Figura 6).

Tabela 2: Resultado da Análise de Componentes Principais (PCA). Os coeficientes foram obtidos a partir da correlação “intra-set”. Os números em negrito indicam as relações com os eixos mais elevadas.

Eixos	1	2
Explicação acumulada %	77.1	92.5
Teste de permutação	0.03	0.04
Temperatura de superfície (ST)	0.413	0.647
Temperatura de fundo (BT)	0.597	0.280
Salinidade de superfície (SS)	0.427	0.718
Salinidade de fundo (BS)	0.315	0.745
Matéria orgânica (OM)	0.937	-0.134
Tamanho médio do grão (Phi)	0.965	-0.124
Fragmentos biodetríticos (BDF)	-0.414	0.372
Areia muito grossa (VCS)	-0.878	0.206
Areia grossa (CS)	-0.964	0.039
Areia média (MS)	-0.943	0.027
Areia fina (FS)	-0.807	0.063
Areia muito fina (VFS)	0.842	0.109
Silte e argila (S+C)	0.946	-0.189

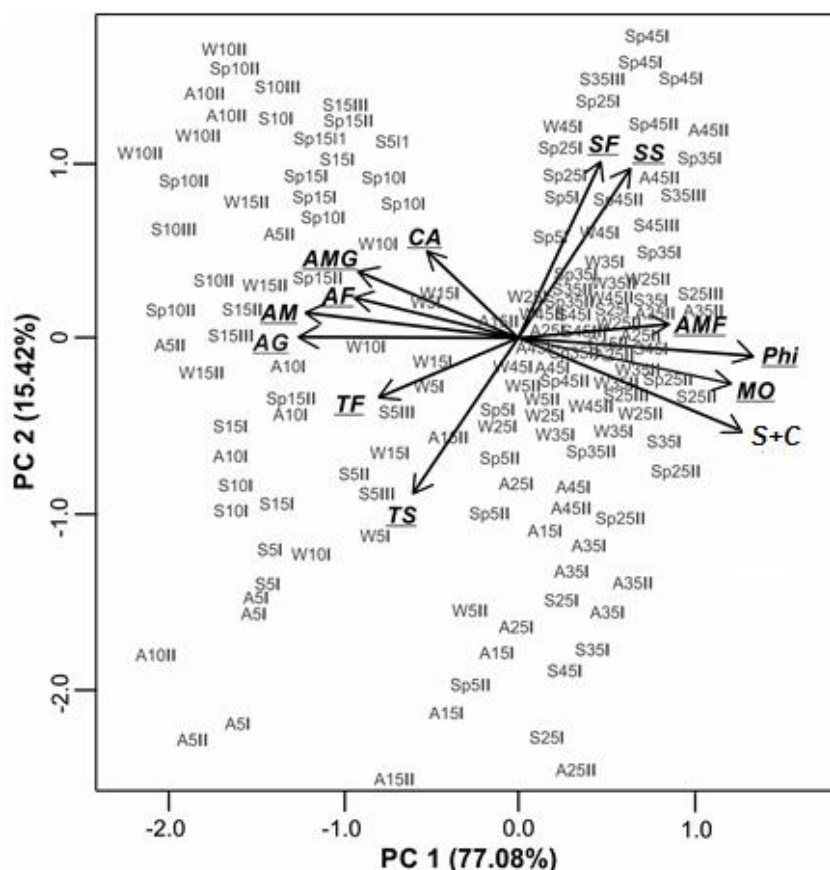


Figura 6: Diagrama de dispersão das 144 unidades amostradas em relação às variáveis ambientais sobre os eixos 1 e 2 obtido pela Análise de Componentes Principais (PCA) em Macaé. Os números fazem referência aos transectos, consulte a tabela 3, para os códigos de cada uma das variáveis ambientais. (A = outono; W = inverno; Sp = primavera; S = verão; I = indica o primeiro ano; II = indica o segundo ano)

4.2- Distribuição espaço-temporal dos camarões e relação aos fatores ambientais

Um total de 14236 espécimes de *P. muelleri* foram capturados em todos os transectos “inside” e “outside” amostrados. As maiores capturas ocorreram

nos transectos “*outside*”, principalmente nas profundidades de 25 e 35 metros com respectivamente, 5285 e 5205 indivíduos. Com relação à distribuição temporal, no ANO II foram capturados um maior número de indivíduos ($n = 8757$) enquanto no ANO I apenas 5479 indivíduos foram coletados. A estação com maior número de indivíduos capturados foi a Primavera II ($n = 6462$). As maiores capturas no primeiro ano de coleta ocorreram nos meses de maio e junho do ano de 2008 (1359 e 1435 indivíduos, respectivamente) o que colaborou para as maiores capturas encontradas neste ano ocorridas nas estações de Outono e Inverno. A Primavera do segundo ano foi a estação com maior captura neste ano, com outubro e novembro de 2009 (4208 e 1762 indivíduos, respectivamente) sendo os meses com maior captura. As menores capturas ocorreram nas estações Primavera I ($n = 415$), Verão II ($n = 562$) e Outono II ($n = 632$) (Tabela 3).

A análise de variância apontou diferença significativa na abundância de *P. muelleri* apenas entre as estações do ano e entre os transectos. Porém entre períodos com e sem ressurgência a ANOVA não indicou diferença nas capturas nestes dois períodos (ANOVA main effects, $p > 0.05$) (Tabela 4). Os resultados do Teste de Tukey que indicam quais estações do ano e transectos com diferenças encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3: Número de indivíduos em cada estação, mês e transectos amostrados de março de 2008 a fevereiro de 2010, indicando a resultados do teste de Tukey (*, ** - Resultados do teste de Tukey. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p > 0.05$). Caixas tracejadas indicam períodos de ressurgência.

Estação ANO I	Mês	Área Interna			Área externa			Total		Teste Tukey
		5 m	10m	15m	25m	35m	45m	Mês	Estação	
Outono I	Mar/08	0	0	0	84	223	0	307	1985	(ab)*
	Abril/08	0	0	0	97	173	2	272		
	Maio/08	224	0	1173	9	0	0	1406		
Inverno I	Jun/08	0	0	0	365	435	609	1409	2008	(ab)
	Jul/08	0	1	1	350	200	10	562		
	Ago/08	0	0	0	36	1	0	37		
Primavera I	Set/08	0	0	0	43	101	45	189	415	(ab)
	Out/08	0	0	0	54	0	0	54		
	Nov/08	0	0	56	73	42	1	172		
Verão I	Dez/08	0	0	0	701	198	41	940	1071	(ab)
	Jan/09	0	0	0	21	103	0	124		
	Fev/09	0	0	5	1	0	1	7		
Total Ano I		224	1	1235	1834	1476	709	5479	5479	
Ano II		5 m	10m	15m	25m	35m	45m			
Outono II	Mar/09	0	0	0	3	75	0	78	632	(a)
	Abril/09	0	0	0	2	388	0	390		
	Maio/09	0	0	0	22	61	81	164		
Inverno II	Jun/09	0	0	0	57	72	95	224	1101	(ab)
	Jul/09	2	1	1	282	26	0	312		
	Ago/09	2	11	3	432	117	0	565		
Primavera II	Set/09	0	0	0	68	137	287	492	6462	(b)
	Out/09	0	0	0	838	2419	951	4208		
	Nov/09	0	59	68	1542	93	0	1762		
Verão II	Dez/09	0	0	0	80	341	3	424	562	(a)
	Jan/10	0	9	4	39	0	0	52		
	Fev/10	0	0	0	86	0	0	86		
Total Ano II		4	80	76	3451	3729	1417	8757		
TOTAL		228	81	1311	5285	5205	2126	14236		
Teste Tukey		(a)**	(a)	(a)	(b)	(b)	(c)			

A variação do número de indivíduos de *P. muelleri* relacionou-se significativamente com os fatores ambientais. A temperatura correlacionou-se negativamente com a abundância de indivíduos, enquanto a salinidade positivamente com a abundância. Não houve uma associação do sedimento com o número de indivíduos (Tabela 5).

Tabela 4: Resultados da análise de variância (ANOVA) da abundância de *P. muelleri* em cada estação do ano, transecto e períodos de ressurgência de março de 2008 a fevereiro de 2010 (GL= grau de liberdade; QM= quadrado médio; F= QMfator/QMresíduo e p= probabilidade de significância ($P > 0,05$)).

	GL	QM	F	p
Estações	7	1.2178	2.3174	0.0293
Transectos	5	14.8297	28.2201	0.0000
Ressurgência	1	0.0282	0.0536	0.8173

Tabela 5: Resultados da Correlação de Pearson da variação do número de indivíduos em relação aos fatores ambientais.

<i>Pleoticus muelleri</i>				
Fator ambiental	Temp.	Sal.	M.O.	Phi
Valor do teste	-0.2664	0.2134	0.0761	0.0875
Valor de p	0.0013	0.0104	0.3650	0.2970

Em uma análise do número de indivíduos por arrasto, os indivíduos foram distribuídos em classes de interesse, para cada um dos fatores ambientais. Analisando-se a distribuição do número médio de *P. muelleri* por arrasto, com relação às classes de salinidade, notou-se uma maior captura de indivíduos nas salinidades superiores a 32, com uma maior ocorrência nos arrastos em que a salinidade foi 38. Em salinidades abaixo de 28, não houve captura de nenhum indivíduo. Com relação às classes de temperatura, não ocorreu captura de *P. muelleri* apenas em temperaturas superiores a 26°C. Notou-se uma preferência por temperaturas mais baixas ocorrendo um maior número de indivíduos por arrasto em temperaturas inferiores a 20°C. Com exceção aos valores de fi classificados como fragmentos biodetríticos ($fi < -1$) e Areia Muito Grossa ($-1 < fi \leq 0$), foram encontrados indivíduos de *P. muelleri* em todas as classes

granulométricas. O maior número de indivíduos/arrasto foi encontrado na fração com predomínio de Areia Média ($1 < \phi \leq 2$). Porém nota-se um grande número de indivíduos/arrasto nas classes granulométricas com ϕ maior que 4 (grãos menores). Numericamente, não houve uma relação entre o número de indivíduos/arrasto e os valores de matéria orgânica no sedimento (Figura 7).

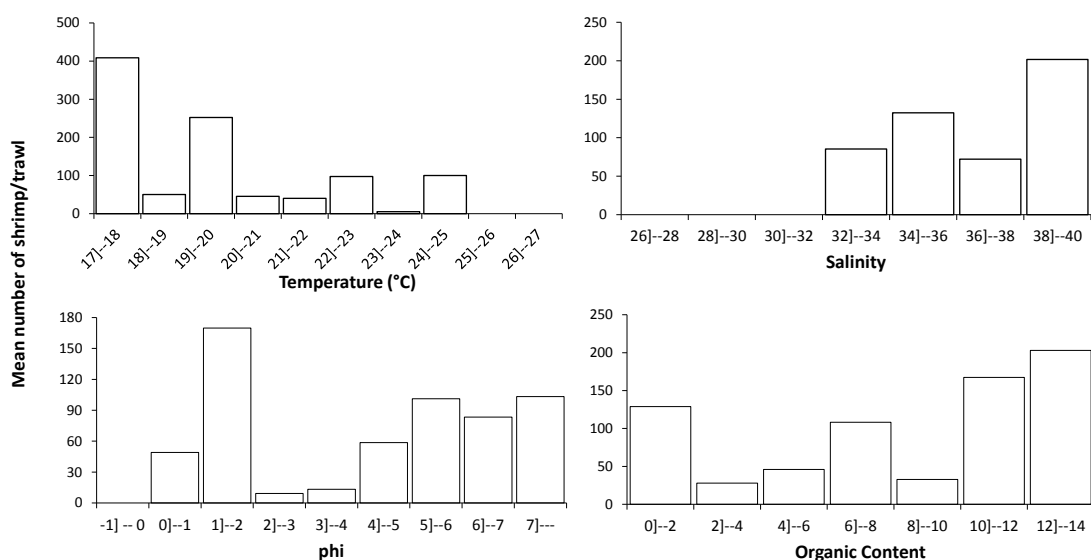


Figura 7: Distribuição do número de indivíduos por arrasto por classes das variáveis ambientais analisados de março de 2008 a fevereiro de 2010.

5- Discussão

As maiores capturas de *P. muelleri* ocorridas nos transectos da região “outside” e na primavera do segundo ano sugerem que a temperatura da água tenha sido o principal fator responsável pela distribuição espaço-temporal de *P. muelleri* na região em estudo, seguida por uma menor influência da salinidade. A distribuição e abundância espacial de crustáceos decapados na

região é diretamente influenciada por fatores ambientais tais como: temperatura e salinidade da água, assim como o diâmetro dos grãos do sedimento e seu conteúdo de matéria orgânica (Fransozo *et al.*, 2004a; Costa *et al.*, 2005a,b; Furlan *et al.*, 2013). Além dos fatores abióticos, parâmetros biológicos como predação, competição, migração diferencial dentro dos estágios dos ciclos biológicos podem influenciar a distribuição espaço-temporal dos camarões (Dall *et al.*, 1990). Ainda, segundo De Léo & Pires-Vanin (2006) a distribuição da comunidade bentônica na região em estudo, com influência da ACAS, está intimamente ligada à sazonalidade desta massa d'água. Em profundidades superiores a 100 metros, a maior influência deve-se à intensa sedimentação, enquanto em áreas mais rasas, a maior influência na distribuição está relacionada com a temperatura e salinidade (Pires-Vanin *et al.*, 2013) da água nestas épocas.

Em estudo realizado por Sancinetti *et al.* (2014), no mesmo período e região, encontrou uma maior abundância no inverno de 2008 para a espécie *A. longinaris*. Para *P. muelleri* ocorreu uma maior abundância no Inverno I (2008). Assim como no trabalho citado, esta maior captura no inverno podem ser devido ao defeso nos meses anteriores (março a maio) que proporcionaram um período para reposição do estoque pesqueiro.

A inversão na abundância da região “outside” para a região “inside” encontrada no mês de maio/08 também ocorreu para *A. longinaris*, porém nenhuma explicação foi encontrada com relação à influência dos fatores abióticos. Uma vez que o tipo do sedimento não varia substancialmente em períodos curtos de tempo, a temperatura na região “inside” no referido mês era alta (superior a 24° C) e a salinidade não variou entre as duas regiões, outro fator

pode ter sido responsável por esta inversão na abundância. A hipótese sugerida é que fatores biológicos (predação e competição por recursos) possam ter ocorrido devido à maior densidade das populações animais também por causa do defeso nos meses anteriores, realocando-as temporariamente.

Segundo Dall *et al.* (1990), salinidade é um fator determinante na distribuição de camarões, onde o estabelecimento em uma região varia de acordo com este parâmetro para cada estágio de seus ciclos de vida. Costa *et al.* (2004) relataram um aumento nas taxas de captura de *P. muelleri* em arrastos realizados onde os valores de salinidade eram mais elevados.

Devido à região de estudo receber aporte direto do rio Macaé, as menores salinidades ocorreram nos transectos da região denominada “*inside*”. A salinidade influenciou positivamente a abundância de *P. muelleri*. Em valores de salinidade superiores a 32 foram capturados um maior número de indivíduos.

As maiores abundâncias ocorridas nos transectos da região “*outside*” (25 e 35m), mesmo em meses onde a água na região “*inside*” apresentava valores de temperaturas mais propícias (< 21°C), não favoreceu o deslocamento dos animais para tais regiões. Este estudo sugere que realmente os maiores valores de salinidade influenciam positivamente todo o ciclo de vida de *P. muelleri*, não ocorrendo uma migração diferencial dos estágios de vida (larvas, pós-larva, juvenis e adultos) para áreas com menores valores de salinidade.

Estudos realizados por Costa *et al.* (2004) e Batista *et al.* (2011) sugeriram que regiões com sedimentos compostos por uma maior concentração de sílica e argila são favoráveis para o estabelecimento de *P. muelleri*. Porém, Batista *et al.* (2011) inferiu que a maior abundância neste tipo de sedimento está

relacionada com as baixas temperaturas encontradas nestes transectos. Tanto o tamanho do grão do sedimento como seu conteúdo de matéria orgânica não influenciaram a distribuição e abundância de *P. muelleri*. Dentro do número total de indivíduos em uma população existem juvenis, adultos, fêmeas reprodutivas. Por estarem em diferentes estágios de vida, podem responder de forma distinta para os diferentes fatores ambientais analisados.

Para camarões peneídeos o tamanho do grão do sedimento pode ser mais importante do que a porcentagem de matéria orgânica presente no substrato (Ruello, 1973; Costa & Fransozo, 2004a; Costa *et al.*, 2004). A estratégia de se enterrar dos camarões possibilita proteção contra predadores e um menor gasto energético (Ameeri & Cruz, 1998; Simões *et al.*, 2010), sendo um fator importante a escolha do substrato para o estabelecimento. O conteúdo de matéria orgânica, e sua relação com a disponibilidade de alimento, pode não ser um fator primordial no estabelecimento dos camarões em uma determinada área. Os camarões são generalistas não se alimentando apenas de matéria orgânica dissolvida no sedimento. Portanto o tamanho do grão do sedimento para o enterramento é mais importante para a sobrevivência do que seu conteúdo de matéria orgânica. Pelo maior número de indivíduos terem sido capturados entre os 15 e 25m de profundidade, região de transição entre grãos mais grossos da região “inside” e grãos mais finos “outside”, provavelmente outros fatores ambientais podem ser mais importantes na distribuição dos indivíduos.

Desta forma, o fato dos resultados da abundância não apresentarem relação significativa com o sedimento e seu conteúdo de matéria orgânica podem estar relacionados com o padrão sedimentar da região, evidenciado na PCA. Os transectos “inside” apresentaram um sedimento caracterizado por grãos com

maior diâmetro, e a região “*outside*” grãos mais finos (AMF e SA), com consequente maior conteúdo de matéria orgânica. Este padrão reforça ainda mais a importância da temperatura, principalmente, e da salinidade na distribuição de *P. muelleri*.

A temperatura é considerada um dos parâmetros determinantes na distribuição temporal dos organismos, principalmente para os camarões peneídeos (Dall *et al.*, 1990; e Costa & Fransozo, 2004a; Furlan *et al.*, 2013). Certas espécies, como o camarão argentino *Pleoticus muelleri*, em períodos que ocorre um decréscimo nos valores deste fator, são capturados em maior abundância no litoral norte paulista (Costa *et al.*, 2004).

A temperatura de fundo apresentou uma relação significativa com a abundância de *P. muelleri*. As maiores capturas ocorreram nos menores valores de temperatura observados (entre 17 e 20°C), na estação primavera II e em profundidades onde foi observado maior influência da ACAS. A espécie é típica de regiões mais frias da Patagônia, preferindo temperaturas abaixo de 20°C e com maior abundância entre 10 e 15°C. (Boschi, 1986). Segundo Boschi (1989) e Castilho *et al.* (2008), a espécie é considerada migratória acompanhando a ACAS onde as fases juvenis migram para regiões com temperaturas adequadas e com maior disponibilidade de alimento.

Apesar da ANOVA não ter indicado uma diferença significativa na abundância em períodos com e sem ressurgência, o efeito das águas frias oriundas de tal fenômeno não pode ser descartado. Durante quase todas as coletas no período dos dois anos, a temperatura da água na região “*outside*” praticamente manteve-se abaixo de 22°C. Desta forma, por se tratar de uma

espécie que pouco migra para regiões com menores profundidades, devido às baixas salinidades, o resultado pode não ter aparecido estatisticamente.

Por ter sua origem evolutiva ligada às águas frias das regiões temperadas (43° a 50° S) Boschi (1989), o esperado era que a abundância de *P. muelleri* diminuísse seguindo um padrão de gradiente latitudinal até zonas mais tropicais assim como observado nos estudos de Boschi (1997) (Lat > 43°S), Dumont & D'Incao (2008) (28 – 33°S) e Batista *et al.* (2011) (23°S). A presença da ACAS na região em estudo e consequente fenômeno da ressurgência de Cabo Frio é um fator importante na modulação espaço-temporal da população de *P. muelleri* no seu limite norte de distribuição, uma vez que a abundância é mais similar às das regiões de maiores latitudes e não às ocorridas no litoral de São Paulo (23°S).

Stramma & England (1999) e SILVEIRA *et al.* (2000), propuseram um segundo fluxo da ACAS de norte para sul no Oceano Atlântico Ocidental Sul. Segundo estes autores o Giro Subtropical origina a ACAS e uma parte dela flui para Sul ao longo da costa brasileira a partir do Cabo de São Tomé (22°S). Possivelmente, assim como observado para o camarão *A. longinaris* (Sancinetti *et al.*, 2014), os estágios larvais de *P. muelleri* migre a partir da região em estudo para maiores latitudes, aproveitando este segundo fluxo da ACAS, podendo povoar em determinadas épocas o litoral de São Paulo.

Este estudo aponta que a população de *P. muelleri* encontrada na região de Cabo Frio e áreas adjacentes não seja oriunda de uma migração sazonal de regiões de menores latitudes para maiores latitudes juntamente com a ACAS. Existe uma população estabelecida na região com oscilações na abundância

dependendo da maior ou menor influência das águas frias da ACAS e sua consequente ressurgência em determinados períodos do ano. Com o decorrer do tempo evolutivo, esta espécie anteriormente com migração até a região de estudo (22°S), encontrou na região de Cabo Frio e áreas adjacentes condições principalmente de temperatura similares às ocorridas no litoral argentino (43° a 50°S). Desta forma, por ser um animal euritermal, houve um estabelecimento de *P. muelleri* na região. Está claro que a distribuição de camarões *Penaeoidea* é influenciada por uma combinação de vários fatores. Porém, dependendo das condições ambientais que atuam sobre cada população, um fator ambiental se sobrepõe aos demais como sendo mais importante para o estabelecimento da espécie naquela região.

Macaé mostrou condições ambientais atípicas de descontinuidade a padrão subtropical, assemelhando-se a condições de águas mais frias do Atlântico Sul mais setentrional (Argentina). Desta maneira *P. muelleri* apresentou maiores abundâncias do que em outras áreas do litoral brasileiro. Estes resultados além de colaborarem para um maior entendimento da distribuição da espécie no oceano Atlântico Ocidental Sul pode auxiliar na elaboração de estratégias de proteção de um importante recurso pesqueiro na região.

6- Referências bibliográficas

ACHA, E.M., H.W. MIANZAN, R.A. GUERRERO, M. FAVERO & J. BAVA. Marine fronts at the continental shelves of austral South America physical and ecological processes. *Journal of Marine Systems*, 44: 83-105, 2004.

AMEERI, A. A. & CRUZ, E. M. Effect of sand substrate on growth and survival of *Penaeus semisulcatus* de Haan juveniles. *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 13(4): 239-244, 1998.

ANDRADE, L. S.; Frameschi, I. F.; CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. Can the pattern of juvenile recruitment and population structure of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Decapoda: Brachyura) be determined by geographical variations?. *Marine Ecology (Berlin)*, 1: 01-09, 2014.

ANDRADE, L. S.; FRANSOZO, V.; BERTINI, G.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; LOPEZ-GRECO, L. S. Reproductive plasticity in the speckled crab *Arenaeus cribrarius* (DECAPODA, BRACHYURA, PORTUNIDAE) associated with a population decline. *Journal of Coastal Research*, 31: 645-652, 2015.

BATISTA, A. C.; SIMÕES, S. M.; LOPES, M. & COSTA, R. C. Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) and *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Decapoda, Penaeoidea) in the southeastern Brazilian littoral. *Nauplius*. 19(2): 135-143, 2011.

BOSCHI, E. E. Los camarones comerciales de la familia Penaeidae de la costa Atlantica de America del Sur. *Boletim do Instituto de Biologia Marinha*, 3: 1-39, 1963.

BOSCHI, E. E. Estudio biológico pesquero del camarón *Artemesia longinaris* Bate, 1888. de Mar del Plata. *Boletim do Instituto de Biologia Marinha*, 18: 1-47, 1969a.

BOSCHI, E. E. Crecimiento, migración y ecología del camarón comercial *Artemesia longinaris* Bate, 1888, de Mar del Plata. *FAO Fisheries Report*, 57(3): 833-846, 1969b.

BOSCHI, E. E. La pesquería del langostino del litoral patagónico. *Revista Redes*, 20: 8p, 1986.

BOSCHI, E. E. Biología pesquera del langostino del litoral patagónico de Argentina (*Pleoticus muelleri*). *Contribución Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 646: 5-71, 1989.

BOSCHI, E. E. Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. *Investigaciones Marinas*, 25: 19-40, 1997.

BOSCHI, E. E. Species of decapod crustaceans and their distribution in the marine zoogeographic provinces. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 13: 7-136, 2000.

CAMPOS, E. J. D.; IKEDA, Y.; CASTRO-FILHO, B. M.; GAETA, S. A.; LORENZZETTI, J. A. & STEVENSON, M. R. Experiment studies circulation in the western South Atlantic. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 77: 253-259, 1996.

CAMPOS, E. J. D.; VELHOTE, D. & SILVEIRA, I. C. A. Shelf break upwelling driven by Brazil Current cyclonic meanders. *Geophysical Research Letters*, 27: 751-754, 2000.

CASTILHO, A. L.; GAVIO, M. A.; COSTA, R. C.; BOSCHI, E. E.; BAUER, R. T. & FRANSOZO, A. Latitudinal Variation in Population Structure and Reproductive Pattern of the Endemic South American Shrimp *Artemesia longinaris*. *Journal of Crustacean Biology*, 27(4): 548-552, 2007a.

CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & BOSCHI, E. E. Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae), off the coast of São Paulo State, Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 55: 39-48, 2007b.

CASTILHO, A. L.; PIE, M. R.; FRANSOZO, A.; PINHEIRO, A. P. & COSTA, R. C. The relationship between environmental variation and species abundance in shrimp communities (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 88: 119-123, 2008.

CASTRO-FILHO, B. M.; MIRANDA, L. B. & MIYAO, S. Y. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: Variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo*, São Paulo, 35(2): 135-151, 1987.

CASTRO-FILHO, B. M. & MIRANDA, L. B. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4° N and 34° S coastal segment (4°W). In: A. R. Robinson and K. H. Brink (eds.), *The sea*, John Wiley and Sons, New York. p. 209-251, 1998

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; MANTELLATO, F. L. M. & CASTRO, R. H. Occurrences of shrimps (natantia: penaeidea and caridea) in Ubatuba bay, Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 113(3): 776-781, 2000.

COSTA, R. C., FRANSOZO, A., MELO, G. A. S. & FREIRE, F. A. M. An illustrated key for Dendrobranchiata shrimps from the northern coast of São Paulo state, Brazil. *Biota Neotropica*, 3(1): 1-12, disponível no site: www.biotaneotropica.org.br/v3n1. 2003.

COSTA, R. C. & FRANSOZO, A. Abundance and ecologic distribution of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Crustacea: Penaeidae) in the northern coast of Sao Paulo State, Brazil. *Journal of Natural History*, 38(7): 901-912, 2004a.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda, Penaeidae) in the Ubatuba Region of Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 24(2): 274-281, 2004b.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & PINHEIRO, A. P. Ecologic distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda: Penaeoidea) of Southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 529: 195- 203, 2004.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A. L. & FREIRE, F. A. M. Annual, seasonal and spatial variation of abundance of *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeoidea) in a region a southeastern region of Brazil. *Journal of Marine Biological Association of United Kingdom*, 85(1): 107-112, 2005a.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Ecology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 (Crustacea: Sicyoniidae) in a subtropical region of Brazil. *Gulf and Caribbean Research, Ocean Springs*, 17(1): 49-56, 2005b.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; FREIRE, F. A. M. & CASTILHO, A. L. Abundance and ecological distribution of the “sete-barbas” shrimp *Xipohpenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) in three bays of the Ubatuba region, South-eastern Brazil. *Gulf and Caribbean Research*, 19: 33-41, 2007.

DALL, W.; HILL, B. J.; ROTH LISBERG, P. C. & SHARPLES, D. J. The biology of the Penaeidae. *Advances in Marine Biology*, 27: 1-489, 1990.

DE LEO, F. C. & PIRES-VANIN, A. M. S. Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: a comparison between an upwelling and a non-upwelling ecosystem. *Journal of Marine Systems*, 60: 268-284, 2006.

Dumont, L. F. C. & D’Incao, F. Distribution and abundance of the Argentinean (*Artemesia longinaris*) and red (*Pleoticus muelleri*) prawns (Decapoda:Penaeoidea) in Southern Brazil during the commercial double-rig trawl fishery season. *Nauplius* 16(2): 83-94, 2008

FRANSOZO, A.; COSTA, R. C.; CASTILHO, A. L. & MANTELATTO, F. L. Ecological Distribution of the Shrimp “Camarão Serrinha” *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidea) in Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil, in Relation to Abiotic Factors. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero.*, 16: 43-50, 2004.

FURLAN, M.; CASTILHO, A. L.; FERNANDES-GÓES, L. C.; FRANSOZO, V.; BERTINI, G. & COSTA, R. C. Effect of environmental factors on the abundance of decapod crustaceans from soft bottoms off southeastern Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 85(4): 1345-1356, 2013.

HAKASON, L. & JANSSON, M. 1983. Principles of lake sedimentology. Springer-Verlag, Germany, 315 p.

MALIAO, R. J.; TURINGAN, R. G. & LIN, J. Phase-shift in coral reef communities in the Florida Keys National Marine Sanctuary (FKNMS), USA. *Marine Biology*, 154(5): 841-853, 2008.

MANTELATTO, F. L. M. & FRANSOZO, A. Characterization of the physical and chemical parameters of Ubatuba bay, northern coast of São Paulo state, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 59: 23-31, 1999.

MCCUNE, B. & GRACE, J. B. Analysis of ecological communities. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA, 2002.

NASCIMENTO, P. A. M. Variações no tamanho médio de maturação em *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea: Decapoda: Penaeidae). *Naturalia*, 6: 33-42, 1981.

PERES-NETO, P. R; JACKSON, D. A. & SOMERS, K. M. How many principal components? Stopping rules for determining the number of non-trivial axes revisited. *Computational Statistics and Data Analysis*, 49: 974-997, 2005.

PÉREZ-FARFANTE, I. & KENSLEY, B. Penaeoid and Segestoid Shrimps and Prawns of the World. Keys and diagnoses for the families and genera. Éditions du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris., 233pp, 1997.

PETERSON R.G., STRAMMA, L. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean. *Progress in Oceanography* 26, 1—73. 1991

PIRES-VANIN, A. M., ARASAKI, E. & MUNIZ, P. Spatial pattern of benthic macrofauna in a sub-tropical shelf, São Sebastião Channel, southeastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(1): 42-56, 2013.

RAKOCINSKI, C. F.; LYEZKOWSKI-SHULZ, J. & RICHARDSON, S. L. Ichthyoplankton assemblage structure in Mississippi Sound as revealed by canonical correspondence analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 43: 237-257, 1996.

RUELLO, N. V. Burrowing, feeding, and spatial distribution of the school prawn *Metapenaeus macleayi* (Haswell) in the Hunter River region, Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 13: 189-206, 1973.

RUFFINO, M. L. Dinamica populacional do camarão *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Decapoda, Penaeidae) do sul do Brasil. Departamento de Oceanografia, Rio Grande, RS, Fundação Universidade do Rio Grande, 96pp., 1991.

SANCINETTI, G.S.; AZEVEDO, A.; CASTILHO, A.L.; FRANSOZO, A. & COSTA, R.C. How marine upwelling influences the distribution of *Artemesia longinaris*

(Decapoda: Penaeoidea)? Latin American Journal of Aquatic Research, 42(2): 322-331, 2014.

SANCINETTI, G.S.; AZEVEDO, A.; CASTILHO, A.L.; FRANSOZO, A. & COSTA, R.C. Population biology of the commercially exploited shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeidae) in an upwelling region in the Western Atlantic: comparisons at different latitudes. Brazilian Journal of Biology, 75(3), 2015.

SILVA, E. R.; SANCINETTI, G. S.; FRANSOZO, A.; AZEVEDO, A. & COSTA, R. C. Biodiversity, distribution and abundance of shrimps Penaeoidea and Caridea communities in a region the vicinity of upwelling in Southeastern of Brazil. Nauplius, 22(1): 1-11, 2014.

SILVA, E. R.; SANCINETTI, G. S.; FRANSOZO, A.; AZEVEDO, A. & COSTA, R. C. Reproduction and recruitment of the seabob shrimp: A threatened exploitation species in southeastern of Brazil. Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo, 41(1): 157-172, 2015.

SILVEIRA, I. C. A.; SCHMIDT, A. C. K.; CAMPOS E. J. D.; GODOI, S. S. & IKEDA, Y. A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira. Revista Brasileira de Oceanografia, (48)2: 171-183, 2000.

SIMÕES, S. M.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & CASTILHO, A. L. Diel variation on the abundance and size of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (HELLER, 1862) (Crustacea, Penaeoidea) in Ubatuba region, Southeastern of Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 82(2): 369-378, 2010.

STRAMMA, L. & ENGLAND, M. On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Oceano 1. Journal of Geophysical Research Geophys, 104(C9): 20863-20883, 1999.

VALENTIN, J. L. Analyses des parameters hydrobiologiques dans la remontée de Cabo Frio (Brésil). Marine Biology, 82: 259-276, 1984.

WENTWORTH, C. K. A scale of grade and terms of clastic sediments. The Journal of Geology, 30: 377-392, 1922.

ZAR, J. H. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey. 1-663 p. 1999.

CAPÍTULO 2: Biologia reprodutiva do camarão *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda, Penaeoidea, Solenoceridae) em uma região sobre influência da ressurgência de Cabo Frio.

1- Resumo

Este estudo caracterizou a biologia populacional do camarão *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888), com foco na estrutura populacional, a maturidade sexual, período reprodutivo e de recrutamento. Além da comparação dos parâmetros reprodutivos de diferentes populações ao longo do Atlântico Sul ocidental. As amostras foram coletadas mensalmente de março de 2008 a fevereiro de 2010, utilizando um barco camaroneiro equipado com rede other-traw entre as profundidades de 5 a 45 m, em Macaé, litoral norte do Rio de Janeiro, Brasil, a qual é influenciada pela ressurgência de Cabo Frio. Os seguintes fatores abióticos foram averiguados: temperatura e salinidade da água, e a textura e teor de matéria orgânica do sedimento. O comprimento da carapaça e maturidade sexual, foram similares às dimensões encontradas em populações do sul do continente (Argentina). As fêmeas reprodutivas estiveram presentes em todos os meses com os principais picos na primavera e início do verão do Ano I e no inverno e primavera do Ano II. Este padrão de fêmeas reprodutivas indicou que a reprodução foi sazonal, com picos principais na Primavera do primeiro ano. Juvenis também ocorreram durante todo ano com picos de recrutamento nos meses subsequentes aos picos de fêmeas reprodutiva. Isto, provavelmente está associado com as temperaturas mais baixas e consequente aumento da disponibilidade de nutrientes e fitoplâncton oriundos da ressurgência de Cabo Frio para os estágios larvais. A comparação latitudinal dos parâmetros

reprodutivos, não confirma o paradigma de que tamanho do corpo e a maturidade sexual das fêmeas são menores em regiões tropicais e aumentam em direção às maiores latitudes. Isto reforça a hipótese da influência da ACAS na dinâmica reprodutiva de *P. muelleri* na região. Os resultados deste estudo contribuíram para o entendimento da biologia de *P. muelleri*, e também pode ser uma referência para monitorar esse importante recurso pesqueiro e, consequente período de defeso. Além disso, esta população situada no limite do norte da distribuição geográfica da espécie do presente estudo pode fornecer subsídios para uma comparação altamente relevante nos estudos populacionais em outras áreas.

Palavras-chave: Dendrobranchiata, recrutamento, biologia reprodutiva, pesca de camarão

1.1- Abstract

This study investigated the population biology of shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888), focusing on population structure, sexual maturity, and reproductive and recruitment period. Still compared the reproductive parameters of different populations along the western South Atlantic. Samples were collected monthly from March 2008 to February 2010, using the shrimp boat equipped with other-trawl network between depths 5-45 m in Macaé, north coast of Rio de Janeiro, Brazil, which is influenced by resurgence of Cabo Frio. The following abiotic factors were investigated: temperature and salinity of the water, and the texture and content of organic matter in the sediment. The carapace length and sexual

maturity were similar to the dimensions found in populations of the southern continent (Argentina). Reproductive females were present in every month. In Year 1 the main peaks occurred in the spring and beginning of summer. In Year 2, occurred in winter and spring. This pattern of reproductive females indicated that reproduction is seasonal, with major peaks in the spring of the first year. Juveniles also occurred all year long with recruitment peaks in subsequent months to reproductive females peaks. Juveniles has occurred all year long, with recruitment peaks in subsequent months to reproductive females peaks. This probably is associated with lower temperatures and consequent increased availability of nutrients and phytoplankton arising from the resurgence of Cabo Frio for the larval stages. The latitudinal comparison of reproductive parameters, does not confirm the paradigm that body size and sexual maturity of females are smaller in the tropics and increase toward the higher latitudes. This reinforces the hypothesis of the influence of ACAS reproductive dynamics of *P. muelleri* in the region. The results contributed to the understanding the biology of *P. muelleri*, and can also be a reference to monitor this important fishery resource and consequent closure period. In addition, this population located at the northern limit of the geographical distribution can provide subsidies for a highly relevant comparison in population studies in other areas.

Keywords: Dendrobranchiata, recruitment, reproductive biology, shrimp

2- Introdução

Pleoticus muelleri (Bate, 1888) é endêmica para a costa sul-americana, com distribuição restrita ao Atlântico Ocidental, do Rio de Janeiro, Brasil (23 ° S), até Santa Cruz, Patagônia, Argentina (50 ° S), permanecendo no ambiente marinho em todo o seu ciclo de vida Boschi (1997). Devido à grande exploração comercial e consequente sobreexploração de outras espécies de camarões marinhos como *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967), *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) e *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), *P. muelleri* vem se tornando um dos principais alvos das pesca de camarões na costa brasileira, sendo um recurso potencial a entrar em sobreexploração.

De acordo com Sastry (1983), os fatores que atuariam no período reprodutivo dos invertebrados marinhos podem ser de dois tipos: os fatores proximais (temperatura e outras variáveis ambientais) que influenciariam tanto no início quanto no término do período da incubação e desova dos adultos; o segundo são fatores finais (pressão seletiva), os quais determinariam a época reprodutiva, ou seja, a liberação dos ovos na natureza ou na eclosão das larvas, coincidindo com o período de maior disponibilidade de alimento planctônico.

Apesar disso, variações ambientais podem alterar ou condicionar os hábitos migratórios de uma espécie. Por exemplo, *Artemesia longinaris* Bate, 1888 e *P. muelleri* são consideradas espécies migratórias que acompanham as Águas Centrais do Atlântico Sul (ACAS) (Nascimento, 1981; Boschi, 2000; Fransozo *et al.*, 2004).

A maturidade sexual representa um parâmetro chave, para o entendimento dos ciclos de vida das espécies. O conhecimento sobre a periodicidade reprodutiva e o início da maturidade sexual, principalmente da família Penaeoidea, são de suma importância, pois servem de subsídios para a determinação e implantação de planos de manejo que propiciem de subsídios para a preservação das espécies (Bauer, 1992; Costa *et al.*, 2010)

A região do extremo norte do Estado do Rio de Janeiro é influenciada pela Corrente do Brasil ($T > 20^{\circ}\text{C}$, $S > 36$) e Corrente das Malvinas ($T < 15^{\circ}\text{C}$, $S < 34$) (Castro Filho & Miranda, 1998). Devido à confluência destas duas correntes entre as latitudes 25°S and 45°S do Oceano Atlântico Sul Ocidental observa-se em certos períodos do ano a formação da massa de água Águas Centrais do Atlântico Sul (ACAS; $T < 20^{\circ}$, $S < 36,4$), responsável por parte da convergência do giro subtropical e dando origem à ressurgência de Cabo Frio entre as latitudes de 23°S e 29°S (Castro Filho *et al.*, 1987; Campos *et al.*, 1996, 2000; Silveira *et al.*, 2000; Acha *et al.*, 2004).

Segundo De Leo & Pires-Vanin (2006), os eventos de ressurgência da ACAS ocorridos nas estações da primavera e verão, provocam um aumento na biomassa fitoplanctônica devido ao aumento de nutrientes na água.

Estudos sobre a biologia populacional e período reprodutivo de camarões tem sido realizados, com destaque os trabalhos de Bauer & Vega (1992), Bauer & Lin (1994), Nakagaki *et al.* (1998), Costa & Fransozo (2004), Castilho *et al.* (2007 a,b, 2008), Costa *et al.* (2010) e Silva *et al.* (2015).

Para a espécie em estudo, *P. muelleri*, que é endêmica do Atlântico Sul, foram realizados trabalhos por Boschi (1997), Costa *et al.* (2004), Dumont e

D’Incao (2008), Castilho *et al.* (2008 e 2012), Batista *et al.* (2011), Fernandez *et al.* (2011 e 2012) e Fernandez & Hernandez (2013). Porém, todos os trabalhos citados acima ocorreram em latitudes superiores a 23° S. Já, na região de sobre influência da ressurgência de Cabo Frio (22° S) que é o limite norte de distribuição da espécie, nenhum estudo foi realizado até o momento.

Assim, os objetivos deste estudo foram analisar a biologia de populações de *P. muelleri*, com foco na biologia reprodutiva e recrutamento juvenil em uma região sob a influência de uma ressurgência de Cabo Frio, perto de seu limite de distribuição norte do Oceano Atlântico Ocidental (Macaé, Rio de Janeiro, Brasil), e comparar estes resultados com estudos realizados em diferentes latitudes ao longo da distribuição das espécies.

3- Material e métodos

3.1- Amostragem dos camarões

As coletas foram realizadas mensalmente no período de março/2008 a fevereiro/2010 (Outono: março – maio; e assim por diante) nos transectos 5, 10, 15 metros de profundidade (denominado neste trabalho como região “inside”), e 25, 35, 45 metros de profundidade (Região “outside”). Tais transectos são localizados paralelamente a linha da costa de Macaé, entre a Praia da Barra (41° 37’ W e 22° 17’ S) e a Praia Campista (41° 40’ W e 22° 27’ S) (Figura 1). As amostragens foram efetuadas com uma embarcação camaroeira de pesca, equipada com uma rede de arrasto de fundo do tipo “otter-trawl”, com abertura

de 4,5 m, 20 mm entre-nós na panagem e 15 mm no ensacador. Os arrastos foram realizados por um período de 15 min/transecto em velocidade constante de 2,1 milhas/náuticas por cerca de 1 km de extensão.

3-2- *Amostragem e coleta das variáveis ambientais*

Salinidade em temperatura (°C) da água foram mensuradas no fundo e na superfície utilizando-se uma garrafa de Van Dorn no início de cada transecto. A temperatura (° C) foi medida com um termômetro simples de mercúrio e a salinidade por meio de um refratômetro óptico. A profundidade foi determinada por meio de uma corda graduada em metros presa à garrafa de Van Dorn. Também foram coletadas amostras de sedimento utilizando um pegador do tipo Van Veen (0,06m²) em cada ponto de coleta em todas as estações do ano. Os diâmetros das malhas das peneiras seguiram a escala de Wentworth (1922), onde o sedimento após o procedimento foi classificado como: fragmentos biodetríticos (> 2 mm); areia muito grossa (1 [--2 mm); areia grossa (0.5[--1 mm); areia média (0.25[--0.5 mm); areia fina (0.125[--0.25 mm); areia muito fina (0.0625[--0.125 mm), e menores partículas classificadas como silte+argila (< 0.0625mm). As frações granulométricas foram expressos na escala phi (Φ), que representa a tendência central dos sedimentos amostrados. Procedimentos para análise dos sedimentos seguiram Hakanson & Jansson (1983) e Tucker (1988). O teor de matéria orgânica (%) foi obtida pela pesagem das cinzas: três alíquotas de 10 g cada amostra foram colocadas em cadinhos de porcelana durante 3 horas a 500 ° C. A quantidade de matéria orgânica presente em cada amostra

correspondeu à diferença entre os pesos inicial e final (ver Mantelatto & Fransozo, 1999).

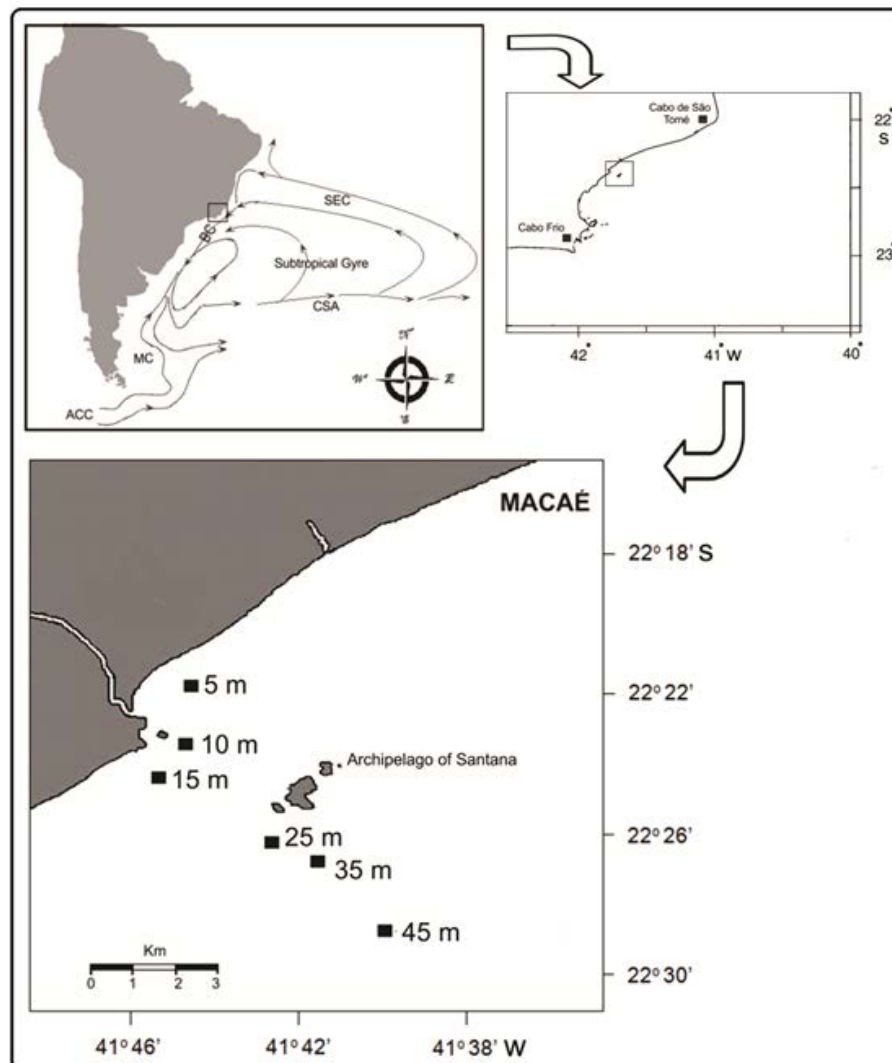


Figura 1: Área de estudo evidenciando a região de ressurgência e região de amostragem. Localização das estações (5 a 45 m de profundidade) e principais correntes oceânicas do Atlântico Sul. ACC: Corrente Circumpolar Antártica, MC: Corrente das Malvinas, SAC: Corrente do Atlântico Sul, SEC: Corrente Sul Equatorial, BC: Corrente do Brasil (In: Sancinetti *et al*, 2014, Modificado de Peterson & Stramma, 1991).

3.3- Amostragem dos camarões

Uma subamostra de 300g do total da biomassa de cada arrasto foi separada aleatoriamente para as análises. Quando a captura não excedeu 300g, todos os camarões foram mensurados e analisados quanto ao sexo e desenvolvimento gonadal.

Os indivíduos de cada subamostra foram mensurados por meio de um paquímetro (precisão 0,1mm) em relação ao comprimento da carapaça em milímetros (CC), correspondendo à distância linear do ângulo orbital até a margem posterior da carapaça.

O sexo dos indivíduos foi verificado mediante a análise dos caracteres morfológicos do télico nas fêmeas e do petasma nos machos (Pérez-Farfante, 1969), bem como o estágio de maturação para ambos os sexos. Para as fêmeas observaram-se o grau de desenvolvimento gonadal macroscopicamente da seguinte forma: IM= imaturo, RU= rudimentar (adultos com gônadas não maduras), ED= gônadas em desenvolvimento e DE= gônadas desenvolvidas, segundo Castilho *et al.*, 2007b. Considerou-se gônadas maduras o agrupamento de ED + DE. Para os machos, seguiu-se o padrão proposto por Boschi & Scelzo (1977) de acordo com a morfologia do petasma, ou seja, endopoditos do primeiro apêndice abdominal não unidos foram considerados indivíduos juvenis, e unidos adultos. O estágio de maturação gonadal dos machos adultos foi verificado de acordo com a presença ou ausência de espermatóforos na ampola terminal. Esta análise é conveniente devido aos espermatóforos serem visíveis através do exoesqueleto. (Chu, 1995).

A determinação do período reprodutivo foi realizada mediante a análise mensal da quantidade de indivíduos com gônadas maduras (ED + DE). Considerou-se fêmeas adultas os indivíduos com valor maior ou igual a menor fêmea madura (ED ou DE) (Bauer & Lin, 1994). Para os machos adotou-se o padrão descrito na literatura, onde são considerados adultos os indivíduos com petasma unido.

A distribuição dos indivíduos em classes de comprimento da carapaça foi construída em classes de 2,0mm para cada sexo.

A frequência relativa (%) de adultos em cada classe de tamanho foi representada graficamente e a função logística foi ajustada aos dados. CL 50% corresponde ao tamanho para o qual 50% dos indivíduos são considerados maduros / adultos, e r é o declive da curva. O ajuste foi feito pelo método dos mínimos quadrados (Aguillar *et al.*, 1995; Vazzoler, 1996).

Inicialmente para a análise dos dados, os pressupostos de homocedasticidade e normalidade foram testados.

A Análise de Redundância (RDA) foi utilizada para detectar possíveis relações entre as variações na abundância dos grupos demográficos e as variáveis ambientais mensuradas. A RDA produz escores finais de coordenação que resumem a relação linear entre as variáveis explicativas e de resposta (Jongman *et al.* 1995). O teste de permutação (teste de Monte Carlo, 1999 permutações), forneceu os valores de p , verificando a validade dos eixos na PCA, e para verificar a relação linear entre a resposta e matrizes explicativas, e associação entre os escores da primeira e segunda matriz na análise de ordenação RDA (McArdle & Anderson, 2001). Os valores de p dos testes de

permutação, indicam o nível de confiança nas previsões (Peck, 2010). Para a Análise de Redundância (RDA) foi utilizado o pacote “vegan” (Oksanen *et al.* 2013) Todas as análises multivariadas foram feitas através do software estatístico R (R Development Core Team, 2013).

4- Resultados

4.1- Estrutura populacional

Um total de 3.554 espécimes de *P. muelleri* referentes às subamostras foram analisados, sendo 166 machos jovens, 198 fêmeas jovens, 1279 machos adultos, 1617 fêmeas adultas (RU) e 374 fêmeas reprodutivas (ED + DE).

O menor comprimento de carapaça (CC), tanto para machos como para fêmeas, foi de 8,0mm. A maior fêmea capturada apresentou CC de 45,0mm e o maior macho mediu 36,3mm. Analisando-se o comprimento da carapaça por grupos demográficos de interesse (machos adultos, fêmeas adultas, machos juvenis e fêmeas juvenis), o menor macho juvenil e adulto encontrados apresentaram CC de 8,0mm, enquanto que a menor fêmea reprodutiva (ED + DE) encontrada mediu 12,9mm (Tabela 1). Desta forma, indivíduos fêmeas com comprimento de carapaça menores do que 12,9mm foram considerados juvenis.

Tabela 1: Número de indivíduos (N) em cada classe de interesse, as respectivas amplitudes de carapaça mínima (Mín) e máxima (Máx) (mm) dos indivíduos, média e o desvio padrão ($\pm$ DP), coletados de março/2008 a fevereiro/2010 na costa de Macaé, RJ.

Classes de interesse	TAMANHO DE CARAPAÇA (CCmm)			Média $\pm$ DP
	N	Mín	Máx	
Macho juvenil	166	8,0 mm	26,5 mm	13,5 $\pm$ 3,7
Fêmea juvenil	198	8,0 mm	12,9 mm	11,2 $\pm$ 1,8
Macho adulto	1279	8,0mm	36,3 mm	17,2 $\pm$ 4,0
Fêmea adulta	1911	12,9mm	45,0mm	20,9 $\pm$ 5,6
Total	3554			
Fêmea rudimentar	1537	12,9 mm	45,0 mm	20,2 $\pm$ 5,4
Fêmea reprodutiva	374	12,9 mm	45,0 mm	23,7 $\pm$ 5,6

A amplitude de cada classe de comprimento de carapaça foi de 2,0mm e os valores expressos no eixo da abscissa representam os valores médios de cada classe (Figura 2). Com relação à classe com maior número de indivíduos fêmeas o pico foi entre as classes de 13 a 25 mm de carapaça, sendo que entre 17 e 27 mm foram encontradas um maior número de fêmeas reprodutivas. Para os machos, o pico ocorreu entre as classes de 13 e 17 mm, sendo que em todas as classes foram encontrados indivíduos machos com gônadas desenvolvidas (Figura 2).

Observações macroscópicas dos caracteres sexuais secundários (petasma fusionado) e estágio de maturidade da ampola terminal nos machos e estágio maturidade dos ovários nas fêmeas indicou que o tamanho (CC) do menor macho e fêmea adultos foi 8,0mm e 12,9mm, respectivamente. Considerando-se o número total de camarões analisados durante o período

amostral, o CL50 estimado da primeira maturação sexual foi de 10,2mm de CC para machos e 10,7mm para as fêmeas (Figura 3).

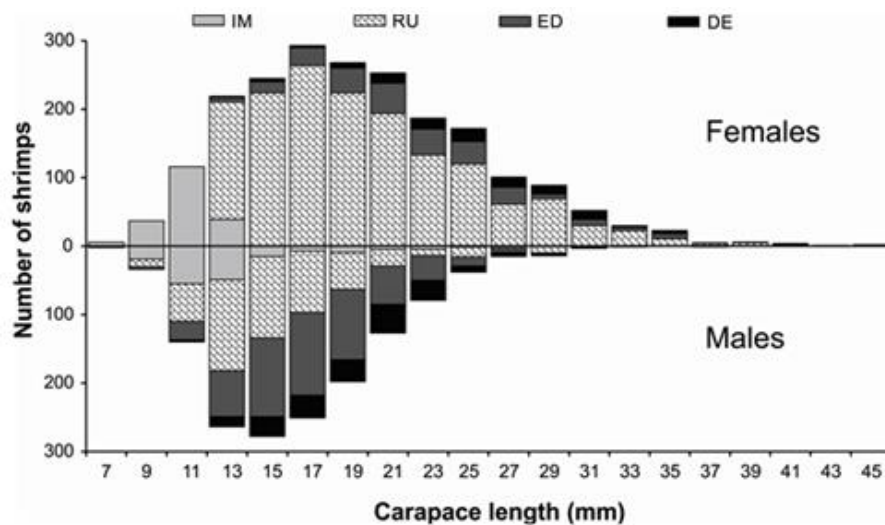


Figura 2: Número de indivíduos de *P. muelleri* machos e fêmeas por classe de tamanho (CCmm) em Macaé, coletados de março/2008 a fevereiro/2010. (IM= juvenil; RU= rudimentar; ED= em desenvolvimento; DE= desenvolvido).

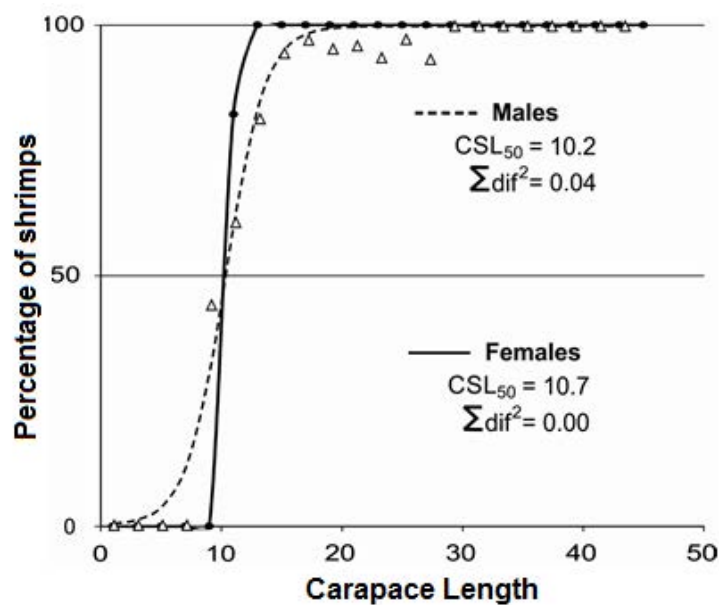


Figura 3: Representação gráfica hipotética da curva de maturidade sexual de indivíduos machos e fêmeas de *P. muelleri*.

4.2- Relação entre os grupos demográficos e variáveis ambientais

O teste de permutação da RDA realizada entre os fatores abióticos e a abundância dos grupos demográficos nas estações do ano e transectos revelou que os autovalores observados para a análise de redundância foram significativos, indicando que os padrões de associação foram identificados (Tab. 3). Os dois primeiros eixos de RDA representaram 89.17% da variação dos grupos demográficos de *P. muelleri* (Fig. 4). O algoritmo de ajuste das variáveis ambientais identificou a temperatura de fundo, matéria orgânica, phi, silte e argila e os grãos do sedimento mais grossos (entre areia muito grossa a areia fina) como significativas para a variação dos dados (Tabela 3 e Figura 4). No primeiro eixo de ordenação (81,16% de explicação) pode-se observar uma correlação negativa entre os grupos demográficos e as variáveis BT e as frações do sedimento mais grossos (VCS, CS, MS e FS). Em contrapartida, a fração S + C, phi e OM correlacionaram-se positivamente com os grupos demográficos (Tabela 3 e Figura 6). Este padrão de resposta da RDA evidencia que a distribuição de *P. muelleri* é diretamente influenciada pela temperatura de fundo e as frações que compõe o sedimento e o teor de matéria orgânica, principalmente para os adultos (AF, AM e RF) (Figura 4). Espacialmente nota-se que todos os grupos demográficos tiveram suas distribuições entre principalmente os transectos 25 e 35 metros (Figura 4), o que fica mais evidenciado na Figura 5.

Tabela 3: Resumo dos resultados da Análise de Redundância (RDA) para os grupos demográficos de *Pleoticus muelleri*. Os valores são correlações entre as

respectivas variáveis com os eixos da ordenação. Valores em negrito indicam as maiores correlações.

	Eixos		p (permutação de Monte-Carlo)
	RDA1	RDA2	
<i>Resumos estatístico da ordenação</i>			
Autovalores (inércia total = 0.3615)	0.293	0.029	0.005
Explicação %	81.16	8.01	
Correlação	0.686	0.456	0.005
<i>Grupos demográficos</i>			
Machos jovens (JM)	-0.778	0.001	
Fêmeas jovens (JF)	-0.794	-0.022	
Machos adultos (AM)	-0.995	-0.108	
Fêmeas adultas (AF)	-0.964	0.213	
Fêmeas reprodutivas (RF)	-0.714	-0.667	
<i>Variáveis ambientais</i>			
Temperatura de superfície (ST)	0.472	0.507	
Temperatura de fundo (BT)	0.961	0.307	
Salinidade de superfície (SS)	-0.367	-0.259	
Salinidade de fundo (BS)	-0.363	-0.445	
Matéria orgânica (OM)	-0.654	0.346	
Tamanho médio do grão (Phi)	-0.647	0.258	
Fragmentos biodetríticos (BDF)	0.127	-0.105	
Areia muito grossa (VCS)	0.509	-0.269	
Areia grossa (CS)	0.697	-0.202	
Areia média (MS)	0.660	-0.018	
Areia fina (FS)	0.519	0.265	
Areia muito fina (VFS)	-0.186	-0.527	
Silte e argila (S+C)	-0.471	0.392	

4.3- *Período reprodutivo*

Na Figura 6 nota-se que a distribuição preferencial em classes de tamanho variou ao longo das estações nos dois anos de coleta. No primeiro ano de coleta, tanto para machos como para fêmeas, ocorreu um maior número de indivíduos nas maiores classes de tamanho principalmente no outono e inverno. Para os machos, nas estações de primavera e verão de ambos os anos, houve uma maior captura de indivíduos adultos com gônadas desenvolvidas. Já para as fêmeas a primavera dos dois anos, principalmente o primeiro ano, concentrou o maior número de indivíduos com estágio de gônadas desenvolvidas. Observa-se ainda um pico de menor magnitude de fêmeas maduras nos meses de inverno (Figura 6 e 7).

O número de juvenis foi maior no segundo (N=257) quando comparado com o ano anterior (N=107). No ANO I, o recrutamento parece ter ocorrido praticamente durante todo o período. A entrada de indivíduos juvenis na população foi mais evidente no ANO II, com picos de recrutamento em abril/09 e outro em agosto, setembro e outubro/09. (Figura 6 e 7).

Na Figura 7 observa-se no primeiro ano que com a queda da temperatura de fundo e matéria orgânica e o aumento da salinidade houve um aumento do número de fêmeas reprodutivas e juvenis capturados, principalmente nos meses de primavera e início do verão. No segundo ano, dois picos menores de fêmeas reprodutivas no inverno e primavera foram encontrados. Tais picos resultaram em um recrutamento juvenil por toda a primavera e início de verão, com uma maior porcentagem de fêmeas reprodutivas com a queda da temperatura no

primeiro ano e inferiores a 22° C no segundo ano, e salinidades altas nos dois anos de estudo.

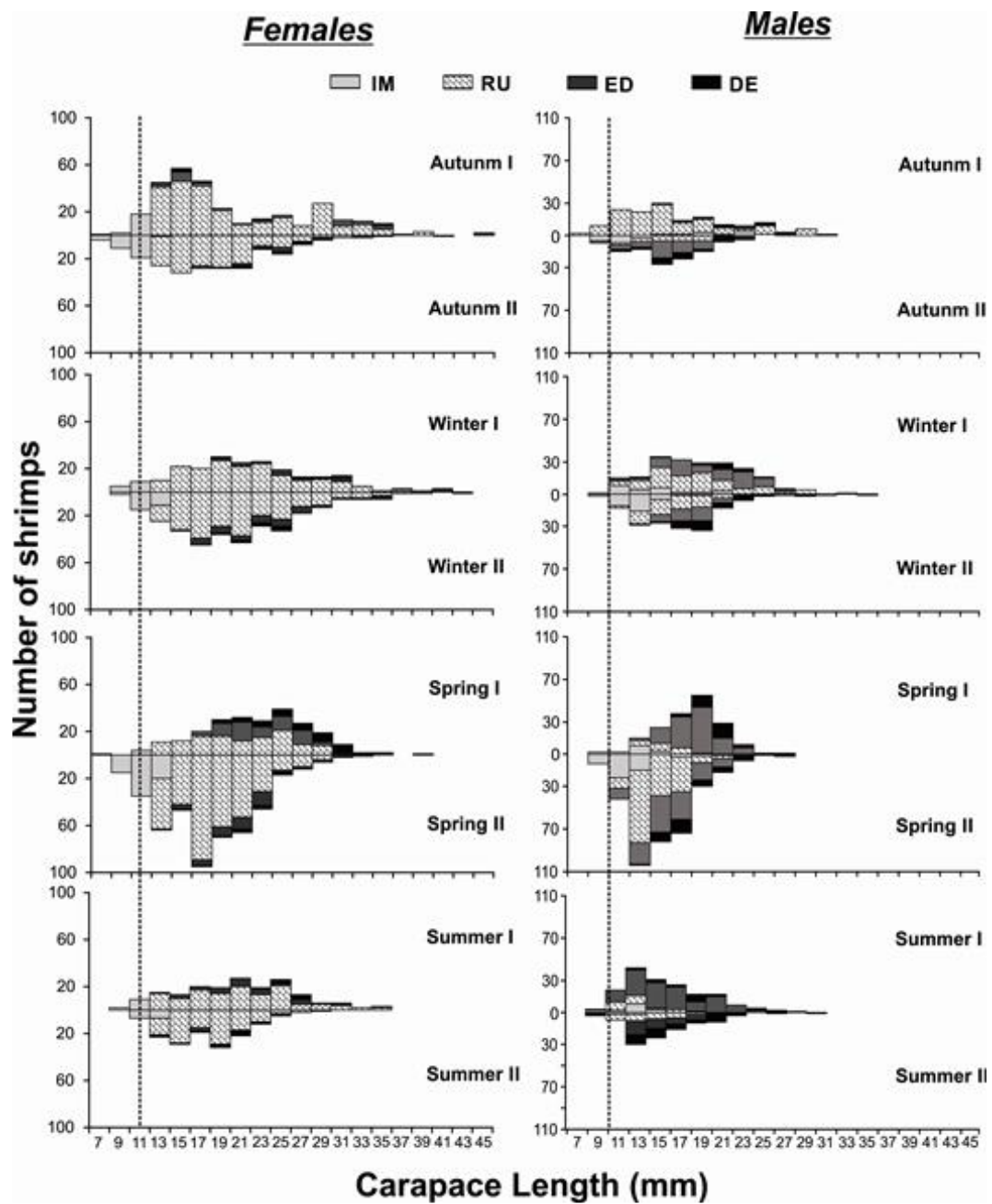


Figura 6: Distribuição em classes de tamanho de *P. muelleri* por grupos demográficos nas diferentes estações do ano. A linha pontilhada indica o comprimento da carapaça estimado da maturidade sexual.

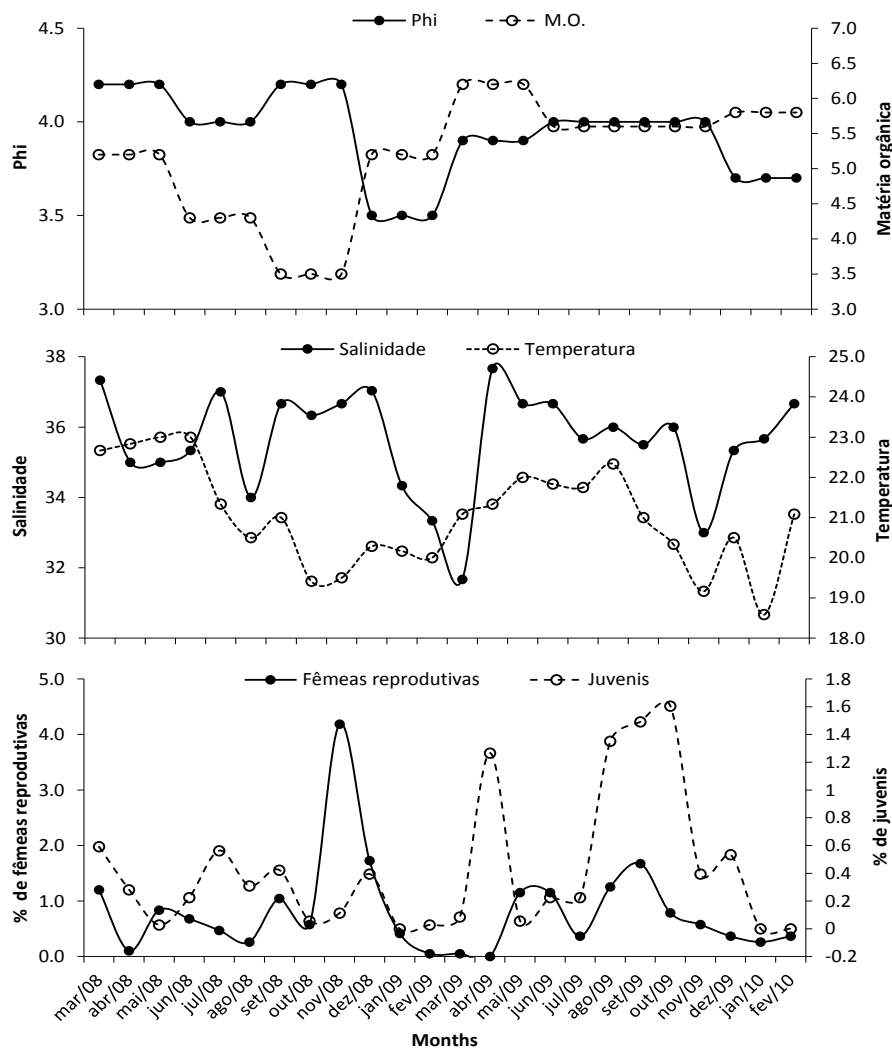


Figura 7: Valores de phi, matéria orgânica, salinidade, temperatura e porcentagem de fêmeas reprodutivas e juvenis coletados entre março/2008 e fevereiro/2010 na costa de Macaé, RJ.

5- Discussão

Um dos objetivos de se estudar a biologia reprodutiva dos camarões marinhos é verificar os efeitos da variação latitudinal no padrão reprodutivo e de recrutamento juvenil em uma população. Vários autores (Bauer, 1992; Bauer &

Rivera Veja, 1992; Boschi, 1997; Costa & Fransozo, 2004; Castilho *et al.*, 2007a) propõem que a latitude pode influenciar no padrão reprodutivo dos camarões *Penaeoidea*.

Como em outros estudos realizados com outras espécies de camarões *Artemesia longinaris* (Castilho *et al.* 2007a; Costa *et al.* 2010; Sancinetti *et al.* 2015), *Xiphopenaeus kroyeri* (Castro *et al.* 2005; Almeida *et al.* 2012; Heckler *et al.* 2013; Grabowski *et al.* 2014; Silva *et al.* 2015) e *Pleoticus muelleri* (Castilho *et al.* 2008; Dumont and D’Incao 2008; Fernandez *et al.* 2012; Boschi 1997), as fêmeas atingiram maior tamanho do que os machos, bem como a maturidade sexual e gonadal também ocorreram em maiores comprimentos de carapaça, o que corrobora um dimorfismo sexual para *P. muelleri*. Segundo Gab-Alla *et al.* (1990) e Yamada *et al.* (2007), o maior tamanho das fêmeas pode ser uma adaptação para um aumento da fecundidade e consequente aumento na produção de ovos.

Em comparação com outras populações de *P. muelleri* ao longo de sua distribuição na costa do Atlântico Sul Ocidental, a população estabelecida na região de Macaé (22° S), atingiu tamanhos similares aos encontrados em maiores latitudes (acima de 42° S) na Patagônia Argentina do que em relação a latitudes mais próximas (23° S), litoral norte do Estado de São Paulo (Tabela 4).

Em um gradiente de menores para maiores latitudes, sugerido por Bauer (1992), Boschi (1997) e Castilho *et al.* (2007a), o hábito de vida, tamanho da maturidade sexual, crescimento e longevidade de camarões *Penaeoidea* variam conforme o cenário ambiental estruturado em cada gradiente latitudinal. Os principais fatores que influenciariam a biologia e morfologia dos camarões em

diferentes latitudes seriam a temperatura da água, a disponibilidade de nutrientes, e consequente produtividade primária do oceano.

Ainda segundo os autores citados acima, camarões *Penaeoidea* mostram diferentes comportamentos reprodutivos ao longo da sua área de distribuição, sendo o a reprodução um processo contínuo em áreas tropicais e sazonal em latitudes mais altas. Da mesma forma ocorre um maior tamanho dos indivíduos em maiores latitudes.

Deste modo, esperava-se que as populações em menores latitudes apresentassem menores tamanhos de comprimento de carapaça e atingissem a maturidade sexual fisiológica também com menores tamanhos, assim como uma reprodução contínua. Estes efeitos não ocorreram em Macaé (22°S), limite setentrional de distribuição da espécie. *P. muelleri* atingiu maiores comprimentos de carapaça, maturidade sexual com menores tamanhos e uma reprodução sazonal (Tabela 4). Os referidos padrões encontrados são similares aos de regiões de maiores latitudes do litoral da argentina. Resultados parecidos foram encontrados na mesma região de estudo por Sancinetti *et al.* (2015) com *A. longinaris*, que atribuíram tais resultados à maior disponibilidade de alimento para os estágios larvais e temperatura adequada para o desenvolvimento. Ainda, segundo Silva *et al.* (2015) estudando a espécie *X. kroyeri* encontraram também maiores tamanhos para os indivíduos na mesma região do presente estudo, atribuindo a esses maiores tamanhos à maior disponibilidade de alimentos na região.

Segundo Sancinetti *et al.* (2014), neste mesmo período de estudo houve indícios da presença de ACAS na região nas estações de primavera e verão.

Para De Leo e Pires-Vanin, (2006), os eventos de intrusão da ACAS na primavera e verão provocam um aumento de nutrientes na água e consequente biomassa fitoplanctônica. Ainda, segundo Thorson (1950) e Bauer (1992), períodos de maior disponibilidade de alimentos para as larvas são considerados ideais para os eventos reprodutivos.

Pleoticus muelleri tem sua história evolutiva vinculada às águas frias de região temperada e, segundo Boschi (1989) e Costa *et al.* (2004), ocorre normalmente em águas frias-temperado em um intervalo de temperatura de 7 a 21° C, com maiores abundâncias entre 10 e 15° C (Boschi, 1989), salinidade acima de 34 e sedimentos com grãos mais finos (Costa *et al.*, 2004). A alta correlação negativa dos grupos demográficos com a temperatura de fundo principalmente, e positiva com os grãos mais finos (silte e argila) e o conteúdo de matéria orgânica obtidos neste estudo corroboram os autores citados acima.

Especialmente, não houve uma segregação dos grupos demográficos entre os transectos. Independente do grupo demográfico, as maiores concentrações de *P. muelleri* ocorreram na região *outside* entre as profundidades de 25 e 35 metros, fazendo com que juvenis, adultos e adultos reprodutivos partilhem do mesmo habitat em todos os períodos da vida. Segundo este padrão, a espécie possui o ciclo de vida inteiramente marinho na região, corroborando Boschi (1997). Possivelmente, na região em estudo, além de *P. muelleri* ter uma preferência por águas mais frias do que *A. longinaris* (19 a 21° C) (Sancinetti *et al.*, 2014) e por *X. kroyeri* ter uma preferência por águas com temperaturas superiores a 21° C das regiões mais internas (Silva *et al.*, 2015), estas três populações evitam uma competição por recursos, ocupando diferentes estratos de profundidade com *X. kroyeri* em menores profundidades (5 a 10m),

A. longinaris em profundidades intermediárias (10 a 25m) e *P. muelleri* nas regiões mais profundas entre 25 e 35 metros.

Este estudo coloca a hipótese de que a latitude não seja o fator determinante no tamanho do comprimento da carapaça e padrão do período reprodutivo, mas sim os efeitos de alguns fatores ambientais que atuam como pressão seletiva sobre as populações. É claro que a temperatura da água diminui com o aumento da latitude, porém não é uma regra, como indicam os resultados deste estudo. Além do mais, a disponibilidade de alimento (fito e zooplâncton) oriundos do aumento de nutrientes das camadas inferiores, devido à ressurgência de Cabo Frio, para os estágios larvais, podem ser o fator responsável para um maior crescimento de *P. muelleri* na região. Desta maneira, as características fisiográficas da região de Macaé e Cabo Frio fazem com que os camarões se assemelhem mais com as populações do litoral argentino.

Ademais, as mudanças de ventos mesmo no inverno podem determinar picos de produtividade primária nas zonas costeiras nestes períodos (Leo e Pires-Vanin, 2006), o que pode ter possibilitado uma maior disponibilidade de alimentos nestas épocas e consequentemente iniciar desova mesmo no inverno do período estudado neste trabalho, uma vez que no Ano II houve uma queda na temperatura da água neste período.

Na região estudada, o período reprodutivo e de recrutamento juvenil está altamente relacionado com as baixas temperaturas ocasionadas por eventos de ressurgência. Os processos fisiológicos (neurológicos e endócrinos) do ritmo biológico circanual de *P. muelleri* parecem estar ajustados para regular o período reprodutivo à época em que ocorre as menores temperaturas e

consequentemente uma maior disponibilidade de alimento. Desta maneira, garantindo um maior sucesso de desenvolvimento para as fases larvais, maturidade sexual antecipada, maiores tamanhos nos adultos e consequentemente maior sucesso na ocupação de seu habitat.

Tabela 4: Padrão reprodutivo em diferentes populações de *Pleoticus muelleri* ao longo da costa do Atlântico Sul Ocidental (CC: comprimento da carapaça; RJ: Rio de Janeiro; SP: São Paulo; BR: Brasil; GSJ: Golfo de San Jorge; MA: Mazarredo; ARG: Argentina).

Referência	Latitude	Região (Estado/País)	Maturidade sexual (CC50%)	Tipo de reprodução	Época reprodutiva	Tamanho máximo CC
Present study	22° S	RJ/BR	10,2♂ 10,7♀	Sazonal	Primavera (Ano I) Inverno e Primavera (Ano II)	36,3♂ 45,0♀
Castilho <i>et al.</i> (2008)	23° S	SP/BR	12,5♂ 15,5 ♀	Continua	Picos na primavera e verão	27,7♂ 34,7♀
Fernandez <i>et al</i> (2012)	42° - 47° S	ARG		Sazonal	Primavera e verão	---
Boschi <i>et al.</i> (1997)	46°S	GSJ/ARG		---	---	39,0♂ 43,0♀
Boschi <i>et al.</i> (1997)	47°S	MA/ARG		---	---	42,0♂ 54,0♀

6- Referências bibliográficas

ACHA, E.M.; MIANZAN, H.W.; GUERRERO, R. A.; FAVERO M. & BAVA J. Marine fronts at the continental shelves of austral South America physical and ecological processes. *Journal of Marine System*, 44: 83-105, 2004.

AGUILAR, A. T.; MALPICA, Z. C. & URBINA, B. V. Dinamica de poblaciones de peces. Primera Edición, Ed. Libertad, 304pp., 1995.

ALMEIDA A. C.; BAEZA, J. A; FRANSOZO, V.; CASTILHO, A. L.; FRANSOZO, A. Reproductive biology and recruitment of *Xiphopenaeus kroyeri* in a marine protected area in the Western Atlantic: implications for resource management. *Aquatic Biology*, 17: 57–69, 2012.

BATISTA, A. C.; SIMÕES, S. M.; LOPES, M. & COSTA. R. C. Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) and *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Decapoda, Penaeoidea) in the southeastern Brazilian littoral. *Nauplius*, 19(2): 135-143, 2011.

BAUER, R. T. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebrate Reproduction and Development*, 22: 193-202, 1992.

BAUER, R. T. & LIN, J. Temporal patterns of reproduction and recruitment in populations of the penaeid shrimps *Trachypenaeus similis* (Smith) and *T. constrictus* (Stimpson) (Crustacea: Decapoda) from the north-central gulf of Mexico. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*, 182: 205-222, 1994.

BAUER, R. T.; RIVERA VEGA, L. W. R. Pattern of reproduction and recruitment in two sicyoniid shrimp species (Decapoda: Penaeoidea) from a tropical seagrass habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 161: 223-240, 1992.

BOSCHI, E. E. Biología pesquera del langostino del litoral patagónico de Argentina (*Pleoticus muelleri*). Serie Contribuciones del INIDEP, 646: 1–71, 1989. Disponible en: http://books.google.com.br/books/about/Biolog%C3%ADa_pesquera_del_langostino_del_li.html?id=xQdHAAAAYAAJ&redir_esc=y.

BOSCHI, E. E. Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. *Investigaciones Marinas*, 25: 19-40, 1997.

BOSCHI, E. E. Species of decapod crustaceans and their distribution in the marine zoogeographic provinces. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 13: 7-136, 2000.

BOSCHI, E. E. & SCELZO, M. A. Desarrollo larval y cultivo del camarón comercial de Argentina *Artemesia longinaris*. FAO Informativo de Pesca, 159: 287-327, 1977.

CAMPOS, E. J. D.; IKEDA, Y.; CASTRO-FILHO, B. M.; GAETA, S. A.; LORENZZETTI, J. A. & STEVENSON, M. R. Experiment studies circulation in the western South Atlantic. EOS Trans. American Geophysical Union, 77: 253-259, 1996.

CASTILHO, A. L.; GAVIO, M. A.; COSTA, R. C.; BOSCHI, E. E.; BAUER, R. T. & FRANSOZO, A. Latitudinal Variation in Population Structur and Reproductive Pattenr of the Endemic South American Shrimp *Artemesia longinaris*. Journal of Crutacean Biology, 27(4): 548-552, 2007a.

CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A; BOSCHI, E. E. Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae), off the coast of São Paulo State, Brazil. Revista de Biología Tropical, 55: 39-48, 2007b.

CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Reproduction and recruitment of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. Marine Biology Research, 4: 361-368, 2008.

CASTILHO, A. L.; WOLF, M. R; SIMÕES, S. M.; BOCHINI, G.L.; FRANSOZO, V. & COSTA, R. C. Growth and reproductive dynamics of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. Journal of Marine Systems, 102: 1–18, 2012.

CASTRO, R. H.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & MANTELATTO, F. L. M. Population structure of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeoidea) in the littoral of São Paulo, Brazil. Scientia Marina, 69: 105-112, 2005.

CASTRO-FILHO, B. M. & MIRANDA, L. B. Physical oceanografhy of the western Atlantic continental shelf located between 4° N and 34° S coastal segment (4°W). In: A. R. Robinson and K. H. Brink (eds.), The sea, 209-251. John Wiley and Sons, New York. 1998.

CHU, K. H. Aspects of reproductive biology of the shrimp *Metapenaeus joyneri* from the Zhujiang Estuary, China. Journal of Crustacean Biology, 15(2): 214–219, 1995.

COSTA, R. C. & FRANSOZO, A. Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda, Penaeidae) in the Ubatuba Region of Brazil. Journal of Crustacean Biology, 24(2): 274-281, 2004.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & PINHEIRO, A. P. Ecologic distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda: Penaeoidea) of Southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 529: 195- 203, 2004.

COSTA, R. C.; BRANCO, J. O.; MACHADO, I. F.; CAMPOS, B. R. & AVILA, M. G. Population biology of shrimp *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) from the South coast of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90: 663-669, 2010.

DE LEO, F. C. & PIRES-VANIN, A. M. S. Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: a comparison between an upwelling and a non-upwelling ecosystem. *Journal of Marine Systems*, Alemanha, 60: 268-284, 2006.

DUMONT, L. F. C. & D'INCAO, F. Distribution and abundance of the Argentinean (*Artemesia longinaris*) and red (*Pleoticus muelleri*) prawns (Decapoda:Penaeoidea) in Southern Brazil during the commercial double-rig trawl fishery season. *Nauplius*,16(2): 83-94, 2008.

FERNÁNDEZ, M. & HERNÁNDEZ, D. Preferencias ambientales, por rangos de talla, de las hembras maduras e impregnadas del lagostino *Pleoticus muelleri* (SPENCE BATE, 1888) (CRUSTACEA, DECAPODA, SOLENOCERIDAE) del Golfo San Jorge, en la primavera de 2008y el verano de 2009. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero – INIDEP, 1777: 2013.

FERNÁNDEZ, M.; HERNÁNDEZ, D. & ROUX, A. Analysis of the relationship between relative abundance of mature, impregnated females of *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Crustacea, Decapoda) and environmental variables through statistical models. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 39(1): 1-15, 2011.

FERNÁNDEZ, M.; IORIO, M. I.; HERNÁNDEZ, D. & MACCHI, G. Studies on the reproductive dynamics of *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Crustacea, Decapoda, Solenoceridae) of Patagonia, Argentina. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(4): 858-871, 2012.

FRANSOZO, A.; COSTA, R. C.; CASTILHO, A. L.; MANTELATTO, F. L. Ecological Distribution of the Shrimp “Camarão Serrinha” *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidea) in Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil, in Relation to Abiotic Factors. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 16: 43-50, 2004.

GAB-ALLA, A. A. F. A.; HARTNOLL, R. G.; GHOBASHY, A. F. & MOHAMMED, S. Z. Biology of penaeid prawns in the Suez Canal Lakes. *Marine Biology*, 107: 417-426, 1990.

GRABOWSKI, R. C.; SIMÕES, S. M. & CASTILHO, A. L. Population structure, sex ratio and growth of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda, Penaeidae) from coastal waters of southern Brazil. *ZooKeys*, 14(2): 253-269, 2014.

HAKASON, L. & JANSSON, M. Principles of lake sedimentology. Springer-Verlag, Germany, 315 p. 1983.

HECKLER, G. S.; SIMÕES, S. M.; SANTOS, A. P. F.; FRANSOZO, A. & COSTA, R. C. Population dynamics of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Dendrobranchiata, Penaeidae) in south-eastern Brazil. African Journal of Marine Science, 35(1): 17–24, 2013.

JONGMAN, R.; TER BRAAK, C. J. F. & VAN TONGEREN, O. Data Analysis in Community and Landscape Ecology. Cambridge University Press, Cambridge. 1995.

MCARDLE, B.H. & ANDERSON, M.J. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. Ecology, 82(1): 290-297, 2001.

MANTELATTO, F.L.M. & FRANSOZO, A. Characterization of the physical and chemical parameters of Ubatuba bay, northern coast of São Paulo state, Brazil. Revista Brasileira de Biologia, 59: 23-31, 1999.

NASCIMENTO, P. A. M. Variações no tamanho médio de maturação em *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea: Decapoda: Penaeidae). Naturalia, 6: 33-42, 1981.

NAKAGAKI, J. M. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Population biology of *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeidae) from Ubatuba bay, São Paulo, Brazil. The Journal of Shellfish Research, 7(4): 931-935, 1998.

O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. M. & WAGNER, H. Vegan: community Ecology Package. R Package 2.0.3. 2012. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.2012.

PECK, J.E. Multivariate analysis for community ecologists: step-by-step using PC-ORD. MjM Software Design, Gleneden Beach, 2010.

PETERSON, R. C. & STRAMA, L. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean, Progress in oceanography. 26: 1-73, 1991.

PÉREZ-FARFANTE, I. Western Atlantic shrimps of genus *Penaeus*. Fishery Bulletin, 67(3): 461-590. 1969.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. 2013 . Disponível em: <http://www.r-project.org/>

SANCINETTI, G. S.; AZEVEDO, A.; CASTILHO, A. L.; FRANSOZO, A. & COSTA, R. C. How marine upwelling influences the distribution of *Artemesia*

longinaris (Decapoda: Penaeoidea)? Latin American Journal of Aquatic Research, 42(2): 322-331, 2014.

SANCINETTI, G. S.; AZEVEDO, A.; CASTILHO, A. L.; FRANSOZO, A. & COSTA, R.C. Population biology of the commercially exploited shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeidae) in an upwelling region in the Western Atlantic: comparisons at different latitudes. Brazilian Journal of Biology, 75(2): 2015.

SASTRY, A. N. Ecological aspects of reproduction. The Biology of Crustacea, 8: 179-270, 1983.

SILVA, E. R.; SANCINETTI, G. S.; FRANSOZO, A.; AZEVEDO, A. & COSTA, R. C. Reproduction and recruitment of the seabob shrimp: A threatened exploitation species in southeastern of Brazil. Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo, 41(1): 157-172, 2015.

SILVEIRA, I. C. A.; SCHMIDT, A. C. K.; EDMO JOSÉ DIAS CAMPOS E. J. D.; GODOI, S. S.; IKEDA, Y. A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira. Revista Brasileira de Oceanografia, 48(2):171-183, 2000.

THORSON, G. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. Biological Reviews, 25: 1-45, 1950.

TUCKER, M. Techniques in sedimentology. Oxford: Blackwell, 394 p., 1988.

VAZZOLER, A. E. M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teorias e prática. Ed. EDUEM, Maringá, 169p, 1996.

WENTWORTH, C. K. A scale of grade and terms of clastic sediments. The Journal of Geology, 30: 377-392, 1922.

YAMADA, R.; KODAMA, K.; YAMAKAWA, T.; HORIGUCHI, T. & AOKI, I. Growth and reproductive biology of the small penaeid shrimp *Trachysalambria curvirostris* in Tokyo Bay. Marine Biology, 151: 961–971, 2007

CAPÍTULO 3: Estrutura populacional, razão sexual, crescimento individual e longevidade de *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda, Penaeoidea, Solenoceridae) em uma região influenciada pela ressurgência de Cabo Frio, no litoral norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil.

1- Resumo

Foram avaliados a estrutura populacional e o crescimento de *Pleoticus muelleri* em uma região sobre influência da ressurgência de Cabo Frio, no litoral norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. Coletas mensais foram realizadas entre março de 2008 a fevereiro de 2010, utilizando um barco camaroneiro equipado com rede other-traw entre as profundidades de 5 a 45 m. A razão sexual diferiu nas classes de comprimento de carapaça, estações e transectos. Um modelo de von Bertalanffy foi utilizado para estimar o crescimento individual, e longevidade foi calculada usando a fórmula invertida. Um total de 3.554 espécimes foram analisados, sendo 166 machos jovens, 198 fêmeas jovens, 1279 machos adultos e 1911 fêmeas adultas. O tamanho da carapaça variou de 8,0 mm a 45,0 mm para as fêmeas e de 8,0 mm a 36,3 mm para os machos. Houve predomínio de fêmeas nas maiores classes de comprimento, sendo mais abundantes tanto espacialmente como temporalmente. Machos e fêmeas apresentaram comprimentos assintóticos de 36,78 milímetros e 40,21 milímetros, constantes de crescimento de 0,005 e 0,004 por dia, e longevidade de 2,36 e 2,85 anos, respectivamente. O predomínio de fêmeas nas classes de maior tamanho parece ser uma característica de Penaeoidea. Neste estudo *P. muelleri* apresentou características de crescimento e longevidade similares aos ocorridos em regiões mais setentrionais do continente. Desta forma, o paradigma

do efeito latitudinal sobre o crescimento de camarões peneídeos parece não se aplicar para *P. muelleri* na região em estudo. Provavelmente devido aos efeitos que a ressurgência de Cabo Frio que alteram principalmente a temperatura e a disponibilidade de alimento na região.

Palavras-chave: Comprimento assintótico, longevidade, von Bertalanffy, Dendrobranchiata

1.1- Abstract

Were evaluated the population structure and the growth of *Pleoticus muelleri* in a region of influence of the resurgence of Cabo Frio, in the northern coast of the state of Rio de Janeiro, Brazil. Monthly samples were collected from March 2008 to February 2010, using the shrimp boat equipped with other-trawl network between depths 5-45 m. The sex ratio differed in carapace length classes, stations and transects. A von Bertalanffy model was used to estimate the individual growth and longevity was calculated using the formula reversed. A total of 3,554 samples were analyzed, 166 juveniles males, 198 juveniles females, 1279 adult males and 1911 adult females. The size of the carapace ranged from 8.0 mm to 45.0 mm for females and 8.0 mm to 36.3 mm for males. There was a predominance of females in the larger length classes, and were more abundants both spatially as temporally. Males and females showed asymptotic lengths of 36.78 mm and 40.21 mm, growth constants 0.005 and 0.004 the day, and longevity of 2.36 and 2.85 years, respectively. The prevalence of females in size

classes larger appears to be a characteristic of Penaeoidea. In this study *P. muelleri* presented similar characteristics of length and longevity that have occurred in the northernmost regions of the continent. Thus, the effect of latitudinal paradigm on the growth of penaeid shrimp does not seem to apply for *P. muelleri* in the region under study. Probably due to the effects that the resurgence of Cabo Frio that primarily change the temperature and food availability in the region.

Keywords: Asymptotic length, von Bertalanffy, longevity, Dendrobranchiata

2- Introdução

A costa de Macaé, RJ, está sobre a influência dos eventos de ressurgência de Cabo Frio (Sancinetti *et al.*, 2014). A ACAS (SACW; $T < 20^{\circ}\text{C}$, $S < 36.4$) tem como origem o giro subtropical do Atlântico Sul e, entre as latitudes de 23°S e 29°S ocasiona a ressurgência de Cabo Frio (Castro Filho *et al.*, 1987; Acha *et al.*, 2004). Segundo De Leo & Pires-Vanin (2006), os eventos de ressurgência da ACAS ocorridos nas estações da primavera e verão, provocam um aumento na biomassa fitoplanctônica devido ao aumento de nutrientes na água.

O estudo da dinâmica populacional inclui as análises sobre período reprodutivo, recrutamento juvenil, proporção sexual, crescimento dos indivíduos, longevidade e mortalidade. Segundo Santos *et al.* (1969, 1971), estudando a espécie de camarão *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), o conhecimento da

dinâmica populacional pode ser uma base para medidas preventivas visando a regeneração de estoques pesqueiros devido à sobrepesca. Segundo Bauer (1992), Clarke (1993), Boschi (1997) Castilho *et al.* (2007^a), Costa *et al.* (2010) a disponibilidade de alimento, vários parâmetros ambientais e a latitude afetam a dinâmica populacional dos crustáceos.

A razão sexual em crustáceos marinhos tende a ser de 1:1, seguindo as proporções mendelianas, com machos e fêmeas compartilhando o mesmo habitat. Este padrão apenas é alterado após o período de cuidado parental pela mortalidade diferencial, nutrição restrita e a migração dos sexos pela utilização de habitat diferenciado entre eles (Wenner, 1972).

A estimativa da idade de um indivíduo pode ser obtida através do estudo da frequência do tamanho do animal. Em crustáceos, o estudo do crescimento, longevidade e mortalidade são mais difíceis devido ao exoesqueleto destes animais não ser uma estrutura permanente, variando o tamanho apenas com os eventos de ecdise. Estudos demonstraram que o conhecimento dos padrões de crescimento e estrutura populacional de crustáceos são fundamentais para entender a história de vida das espécies e, conseqüentemente, uma melhor gestão dos estoques pesqueiros (Dumont e D'Incao, 2004; Lopes-Leitzke *et al.*, 2009; Arculeo *et al.*, 2011; Castilho *et al.*, 2012)

Pleoticus muelleri (Bate, 1888) é endêmica para a costa sul-americana. Sua distribuição é restrita ao Atlântico Ocidental, do Rio de Janeiro, Brasil (23° S), até Santa Cruz, Patagônia, Argentina (50° S), permanecendo no ambiente marinho em todo o seu ciclo de vida Boschi (1997). Devido à grande exploração comercial e conseqüente sobreexploração de outras espécies de camarões

marinhos *Farfantopenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), *F. paulensis*, (Pérez Farfante, 1967), *Xiphopenaeus kroyeri* e *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), *P. muelleri* vem se tornando um dos principais alvos da pesca de camarões na costa brasileira, sendo um potencial recurso a entrar em sobreexploração.

Deste modo, o objetivo deste estudo foi avaliar biologia populacional de *P. muelleri* em uma região sobre influência do fenômeno de ressurgência costeira, no litoral de Macaé, RJ, com ênfase na razão sexual, as taxas de crescimento individual e longevidade dos indivíduos, comparando com estudos para a mesma espécie em diferentes latitudes da costa do Atlântico Sul Ocidental.

3- Material e métodos

As coletas foram realizadas mensalmente no período de março/2008 a fevereiro/2010 (Outono: março – maio; e assim por diante) nos transectos 5, 10, 15 metros de profundidade (denominado neste trabalho como região “inside”), e 25, 35, 45 metros de profundidade (Região “outside”). Tais transectos são localizados paralelamente a linha da costa de Macaé, entre a Praia da Barra (41° 37’ W e 22° 17’ S) e a Praia Campista (41° 40’ W e 22° 27’ S) (Figura 1). As amostragens foram efetuadas com uma embarcação camaroeira de pesca, equipada com uma rede de arrasto de fundo do tipo “otter-trawl”, com abertura de 4,5 m, 20 mm entre-nós na panagem e 15 mm no ensacador. Os arrastos foram realizados por um período de 15 min/transecto em velocidade constante de 2,1 milhas/náuticas por cerca de 1 km de extensão.

3.1- *Amostragem dos camarões*

Uma subamostra de 300g do total da biomassa foi separada aleatoriamente para as análises. Quando a captura não excedeu 300g, todos os camarões foram mensurados e analisados quanto ao sexo e desenvolvimento gonadal.

Os indivíduos de cada subamostra foram mensurados por meio de um paquímetro (precisão 0,1mm) em relação ao comprimento da carapaça em milímetros (CC), correspondendo à distância linear do ângulo orbital até a margem posterior da carapaça.

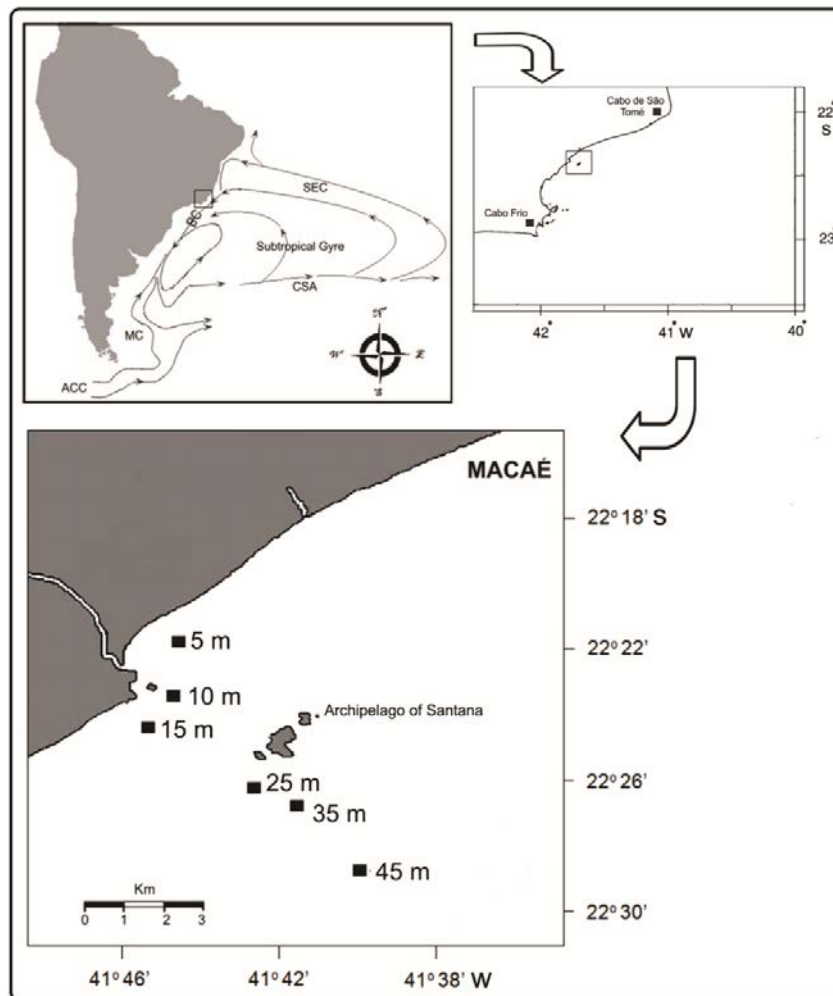


Figura 1: Área de estudo evidenciando a região de ressurgência e região de amostragem. Localização das estações (5-45 m de profundidade) e principais correntes oceânicas do Atlântico Sul. ACC: Corrente Circumpolar Antártica, MC: Corrente das Malvinas, SAC: Corrente do Atlântico Sul, SEC: Corrente Sul Equatorial, BC: Corrente do Brasil (In: Sancinetti *et al.*, 2014, Modificado de Peterson & Stramma, 1991).

Razão sexual

O sexo dos indivíduos foi verificado mediante a análise dos caracteres morfológicos do télico nas fêmeas e do petasma nos machos (Pérez-Farfante, 1969), bem como o estágio de maturação para ambos os sexos. Para as fêmeas observaram-se o grau de desenvolvimento gonadal macroscopicamente da seguinte forma: IM= imaturo, RU= rudimentar (adultos com gônadas não maduras), ED= gônadas em desenvolvimento e DE= gônadas desenvolvidas (Castilho *et al.*, 2007b). Para os machos, seguiu-se o padrão proposto por Boschi & Scelzo (1977) de acordo com a morfologia do petasma, ou seja, endopoditos do primeiro apêndice abdominal não unidos foram considerados indivíduos juvenis e unidos adultos. Considerou-se fêmeas adultas os indivíduos com valor maior ou igual a menor fêmea madura (ED ou DE) (Bauer & Lin, 1994). Para os machos adotou-se o padrão descrito na literatura, onde são considerados adultos os indivíduos com petasma unido.

A distribuição dos indivíduos em classes de comprimento da carapaça foi construída em classes de 2,0mm para cada sexo. Foi utilizado o teste t de “Student” para verificar se tamanho diferiu entre os sexos. A normalidade dos dados foi examinada pelo teste Shapiro-Wilk. A hipótese nula é que a distribuição de tamanho entre os sexos não difere significativamente.

O teste binomial ($\alpha = 0,05$) foi utilizado para avaliar se a razão sexual diferiu da proporção mendeliana 1:1 em cada classe de comprimento de carapaça, estações do ano e transectos amostrados.

3.2- Crescimento individual e longevidade

Para cada mês amostrado, a frequência de comprimento carapaça (CCmm) foi distribuída em classes de tamanho de 1 mm, e as modas foram calculados usando o programa PEAKFIT. O crescimento para *P. muelleri* foi calculado para machos e fêmeas separadamente. Os grupos escolhidos foram montados em um modelo de crescimento von Bertalanffy (1938), dada $TC_t = TL_{\infty}[1 - \exp^{-k(t-t_0)}]$, onde TC_t é o comprimento total (mm) em um tempo t , TL_{∞} é o comprimento assintótico (mm), k é o coeficiente de crescimento (dia⁻¹) e t_0 é a idade teórica quando o tamanho é igual a zero. Os parâmetros de crescimento foram estimados para as diferentes coortes com a ferramenta 'Solver', variando os parâmetros da equação (TL_{∞} , k e T_0). Os critérios utilizados para validar uma coorte foram a coerência biológica com o ciclo de vida da espécie (a coerente estimativa de longevidade com base na duração de uma coorte de valores Timeand sugerido na literatura), com base na sua semelhança com valores previamente observados para essa espécie (Castilho *et al.*, 2012) e a significância estatística do ajustamento para VBGM ($F_{calculado} > F_{critico}$). As comparações das curvas de crescimento foram feitas usando um teste F ($p = 0,05$), de acordo com Cerrato (1990).

A longevidade foi calculada usando o modelo inverso de von Bertalanffy, com uma modificação sugerido por D'Incao e Fonseca (1999), que é dada por: $longevidade = 0 - (1 / k) \ln [1 - (TC_t / CL_{\infty})]$ (considerando $t_0 = 0$, e $CL_t / CL_{\infty} = 0,99$).

4- Resultados

Um total de 3.554 espécimes de *P. muelleri* referentes às subamostras foram analisados, sendo 166 machos jovens, 198 fêmeas jovens, 1279 machos adultos e 1911 fêmeas adultas.

4.1- Razão sexual

O menor comprimento de carapaça (CC), tanto para machos como para fêmeas, foi de 8,0mm. A maior fêmea capturada apresentou CC de 45,0mm e o maior macho mediu 36,3mm. Analisando-se o comprimento da carapaça por grupos demográficos de interesse (machos adultos, fêmeas adultas, machos juvenis e fêmeas juvenis), o menor macho juvenil e adulto encontrados apresentaram CC de 8,0mm, enquanto que a menor fêmea reprodutiva (ED + DE) encontrada mediu 12,9mm (Tabela 1). Desta forma, indivíduos fêmeas com comprimento de carapaça menores do que 12,9mm foram considerados juvenis.

O maior número de fêmeas adultas foi verificado entre os intervalos de 15,0 mm a 21,0 mm de CC, enquanto que um maior número de fêmeas juvenis ocorreu na classe de 11,0 mm. Para os machos, os adultos apresentaram-se em maior número no intervalo entre as classes de 13,0 a 19,0 mm e os juvenis no intervalo de 11,0 mm a 13,0 mm de comprimento de carapaça. Os maiores indivíduos juvenis ocorreram na classe de 12 -- 14 mm e 22 -- 24 mm para machos e fêmeas respectivamente (Figura 2).

As fêmeas atingiram um tamanho de carapaça maior do que os machos, com diferença significativa (Teste t de Student = 17,42 e $p < 0,001$). O tamanho

médio do comprimento de carapaça das fêmeas foi de $20,0 \pm 6,0$ mm enquanto o tamanho médio dos machos foi de $16,8 \pm 4,2$ mm (Figura 2).

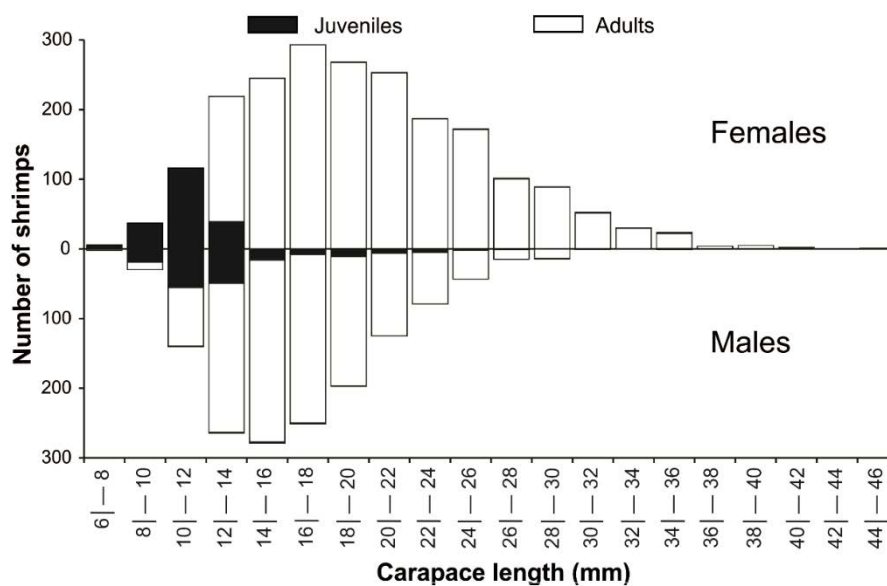


Figura 2. Número de indivíduos adultos e juvenis de *P. muelleri* machos e fêmeas por classe de tamanho (CCmm) em Macaé, coletados de março/2008 a fevereiro/2010.

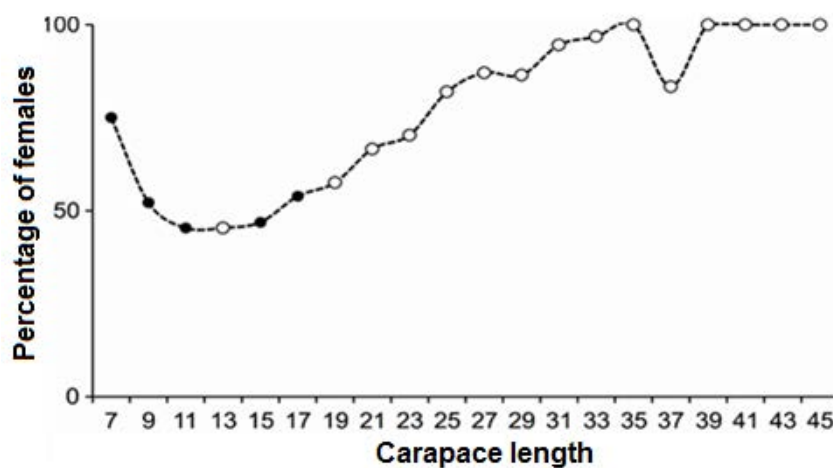


Figura 3: Porcentagem de fêmeas em relação aos machos em cada classe de comprimento de carapaça (Círculos vazios indicam relação significativa no Teste Binomial ($p < 0,05$)).

A razão sexual diferiu durante as amostragens. No total, houve uma maior quantidade de fêmeas em relação aos machos. A análise por estações do ano mostrou que apenas no Inverno e Verão do primeiro ano as proporções sexuais seguiram a proporção mendeliana (1:1), não havendo diferença estatística significativa. No restante das estações as fêmeas foram capturadas em maior número do que machos, com diferença significativa no Teste Binomial ($p < 0,05$). O número de fêmeas foi significativamente maior nos dois anos (I e II). Espacialmente, houve diferença significativa com uma maior proporção de fêmeas em todos os transectos, com exceção do transecto 45m. Com relação às áreas estudadas, houve diferença estatística significativa entre a área “inside” e “outside” (Tabela 1 e Figura 4). Ainda, com relação ao tamanho médio da carapaça as fêmeas atingiram maiores tamanhos tanto espacialmente como temporalmente (Tabela 1).

Tabela 1: Razão sexual e os resultados do teste binomial (p) para a população de *P. muelleri* no período de março/2008 a fevereiro/2010, nas diferentes estações, anos, transectos e áreas na costa de Macaé, RJ. (CL: Comprimento da Carapaça).

Season	Males	Females	p	Sexual	CL (mm)
Autumn I	159	309	0.00*	0.52 : 1.0	17.3 / 20.6
Winter I	207	219	0.56	0.94 : 1.0	19.0 / 22.2
Spring I	177	238	0.00*	0.74 : 1.0	18.9 / 22.9
Summer I	159	180	0.27	0.88 : 1.0	16.6 / 21.3
Autumn II	109	222	0.00*	0.49 : 1.0	15.7 / 18.2
Winter II	163	313	0.00*	0.52 : 1.0	16.9 / 20.5
Spring II	367	476	0.00*	0.77 : 1.0	15.0 / 17.8
Summer II	104	152	0.00*	0.68 : 1.0	15.9 / 17.8
Year					
Year I	702	946	0.00*	0.74 : 1.0	18.0 / 21.7
Year II	743	1163	0.00*	0.63 : 1.0	15.6 / 18.6
Station					
5	1	12	0.00*	0.08 : 1.0	16.2 / 32.5
10	21	58	0.00*	0.36 : 1.0	17.4 / 19.1
15	42	90	0.00*	0.46 : 1.0	17.1 / 19.5
25	537	802	0.00*	0.66 : 1.0	17.1 / 20.3
35	602	860	0.00*	0.70 : 1.0	16.2 / 18.7
45	242	287	0.05	0.84 : 1.0	17.4 / 23.2
Area					
Inside	64	160	0.00	0.4 : 1.0	
Outside	1381	1949	0.00	0.7 : 1.0	

*Diferença significativa detectada pelo teste binomial

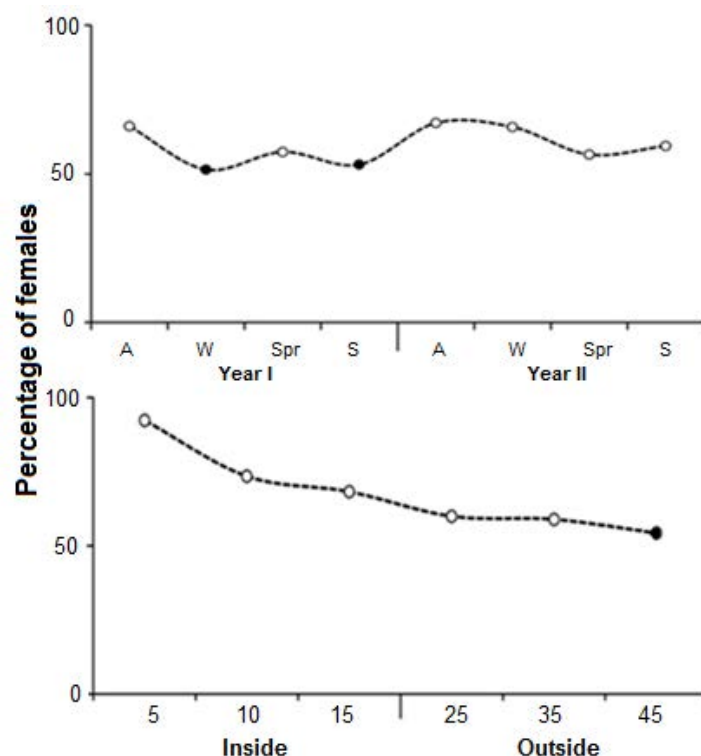


Figura 4: Porcentagem de fêmeas de *P. muelleri* em relação aos machos, no período de março/2008 a fevereiro/2010, nas diferentes estações do ano e transectos na costa de Macaé, RJ. (Círculos vazios indicam relação significativa no Teste Binomial ($p < 0,05$). (A: Autumn/Outono; W: Winter/Inverno; Spr: Spring/Primavera; S: Summer/Verão)

4.2- Crescimento e longevidade

Os gráficos de estrutura populacional revelaram um padrão unimodal de crescimento, tanto para as fêmeas como para os machos, em todos os meses amostrados, onde foram identificados 10 grupos de coorte para as fêmeas e 7 grupos para os machos (Figuras 5 e 6). A média das curvas de crescimento provenientes das coortes para cada sexo resultou em estimativas de $TL_{\infty} = 40,21$

mm, $K=0,004$ e $t_0=0,527$ dias para as fêmeas e $TL_{\infty}=36,78$ mm, $K=0,005$ e $t_0=0,144$ dias para os machos (Figura 7).

A longevidade máxima foi estimada em 1041,2 dias (=2,85 anos) para as fêmeas e 860,1 dias (= 2.36 anos) para os machos, sendo que as estimativas das curvas de crescimento para fêmeas e machos não apresentaram diferença significativa ($F_{\text{calculado}}=2,45 < F_{\text{tabelado}}=2,717$, $p=0,006$) (Figuras 5 e 6).

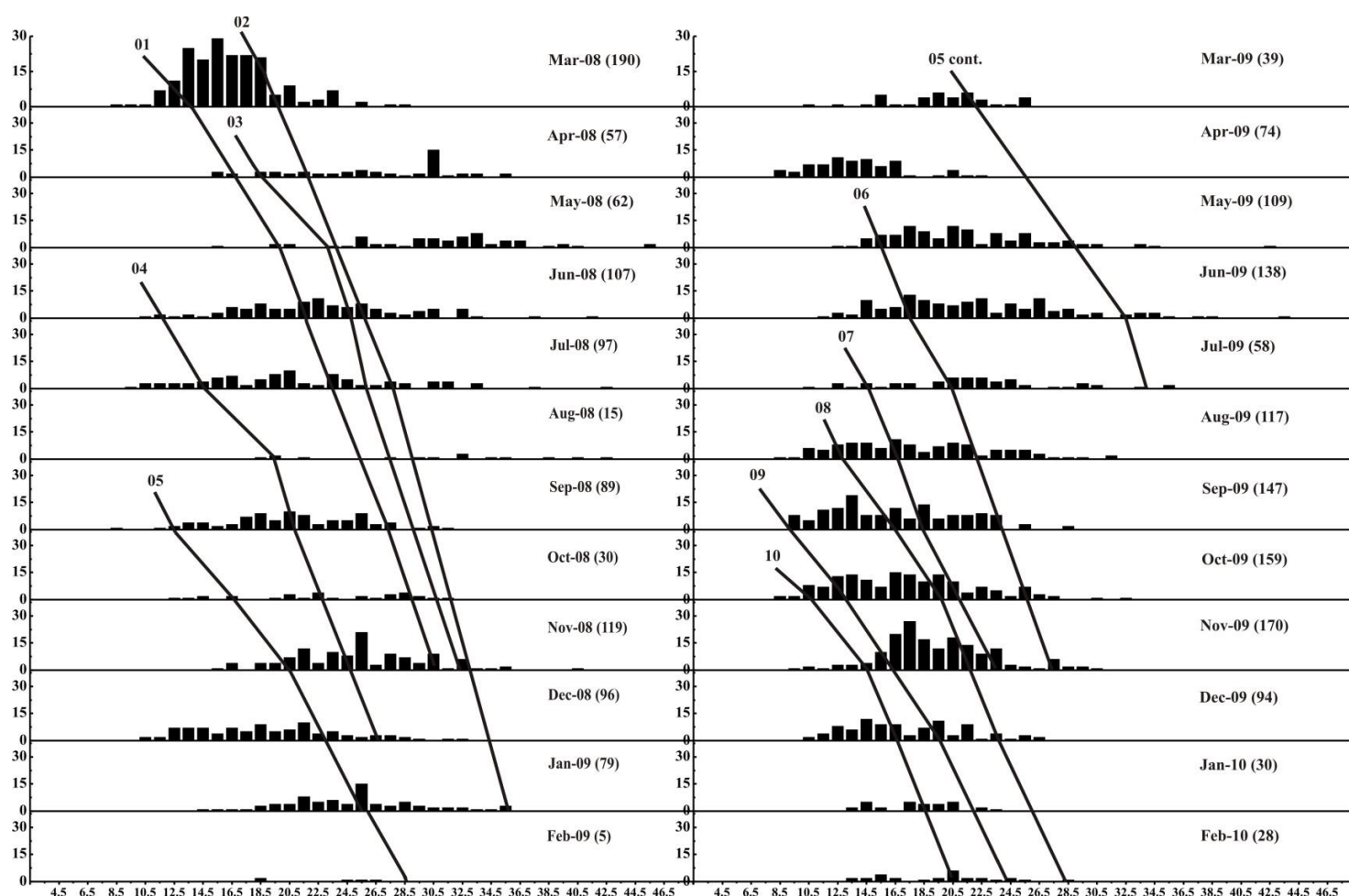


Figura 5: Histogramas da frequência de comprimento da carapaça (CC) de *Pleoticus muelleri* de fêmeas na região de Macaé, de março de 2008 e fevereiro de 2010. As linhas representam as coortes seguidas durante o período estudado para descrever o crescimento individual.

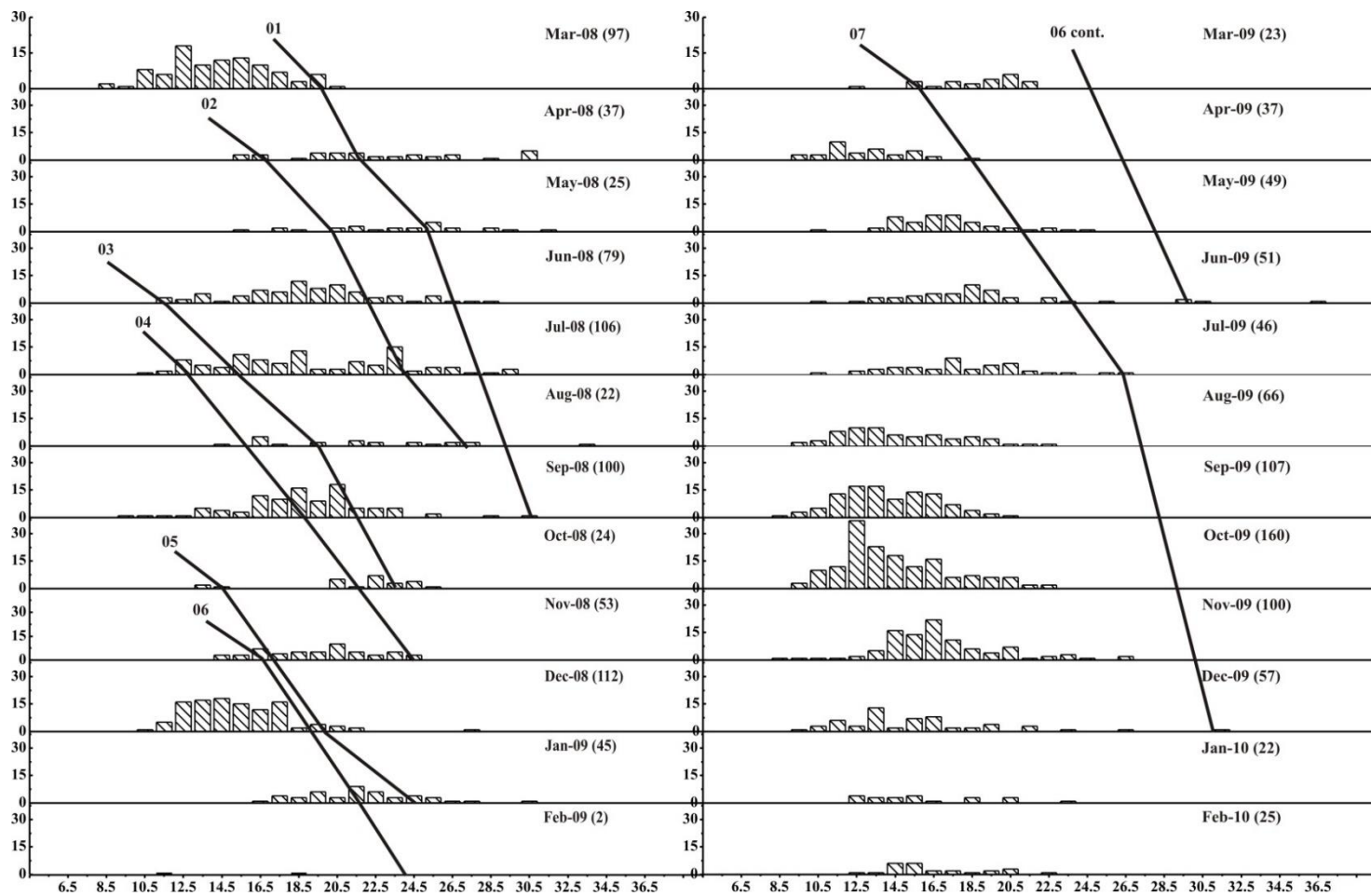


Figura 6: Histogramas da frequência de comprimento da carapaça (CC) de

Pleoticus muelleri machos na região de Macaé, de março de 2008 e fevereiro de 2010. As linhas representam as coortes seguidas durante o período estudado para descrever o crescimento individual.

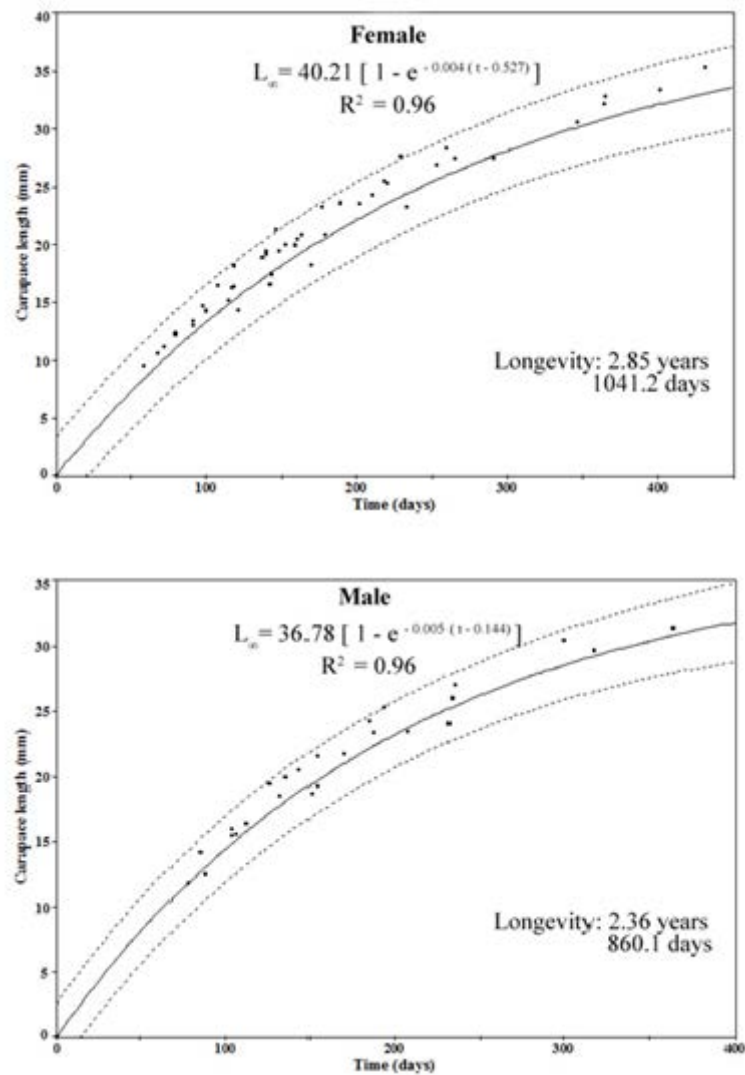


Figura 7:. Curva de crescimento estimada para fêmeas e machos de *Pleoticus muelleri* coletados na região de Macaé, RJ, de março de 2008 a fevereiro de 2010, com base no modelo de crescimento de von Bertalanffy (linha interna). Linas externas: 95% de intervalo de confiança.

5- Discussão

No presente estudo as fêmeas de *P. muelleri* apresentaram tamanhos significativamente maiores do que os machos com comprimentos médios de carapaça de 20,0 mm e 16,8mm, respectivamente. Para camarões Dendrobranchiata este parece ser um padrão, como observado em vários estudos de Boschi (1969 e 1989), Castilho *et al.* (2007a), Costa *et al.* (2010), Sancinetti *et al.* (2015) para *Artemesia longinaris* Bate, 1888, Boschi (1989), Castilho *et al.* (2008a) para *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878, Branco (2005), Castro *et al.* (2005), Almeida *et al.* (2012), Heckler *et al.* (2013) e Grabowski *et al.* (2014) e Silva *et al.* (2015) para *X. kroyeri* e Castilho *et al.* (2008b), Dumont & D'Incao (2008) com a espécie *Pleoticus muelleri*.

Ainda, na região em estudo (22° S), a espécie apresentou maiores tamanhos se comparados com latitudes pouco superiores (23° S) no litoral norte do Estado de São Paulo e de Santa Catarina (26° S) e tamanhos similares aos encontrados encontrados em maiores latitudes (acima de 42° S) na Patagônia Argentina. Em um gradiente de menores para maiores latitudes, sugerido por Bauer (1992), Boschi (1997) e Castilho *et al.* (2007a), o hábito de vida, tamanho da maturidade sexual, crescimento e longevidade de camarões Penaeoidea variam conforme o cenário ambiental estruturado em cada gradiente latitudinal. Os principais fatores que influenciariam a biologia e morfologia dos camarões em diferentes latitudes seriam a temperatura da água, a disponibilidade de nutrientes, e consequente produtividade primária do oceano. Segundo os autores citados acima, a reprodução é um processo contínuo em áreas tropicais

e sazonal em latitudes mais altas e com um maior tamanho dos indivíduos em maiores latitudes.

De um modo geral, machos e fêmeas estiveram presentes durante todos os meses e transectos amostrados, porém as fêmeas foram mais abundantes e com maiores tamanhos na maioria dos transectos e estações do ano. As possíveis causas para uma maior porcentagem de fêmeas seriam uma maior mortalidade dos machos na população, ou então pelas fêmeas possuírem maior tamanho, estas estariam mais susceptíveis à captura na pesca de arrasto de fundo (Boschi, 1969; Cha *et al.*, 2002). A maior captura de fêmeas devido ao seu maior tamanho parece não ser uma explicação totalmente correta. Uma vez que estejam sendo capturadas em maior quantidade do que os machos pelo motivo anterior citado, em algum momento a pressão maior da pesca sobre as fêmeas faria com que as capturas se estabilizassem na proporção de 1:1 e os tamanhos também seriam parecidos, o que não ocorre. Estas diferenças podem ainda ser devido à biologia reprodutiva da espécie, como um maior tamanho de carapaça nas fêmeas para produzir mais ovos, com um consequente aumento na fecundidade (Gab-Alla *et al.*, 1990; Branco *et al.*, 1999; e Yamada *et al.*, 2007). Não se pode descartar a hipótese de que o dimorfismo sexual em relação a esses parâmetros pode ser influenciado pelas características genéticas da espécie.

Wenner (1972) afirmou que os desvios na proporção sexual de crustáceos é resultado de múltiplos fatores, como diferenças nas taxas de crescimento entre os sexos, migrações de reprodução, reversão sexual, e uma maior atividade alimentar em um dos sexos. Branco *et al.* (1994), Nakagaki e Negreiros-Fransozo (1998) e Lopes *et al.* (2010) estudando a espécie *X. kroyeri*

relataram diferenças na razão sexual. Estas flutuações podem ser atribuídas à distribuição diferencial dos sexos em determinadas épocas do ano (Signoret, 1974; Branco, 2005). Ainda, Kevrekidis & Thessalou-Legaki (2006), estudando *Melicertus kerathurus* (Forsk., 1775), afirmou que a alta demanda metabólica das fêmeas durante o período de maturação gonadal obriga as fêmeas a se alimentarem por longos períodos, aumentando assim a sua vulnerabilidade à pesca.

A captura de indivíduos, machos e fêmeas, em todas as classes de tamanho, sugerem que para *P. muelleri* não existe uma segregação espacial e temporal entre sexos ou classes demográficas. Deste modo o presente estudo corrobora com a teoria de que a existência de uma diferença de abundância na proporção sexual tendendo para fêmeas e o maior tamanho das mesmas esteja relacionada às mesmas terem uma longevidade maior um período de alimentação maior. Consequentemente as fêmeas ficam expostas por um maior período à captura pela rede de arrasto. Finalmente, pode-se concluir que machos e fêmeas partilham do mesmo habitat em todos os períodos da vida. Segundo este padrão, a espécie possui o ciclo de vida inteiramente marinho na região, como sugerido por Boschi (1997).

Segundo Dumont & D'Incao (2004), estudando o camarão carídeo *Palaemonetes argentinus* Nobili, 1901, o crescimento é influenciado por fatores ambientais, principalmente a temperatura. O sexo também é um fator que influencia o crescimento de camarões peneídeos (Petriella & Boschi, 1997), com os machos apresentando coeficientes de crescimento (k) mais elevados do que as fêmeas. Segundo Boschi (1969) e Branco *et al.* (1994), os valores maiores de k indicam um menor crescimento, resultando num CC_{∞} mais baixo.

Dall *et al.* (1990) e D’Incao & Fonseca (1999) sugeriram que a média de vida dos peneídeos varia de 1,5 a 2,5 anos, sendo que este tempo pode variar de acordo com a espécie e até mesmo o local que ela habita. Bauer (1992), em estudos com o gênero *Sicyonia*, verificou que quanto maior a latitude, maior o tamanho e a longevidade das espécies.

Neste estudo, as fêmeas apresentaram um coeficiente de crescimento menor, maior comprimento assintótico e maior longevidade do que os machos. Ainda carecem os estudos sobre crescimento de *P. muelleri* ao longo de sua distribuição latitudinal na costa do Oceano Atlântico sul. Apenas o trabalho de Castilho *et al.* (2012) no litoral norte de São Paulo (23° S), Wolf (2014) em Santa Catarina e Wyngaard *et al.* (1982) na Bahía Blanca, Argentina, foram realizados, o que dificulta uma discussão mais aprofundada com relação às taxas de crescimento da espécie ao longo de um gradiente latitudinal de sua distribuição. Porém, mesmo com a escassez de trabalhos, verificou-se que os resultados para crescimento máximo de *P. muelleri* são mais parecidos com os observados na Argentina (39° S) do que comparados com uma determinada região do litoral brasileiro (23 a 26° S) (Tabela 2).

Os resultados acima citados podem ser devidos a *Pleoticus muelleri* ter sua história evolutiva vinculada às águas frias de região temperada e, segundo Boschi (1989) e Costa *et al.* (2004), ocorre normalmente em águas frias em um intervalo de temperatura de 7 a 21° C, com maiores abundâncias entre 10 e 15° C (Boschi 1969 e 1989). Segundo Sancinetti *et al.* (2014), em estudo com a espécie *A. longinaris*, neste mesmo período de estudo, houve indícios da influência da ACAS nas estações de primavera e verão.

A região do extremo norte do Estado do Rio de Janeiro é influenciada pela Corrente do Brasil ($T > 20^{\circ}\text{C}$, $S > 36$) e Corrente das Malvinas ($T < 15^{\circ}\text{C}$, $S < 34$) (Castro Filho & Miranda, 1998). Devido à confluência destas duas correntes entre as latitudes 25°S and 45°S do Oceano Atlântico Sul Ocidental observa-se em certos períodos do ano a formação da massa de água Águas Centrais do Atlântico Sul (ACAS; $T < 20^{\circ}$, $S < 36,4$), responsável por parte da convergência do giro subtropical e dando origem à ressurgência de Cabo Frio entre as latitudes de 23°S e 29°S (Castro Filho *et al.*, 1987; Campos *et al.*, 1996, 2000; Silveira *et al.*, 2000; Acha *et al.*, 2004). Segundo De Leo e Pires-Vanin, (2006), os eventos de intrusão da ACAS na primavera e verão provocam um aumento de nutrientes na água e biomassa fitoplanctônica. Consequentemente, há uma maior disponibilidade de alimentos, principalmente para os estágios larvais planctônicos dos camarões.

Para *P. muelleri*, a longevidade encontrada no presente estudo, quando comparada com os valores para a mesma espécie em diferentes regiões, não seguiram o proposto por Bauer (1992) de aumento da longevidade de acordo com a latitude (Tabela 2). Porém, deve-se levar em consideração que as variações nos resultados encontrados para esta estimativa podem estar associadas à metodologia de captura dos organismos que cada autor utilizou. A malha da rede, o local e o tempo de arrasto podem permitir ou não a captura de indivíduos com uma maior amplitude de comprimento.

A hipótese de um gradiente latitudinal com diferentes comportamentos de período reprodutivo e tamanho dos animais não se aplica para a região em estudo. A hipótese sugerida neste trabalho é que as diferentes condições oceanográficas da região, principalmente de temperaturas baixas devido à

ressurgência de Cabo Frio, semelhantes às de maiores latitudes, e consequente maior disponibilidade de alimento, favoreceram o estabelecimento de *P. muelleri* na região. Desta maneira *P. muelleri* consegue atingir maior tamanho e longevidade, garantindo assim um maior sucesso na ocupação do seu habitat. De um modo geral, este estudo apresenta resultados importantes para um maior entendimento sobre a biologia de um importante recurso pesqueiro do oceano Atlântico Sul Ocidental e, consequentemente, uma melhor gestão pesqueira.

Tabela 5: Padrão do crescimento de *Pleoticus muelleri* ao longo da costa do Atlântico Sul Ocidental (Lat: latitude; L_{∞} : comprimento assintótico; K: coeficiente crescimento; RJ: Rio de Janeiro; SP: São Paulo; SC: Santa Catarina; BR: Brasil; ARG: Argentina).

Referência	Lat.	Região (Estado/País)	(L ∞)		K		Longevidade (anos)	
			Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho
Present study	22° S	RJ/BR	40.21	36.78	0.004	0.005	2.85	2.36
Castilho <i>et al.</i> (2012)	23° S	SP/BR	35.15	25.97	0.0059	0.006	2.15	1.96
Castilho <i>et al.</i> (2012)	23° S	SP/BR	32.03	22.42	0.0062	0.007	2.02	1.80
Wolf (2014)	26° S	SC/BR	6.4-22*	6.4-	-	-	-	-
Wyngaard <i>et al.</i> (1982)	39° S	ARG	38,12	-	0,52	-	-	-

* Mínimo e máximo de comprimento da carapaça

6- Referências bibliográficas

ACHA, E.M.; MIANZAN, H.W.; GUERRERO, R. A.; FAVERO M. & BAVA J. Marine fronts at the continental shelves of austral South America physical and ecological processes. *Journal of Marine System*, 44: 83-105, 2004.

ALMEIDA A. C.; BAEZA, J. A; FRANSOZO, V.; CASTILHO, A. L. & FRANSOZO, A. Reproductive biology and recruitment of *Xiphopenaeus kroyeri* in a marine protected area in the Western Atlantic: implications for resource management. *Aquatic Biology*, 17: 57–69, 2012.

BAUER, R. T. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebrate Reproduction and Development*, 22: 193-202, 1992.

BAUER, R. T. & LIN, J. Temporal patterns of reproduction and recruitment in populations of the penaeid shrimps *Trachypenaeus similis* (Smith) and *T. constrictus* (Stimpson) (Crustacea: Decapoda) from the north-central gulf of Mexico. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*, 182: 205-222, 1994.

BAUER, R. T. & RIVERA VEGA, L. W. R. Pattern of reproduction and recruitment in two sicyoniid shrimp species (Decapoda: Penaeoidea) from a tropical seagrass habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 161: 223-240, 1992.

Boschi EE (1969) Crecimiento, migración y ecología del camarón comercial *Artemesia longinaris* Bate. *FAO Fishery Reports* 57(3): 833–846.

BOSCHI, E. E. Biología pesquera del langostino del litoral patagónico de Argentina (*Pleoticus muelleri*). Serie Contribuciones del INIDEP, 646: 1–71, 1989. Disponível em: http://books.google.com.br/books/about/Biolog%C3%ADa_pesquera_del_langostino_del_li.html?id=xQdHAAAAYAAJ&redir_esc=y.

BOSCHI, E. E. Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. *Investigaciones Marinas*, 25: 19-40, 1997.

BOSCHI, E. E. & SCELZO, M. A. Desarrollo larval y cultivo del camarón comercial de Argentina *Artemesia longinaris*. *FAO Informativo de Pesca*, 159: 287-327, 1977.

BRANCO JO, Lunardon-Branco MJ, De Fenis A (1994) Crescimento de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Natantia: Penaeidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 37(1): 1–8.

BRANCO JO, Lunardon-Branco MJ, Souto FX, Guerra CR (1999) Estrutura populacional do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), na foz do Rio Itajaí-Açú, Itajaí, SC, Brasil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 42(1): 115–126.

BRANCO JO (2005) Biologia e pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22(4): 1050–1062.

CASTILHO, A. L.; GAVIO, M. A.; COSTA, R. C.; BOSCHI, E. E.; BAUER, R. T. & FRANSOZO, A. Latitudinal Variation in Population Structure and Reproductive Pattern of the Endemic South American Shrimp *Artemesia longinaris*. *Journal of Crustacean Biology*, 27(4): 548-552, 2007a.

CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A & BOSCHI, E. E. Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae), off the coast of São Paulo State, Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 55: 39-48, 2007b.

CASTILHO, A. L.; FURLAN, M.; COSTA, R.C.; & FRANSOZO, V. (2008a) Reproductive biology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea) from the southeastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction and Development*, 52(1-2): 59–68.

CASTILHO, A. L.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Reproduction and recruitment of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. *Marine Biology Research*, 4: 361-368, 2008b.

CASTILHO, A. L.; WOLF, M. R; SIMÕES, S. M.; BOCHINI, G.L.; FRANSOZO, V. & COSTA, R. C. Growth and reproductive dynamics of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. *Journal of Marine Systems*, 102: 1–18, 2012.

CASTRO-FILHO, B. M. & MIRANDA, L. B. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4° N and 34° S coastal segment (4°W). In: A. R. Robinson and K. H. Brink (eds.), *The sea*, 209-251. John Wiley and Sons, New York. 1998.

CASTRO-FILHO, B. M.; MIRANDA, L. B. & MIYAO, S. Y. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: Variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo*, São Paulo, 35(2): 135-151, 1987.

CERRATO, R.M. Interpretable statistical tests for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47: 1416–1426, 1990.

CHA, H. K; OH C.; HONG S. Y. & PARK K. Y. Reproduction and population dynamics of *Penaeus chinensis* (Decapoda, Penaeidae) on the western coast of Korea, Yellow Sea. *Fisheries Research*, 56: 25–36. 2002.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A. & PINHEIRO, A. P. Ecologic distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda: Penaeoidea) of Southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 529: 195- 203, 2004.

COSTA, R. C.; BRANCO, J. O.; MACHADO, I. F.; CAMPOS, B. R. & AVILA, M. G. Population biology of shrimp *Artemesia longinaris* Bate, 1888 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) from the South coast of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90: 663-669, 2010.

DE LEO, F. C. & PIRES-VANIN, A. M. S. Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: a comparison between an upwelling and a non-upwelling ecosystem. *Journal of Marine Systems*, Alemanha, 60: 268-284, 2006.

DALL, W.; HILL, B.J.; ROTHILSBURG, P.C. & STAPLES, D.J., The biology of the Penaeidae. In: Blaxter, J.H.S., Southward, A.J. (Eds.), *Advances in Marine Biology*. Academic Press, San Diego, pp.1–489, 1990.

D'INCAO, F. & FONSECA, D. B.. Performance of the von Bertalanffy growth curve in penaeid shrimp: a critical approach. *Proceedings of the Fourth International Crustacean Congress*, Amsterdam, The Netherlands, pp. 733–737, 1999.

DUMONT, F.L.C & D'INCAO, F. Growth and reproductive pattern of the caridean shrimp *Palaemonetes argentinus* Nobili, 1901 (Decapoda: Palaemonidae) in the south of Rio Grande do Sul, Brazil. *Nauplius*, v. 12, n. 2, p. 151-163, 2004.

GAB-ALLA, A. A. F. A.; HARTNOLL, R. G.; GHOBASHY, A. F. & MOHAMMED, S. Z. Biology of penaeid prawns in the Suez Canal Lakes. *Marine Biology*, 107: 417-426, 1990.

GRABOWSKI, R. C.; SIMÕES, S. M. & CASTILHO, A. L. Population structure, sex ratio and growth of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda, Penaeidae) from coastal waters of southern Brazil. *ZooKeys*, 14(2): 253-269, 2014.

HECKLER, G. S; SIMÕES, S. M; SANTOS, A. P. F.; FRANZOZO, A. & COSTA, R. C. Population dynamics of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Dendrobranchiata, Penaeidae) in south-eastern Brazil. *African Journal of Marine Science*, 35(1): 17–24, 2013.

KEVREKIDIS, K. & THESSALOU-LEGAKI, M. Catch rates, size structure and sex ratio of *Melicertus kerathurus* (Decapoda: Penaeidae) from an Aegean Sea trawl fishery. *Fisheries Research*, 80: 270–279, 2006.

LOPES, J. B. B. S.; VASQUES, R. O. R.; GUIMARÃES, F. J.; CETRA, M.; & COUTO, E.C.G. Proporção sexual do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* na costa de Ilhéus, Bahia, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 36(4): 251–262, 2010.

NAKAGAKI, J. M. & NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. Population biology of *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeidae) from Ubatuba bay, São Paulo, Brazil. *The Journal of Shellfish Research*, 7(4): 931-935, 1998.

PETERSON, R. C. & STRAMA, L. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean, *Progress in oceanography*. 26: 1-73, 1991.

PETRIELLA, A. M. & BOSCHI, E.E. Crecimiento en crustáceos decápodos: resultados de investigaciones realizadas en Argentina. *Investigaciones Marinas* 25: 135–157, 1997.

PÉREZ-FARFANTE, I. Western Atlantic shrimps of genus *Penaeus*. *Fishery Bulletin*, 67(3): 461-590. 1969.

SANCINETTI, G. S.; AZEVEDO, A.; CASTILHO, A. L.; FRANSOZO, A. & COSTA, R. C. How marine upwelling influences the distribution of *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea)? *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(2): 322-331, 2014.

SANCINETTI, G. S.; AZEVEDO, A.; CASTILHO, A. L.; FRANSOZO, A. & COSTA, R.C. Population biology of the commercially exploited shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeidae) in an upwelling region in the Western Atlantic: comparisons at different latitudes. *Brazilian Journal of Biology*, 75(3): 322-331, 2015.

SANTOS, E.P.; NEIVA, G.S.; SCHAEFFER, Y. Dinâmica da população do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), na Baía de Santos. *Pescarias Pesquisas*, 2(2): 41-55, 1969.

SANTOS, E.P.; NEIVA, G.S.; VALENTINI, H. Curva de reprodução da população de camarão sete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller), da Baía de Santos. *Boletim do Instituto de Pesca*, 1(3): 15-22, 1971.

SIGNORET, M. Abundancia, tamaño, y distribución de camarones (Crustacea, Penaeidae) de la Laguna de Términos, Campeche y su relación com algunos factores hidrológicos. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Série Zoología*, 45: 119–140, 1974.

SILVA, E. R.; SANCINETTI, G. S.; FRANSOZO, A.; AZEVEDO, A. & COSTA, R. C. Reproduction and recruitment of the seabob shrimp: A threatened exploitation species in southeastern of Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo*, 41(1): 157-172, 2015.

SILVEIRA, I. C. A.; SCHMIDT, A. C. K.; EDMO JOSÉ DIAS CAMPOS E. J. D.; GODOI, S. S.; IKEDA, Y. A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 48(2):171-183, 2000.

VON BERTALANFFY, L. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology*, 10, 181–213. 1938

WENNER, A. M. Sex ratio as a function of size in marine crustacean. *American Nature*, 106: 321-351, 1972.

WYNGAARD, J. P. & BERTUCHE, D. A. Algunos aspectos de la biología pesquera del langostino (*Pleoticus muelleri*) de la Bahía Blanca y un análisis del desembarco comercial en el período 1955-1979. Revista de Investigación y desarrollo Pesquero, INIDEP, 3: 59-76, 1982.

YAMADA, R.; KODAMA, K.; YAMAKAWA, T.; HORIGUCHI, T. & AOKI, I. Growth and reproductive biology of the small penaeid shrimp *Trachysalambria curvirostris* in Tokyo Bay. Marine Biology, 151: 961–971, 2007