

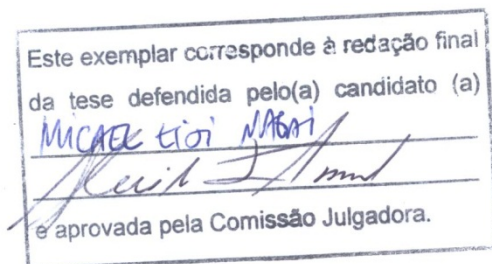
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE BIOLOGIA



Micael Eiji Nagai

**“Biologia Populacional do Poliqueta *Exogone* (*Exogone*)
breviantennata Hartmann-Schröder, 1959 (Syllidae: Exogoninae)”**



Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do Título de Mestre em Ecologia.

Orientadora: Profa. Dra. Antonia Cecília Zacagnini Amaral

Campinas, 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
ROBERTA CRISTINA DAL' EVEDOVE TARTAROTTI – CRB8/7430
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA - UNICAMP

N131b Nagai, Micael Eiji, 1983-
Biologia populacional do poliqueta *Exogone*
(*Exogone*) *breviantennata* Hartmann-Schröder, 1959
(Syllidae: Exogoninae) / Micael Eiji Nagai. – Campinas,
SP: [s.n.], 2012.

Orientador: Antonia Cecília Zacagnini Amaral.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de
Campinas, Instituto de Biologia.

1. Poliqueta - Crescimento. 2. Alometria. 3.
Dinâmica populacional. 4. Bentos. 5. *Exogone*
breviantennata. I. Amaral, Antonia Cecília Zacagnini,
1948. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto
de Biologia. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em Inglês: Population biology of the polychaete *Exogone* (*Exogone*)
breviantennata Hartmann-Schröder, 1959 (Syllidae: Exogoninae)

Palavras-chave em Inglês:

Polychaete - Growth

Allometry

Population dynamics

Benthos

Exogone breviannata

Área de concentração: Ecologia

Titulação: Mestre em Ecologia

Banca examinadora:

Antonia Cecília Zacagnini Amaral [Orientador]

Marcelo Veronesi Fukuda

Jolnnye Rodrigues Abrahão

Data da defesa: 24-02-2012

Programa de Pós Graduação: Ecologia

Campinas, 24 de Fevereiro de 2012

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Antonia Cecília Zacagnini Amaral (Orientadora)



Assinatura

Dr. Marcelo Veronesi Fukuda



Assinatura

Dr. Jolnnye Rodrigues Abrahão



Assinatura

Dr. Leonardo Querobim Yokoyama

Assinatura

Profa. Dra. Fosca Pedini Pereira Leite

Assinatura

“Cada um, segundo uma inclinação própria, segue um propósito próprio, muitas vezes em oposição aos demais; ainda assim, cada pessoa e cada povo, como que guiados por um fio, seguem em direção a um objetivo natural, mas desconhecido de todos; todos trabalham para alcançá-lo, muito embora, se o conhecessem não lhe dariam muita importância.”

(Immanuel Kant, 1784)

Dedico a todos que estão presentes em minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Cecília, que sem me conhecer aceitou a árdua tarefa de me orientar. Pelas diversas vezes que teve que sentar comigo, tanto para puxar minhas orelhas quanto para indicar o caminho correto que deve ser seguido. Pode estar certa que seus conselhos eu levarei pelo resto da vida.

A todos os professores que já tive em minha vida, que graças a eles eu consegui chegar até onde estou.

Ao CNPq (processo nº 133197/2009-3) e FAPESP (nº2009/04708-2) pelo apoio financeiro concedido.

Ao programa de pós-graduação em ecologia, do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, pelo conhecimento que me proporcionou.

Ao Laboratório de Macrobentos Marinhos, do Departamento de Biologia Animal da Universidade Estadual de Campinas, pela infraestrutura e apoio durante todos estes anos.

À Célia, que auxilia todos os alunos e professores da ecologia com toda a eficiência.

Aos meus amigos da república e do curso de ecologia, pelos momentos que passamos juntos.

Aos colegas/amigos de laboratório: Silvana, Tatiana, Leonardo, Mônica, Marcela, Guilherme, Camila, Rachel, Nathalia, Hélio, Thalita, Angélica, Juliana, Décio, Laryssa, Caio e Hugo.

Ao Leonardo, Fukuda e Jolnnye que apontaram diversas correções durante a pré-banca.

Aos meus pais, Angela e Emílio, por todo o apoio, conselho, amor, broncas, educação e por aí vai... Aos meus irmãos, Eduardo e Patrícia, que me acompanharam

sempre ao meu lado. À minha sobrinha, Ágata, que desde 2009 vem trazendo felicidade a nossa família.

À Giulia, pelo amor, apoio, alegrias e algumas preocupações que passei com e por você. Obrigado pela paciência enquanto escrevia esta dissertação.

Obrigado a todos...

(to be continued...)

Conteúdo

Apresentação	1
Referências bibliográficas	4
1. Caracterização ambiental	
Resumo	8
Abstract	9
1.1. Introdução	10
1.2. Materiais e métodos	
1.2.1. Localização dos bancos de <i>Mytella charruana</i>	11
1.2.2. Procedimentos de coleta	14
1.2.3. Análise dos dados	15
1.3. Resultados	16
1.4. Discussão	26
1.5. Referências bibliográficas	30
2. Análise morfométrica	
Resumo	33
Abstract	34
2.1. Introdução	35
2.2. Materiais e métodos	
2.2.1. Amostragem e procedimentos de laboratório	37
2.2.2. Parâmetros morfológicos avaliados	38
2.2.3. Análise dos dados	40
2.3. Resultados	41
2.4. Discussão	61
2.5. Referências bibliográficas	66
3. Biologia populacional	
Resumo	70
Abstract	71
3.1. Introdução	72
3.2. Materiais e métodos	
3.2.1. Amostragem e procedimentos de laboratório	75
3.2.2. Análise dos dados	75
3.3. Resultados	
3.3.1. Densidade	77
3.3.2. Estrutura populacional, crescimento e mortalidade	83
3.4. Discussão	
3.4.1. Densidade	89
3.4.2. Estrutura populacional, crescimento e mortalidade	93
3.5. Referências bibliográficas	97
Considerações finais	103
Anexo I – Função desenvolvida para a análise morfométrica	105

APRESENTAÇÃO

Entre a macrofauna bentônica, os Polychaeta se destacam por apresentarem uma alta diversidade, densidade e produção secundária. Estes organismos ocorrem desde a zona entremarés até a abissal, e do equador aos pólos (Knox, 1977; Amaral & Nonato, 1996; Nacorda & Yap, 1997). Apresentam uma relevante importância ecológica por servir de base alimentar para uma significativa quantidade de organismos, como peixes (Amaral *et al.*, 1994), crustáceos (Petti *et al.*, 1996), moluscos (Forroni *et al.*, 2008) e aves (Schneider & Harrington, 1981), além do fato de muitas espécies se alimentarem de detritos orgânicos, incorporando-os em sua massa corporal, auxiliando o ciclo da matéria orgânica. Algumas espécies apresentam maior dominância em locais enriquecidos por matéria orgânica, podendo ser utilizadas como bioindicadoras de poluição (Grassle & Grassle, 1974; Pearson & Rosenberg, 1978; Tsutsumi, 1990). Além da importância ecológica deve ser citada a econômica, uma vez que são utilizados como isca para pesca (Choi & Lee, 1997; Gillet & Torresani, 2003; Amaral, 2005) e por causarem danos em cultivos de moluscos (Kent, 1979; Mortensen *et al.*, 2000).

Apesar da relevância ecológica e econômica dos poliquetas, há relativamente poucos estudos de dinâmica populacional de suas espécies, sendo a maioria realizada fora do Brasil e principalmente com as famílias Nereididae Blainville, 1818 (Heip & Herman, 1979; Bridges *et al.*, 1996; Costa, 1999; Martin & Bastida, 2006a; Gillet *et al.*, 2008), Capitellidae Grube, 1862 (Martin & Grémare, 1997; Méndez *et al.*, 1997; Linke-Gamenick *et al.*, 1999; Forbes *et al.*, 2003; Martin & Bastida, 2006b; Méndez, 2006) e Spionidae Grube, 1850 (Zajac, 1986; García-Arberas & Rallo, 2004; Kevrekidis, 2005). No Brasil, os estudos realizados sobre dinâmica populacional dos Polychaeta restringem-se a quatro

espécies de Spionidae, *Scolecopsis gaucha* Orensanz-Gianuca, 1974, na lagoa dos Patos – RS (Santos, 1994); *Scolecopsis squamata* (Müller, 1806), nas praias de Barequeçaba – SP (Shimizu, 1997) e do Atami – PR (Souza & Borzone, 2000); *Scolecopsis* cf. *chilensis* Hartmann-Schröder, 1962 e *Scolecopsis goodbodyi* Jones, 1962, nas praias do Cabelo Gordo e Barequeçaba - SP (MacCord, 2005); duas de Nereididae, *Nereis oligohalina* (Rioja, 1946), na baía de Paranaguá – PR (Pagliosa & Lana, 2000); e *Laeonereis acuta* (Treadwell, 1923), na enseada dos Corais - PE (Florêncio, 2000), e na praia da Enseada - SP (Omena & Amaral, 2000; MacCord, 2005); e uma de Terebellidae Malmgren, 1867, *Nicolea uspiana* (Nogueira, 2003), na praia de Itararé – SP (Garraffoni *et al.*, 2010).

Dentre os poliquetas, a família Syllidae Grube, 1850 é conhecida por apresentar alta diversidade, incluindo mais de 70 gêneros e cerca de 700 espécies (Aguado *et al.*, 2007), tradicionalmente separadas em cinco subfamílias: Syllinae Grube, 1850; Eusyllinae Malaquin, 1893; Autolytinae Langerhans, 1879; Exogoninae Langerhans, 1879 e Anoplosyllinae Aguado & San Martín, 2009. A família inclui espécies generalistas que vivem em ambientes crípticos, como fissuras e fendas de substratos consolidados, em fundos não consolidados, como costão rochoso e fragmentos de rochas, e em substratos biológicos como algas (Bone & San Martín, 2003), esponjas (Pascual *et al.*, 1996) e cnidários (Nogueira *et al.*, 2001).

O sílideo *Exogone* (*Exogone*) *breviantennata* Hartmann-Schröder, 1959, é uma espécie abundante, pertencente à subfamília Exogoninae (Fig. 1); apresenta corpo fino e alongado, de pequeno porte, pode atingir até 7 mm de comprimento, 0,5 mm de largura e 43 setígeros. As fêmeas transportam os ovos e embriões aderidos à superfície ventral do corpo, em segmentos medianos reprodutivos (Nogueira, 2005). São encontrados em substratos consolidados e não consolidados, assim como associados a organismos, como

algas, esponjas, corais e bivalves. No litoral paulista foi registrado em bancos de bivalves da família Mytilidae Rafinesque, 1815, *Mytella charruana* d'Orbigny, 1842, conhecida popularmente por sururu, espécie de hábito agregado, que pode formar bancos em fundos areno-lamosos.

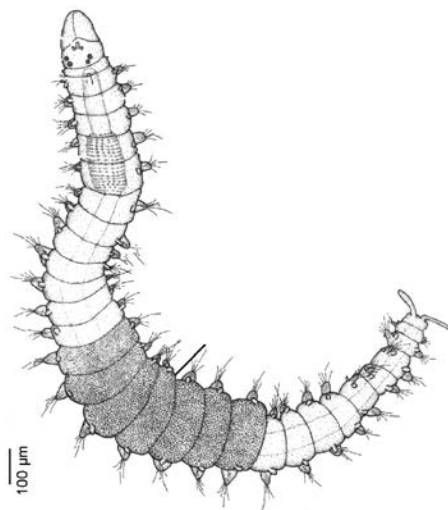


Figura 1 – *Exogone (Exogone) brevantennata*. Esquema de Nogueira (2005).

Os bancos de sururu são importantes do ponto de vista ecológico, uma vez que servem como substrato biológico, permitindo o estabelecimento de muitas espécies, e também econômico, pois *M. charruana* é intensivamente utilizada na alimentação humana em algumas regiões do país. Devido a complexidade e importância destes bancos, foi criado o projeto Biologia Populacional e Reprodutiva de Macrobentos Marinho (Biopore) para o estudo de dois bancos de sururu localizados no Litoral Norte de São Paulo. Como parte deste projeto, trabalhos de dinâmica populacional foram realizados, como os de Abrahão (2009) e Yokoyama (2010), e outros estão sendo desenvolvidos. O presente estudo também está inserido no projeto e tem como objetivo conhecer a biologia populacional do poliqueta *E. (E.) brevantennata*. Os resultados obtidos são apresentados em três capítulos.

O primeiro capítulo apresenta o local de estudo, fazendo uma caracterização dos dois bancos de *M. charruana* nas praias do Camaroeiro e Cidade (Caraguatatuba – SP),

com a avaliação de parâmetros como: temperatura do ar e sedimento, áreas dos bancos, salinidade intersticial da água, granulometria e teores de calcário e matéria orgânica.

No segundo capítulo o crescimento relativo ou alométrico de *E. (E.) brevi antennata* é analisado, com o intuito de verificar diferenças no crescimento do tamanho com alguns parâmetros morfológicos.

No terceiro capítulo a biologia populacional de *E. (E.) brevi antennata* é estudada, diferenças na densidade, crescimento e mortalidade ao longo do tempo e entre os bancos foram averiguadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahão, J. R. (2009). Biologia populacional e reprodutiva de *Mytella charruana* (Bivalvia, Mytilidae) e sua fauna associada. **Tese de doutorado** – Instituto de Biologia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Aguado, M. T., Nygren, A. & Siddall, M. E. (2007). Phylogeny of Syllidae (Polychaeta) based on combined molecular analysis of nuclear and mitochondrial genes. **Cladistics**, 23, 552-564.
- Amaral, A. C. Z. (2005). Invertebrados aquáticos. In A. B. M. Machado, C. S. Martins & G. M. Drummond (Eds.), **Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção: incluindo as listas das espécies quase ameaçadas e deficientes de dados** (pp. 99-115). Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- Amaral, A. C. Z., & Nonato, E. F. (1996). **Annelida Polychaeta: características, glossário e chaves para famílias e gêneros da costa brasileira**. Editora Unicamp, Campinas.
- Amaral, A. C. Z., Nonato, E. F. & Petti, M. A. V. (1994). Contribution of the polychaetous annelids to the diet of some brazilian fishes. **Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle**, 162, 331-337.
- Bone, D. & San Martín, G. (2003). Ecological aspects of syllids (Annelida: Polychaeta: Syllidae) on *Thalassia testudinum* beds in Venezuela. **Hydrobiologia**, 496, 289-298.
- Bridges, T. S., Farrar, J. D., Gamble, E. V. & Dillon, T. M. (1996). Intraspecific density effects in *Nereis (Neanthes) arenaceodentata* Moore (Polychaeta: Nereidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 195, 221-235.
- Choi, J. W. & Lee, J. H. (1997). Secondary production of a nereid species, *Perinereis aibuhitensis* in the intertidal mudflat of the west coast of Korea. **Bulletin of Marine Science**, 60, 517-528.

- Costa, P. F. (1999). Reproduction and growth in captivity of the polychaete *Nereis diversicolor* O. F. Müller, 1776, using two different kinds of sediment: preliminary assays. **Boletín del Instituto Español de Oceanografía**, 15, 351-355.
- Florêncio, M. A. P. (2000). Dinâmica populacional e produção secundária de *Laeonereis acuta* (Treadwell, 1923) na praia de Enseada dos Corais – Cabo de Santo Agostinho – Pernambuco – Brasil. **Dissertação de mestrado** - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Forbes, V. E., Sibly, R. M. & Linke-Gamenick, I. (2003). Joint effects of population density and toxicant exposure on population dynamics of *Capitella* sp.I. **Ecological Applications**, 13, 1094-1103.
- Forroni, T. O.; Yokoyama, L. Q. & Amaral, A. C. Z. (2008). Dieta alimentar de *Nassarius vibex* (Gastropoda: Nassariidae). In: **XXVII Congresso Brasileiro de Zoologia**, Curitiba, Paraná.
- García-Aberas, L. & Rallo, A. (2004). Population dynamics and production of *Streblospio benedicti* (Polychaeta) in a non-polluted estuary on the Basque coast (Gulf of Biscay). **Scientia Marina**, 68, 193-203.
- Garraffoni, A. R. S., Yokoyama, L. Q. & Amaral, A. C. Z. (2010). Allometry and population structure of *Nicolea uspiiana* (Polychaeta: Terebellidae). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 90, 877-883.
- Gillet, P., Mouloud, M., Durou, C. & Deutsch, B. (2008). Response of *Nereis diversicolor* population (Polychaeta, Nereididae) to the pollution impact – Authie and Seine estuaries (France). **Estuarine Coastal and Shelf Science**, 76, 201-210.
- Gillet, P. & Torresani, S. (2003). Structure of the population and secondary production of *Hadiste diversicolor* (O.F. Müller, 1776), (Polychaeta: Nereididae) in the Loire estuary, Atlantic Coast, France. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 56, 621-628.
- Grassle, J. F. & Grassle, J. P. (1974). Opportunistic life histories and genetic systems in marine benthic polychaetes. **Journal of Marine Research**, 32, 253-284.
- Heip, C. & Herman, R. (1979). Production of *Nereis diversicolor* O.F. Müller (Polychaeta) in a shallow brackish-water pond. **Estuarine and Coastal Marine Science**, 8, 297-305.
- Kent, R. M. L. (1979). The influence of heavy infestations of *Polydora ciliata* on the flesh content of *Mytilus edulis*. **Journal of Marine Biological Association United Kingdom**, 59, 289-297.
- Kevrekidis, T. (2005). Population dynamics, reproductive biology and productivity of *Streblospio shrubsolei* (Polychaeta: Spionidae) in different sediments at low salinities in a mediterranean lagoon (Monolimni Lagoon, Northern Aegean). **International Review of Hydrobiology**, 90, 100-121.
- Knox, C. A. (1977). The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities. In D. J. Reish & K. Fauchald (Eds.), **Essays on Polychaetous Annelids in Memory of Dr. Olga Hartman** (pp. 547-604). Allan Hancock Foundation, Los Angeles.

- Linke-Gamenick, I., Forbes, V. E. & Sibly, R. M. (1999). Density-dependent effects of a toxicant on life-history traits and population dynamics of a capitellid polychaete. **Marine Ecology Progress Series**, 184, 139-148.
- MacCord, F. S. (2005). Dinâmica populacional e biologia reprodutiva de duas espécies de *Scolecopsis* (Spionidae) e de *Laeonereis acuta* (Nereididae) (Annelida: Polychaeta). **Tese de doutorado** – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Martin, J. P. & Bastida, R. (2006a). Population structure, growth and production of *Laeonereis culveri* (Nereididae: Polychaeta) in tidal flats of Río de la Plata estuary, Argentina. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 86, 235-244.
- Martin, J. P. & Bastida, R. (2006b). Life history and production of *Capitella capitata* (Capitellidae: Polychaeta) in río de La Plata Estuary (Argentina). **Thalassas**, 22, 25-38.
- Martin, D. & Grémare, A. (1997). Secondary production of *Capitella* sp. (Polychaeta: Capitellidae) inhabiting different organically enriched environments. **Scientia Marina**, 61, 99-109.
- Méndez, N. (2006). Life cycle of *Capitella* sp. y (Polychaeta: Capitellidae) from Estero del Yugo, Mazatlán, Mexico. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 86, 263-269.
- Méndez, N., Romero, J. & Flos, J. (1997). Population dynamics and production of the polychaete *Capitella capitata* in the littoral zone of Barcelona (Spain, NW Mediterranean). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 218, 263-284.
- Mortensen, S., Van der Meeren, T., Fosshagen, A., Hernar, I., Harkestad, L., Torkildsen, L. & Bergh, Ø. (2000). Mortality of scallop spat in cultivation, infested with tube dwelling bristle worms, *Polydora* sp. **Aquaculture International**, 8, 267-271.
- Nacorda, H. M. E. & Yap, H. T. (1997). Structure and temporal dynamics of macroinfaunal communities of a sandy reef flat in the northwestern Philippines. **Hydrobiologia**, 353, 91-106.
- Nogueira, J. M. M. (2005). Família Syllidae. In: Amaral, A.C.Z.; Rizzo, A.E. & Arruda, E.P. (eds). **Manual de identificação dos invertebrados marinhos da região sudeste-sul do Brasil – Volume 1**. Editora Edusp, São Paulo, Brasil, pp. 134-164.
- Nogueira, J. M. M., San Martín, G., & Amaral, A. C. Z. (2001). Description of five new species of Exogoninae Rioja, 1925 (Polychaeta: Syllidae) associated with the stony coral *Mussismilia hispida* (Verrill, 1868) in São Paulo state, Brazil. **Journal of Natural History**, 35, 1773-1794.
- Omena, E. P. & Amaral, A. C. Z. (2000). Population dynamics and secondary production of *Laeonereis acuta* (Treadwell, 1923) (Nereididae: Polychaeta). **Bulletin of Marine Science**, 67(1), 421-431.
- Pagliosa, P. R. & Lana, P. da C. (2000). Population dynamics and secondary production of *Nereis oligohalina* (Nereididae: Polychaeta) from a subtropical marsh in southeast Brazil. **Bulletin of Marine Science**, 67, 259-268.

- Pascual, M., Nuñez, J. & San Martín, G. (1996). *Exogone* (Polychaeta: Syllidae: Exogoninae) endobiotics of sponges from the Canary and Madeira Islands with description of two new species. **Ophelia**, 45, 67–80.
- Pearson, T. H. & Rosenberg, R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. **Oceanography and Marine Biology: An annual review**, 16, 229-311.
- Petti, M. A. V., Nonato, E. F. & Paiva, P. C. (1996). Trophic relationships between polychaetes and branchyuran crabs on the southeastern Brazilian coast. **Revista Brasileira de Oceanografia**, 44, 9-21.
- Santos, P. J. P. (1994). Population dynamics and production of *Scolecopsis gaucha* (Polychaeta: Spionidae) on the sandy beaches of Southern Brazil. **Marine Ecology Progress Series**, 110, 159-165.
- Schneider, D. C. & Harrington, B. A. (1981). Timing of shorebird migration in relation to prey depletion. **The Auk**, 98, 801-811.
- Shimizu, R. M. (1997). Ecologia populacional de *Scolecopsis squamata* (Müller, 1806) (Polychaeta: Spionidae) e *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) da Praia de Barequeçaba (São Sebastião, SP). **Tese de doutorado** – Instituto de Biociência, Universidade São Paulo, São Paulo.
- Souza, J. R. B. & Borzone, C. A. (2000). Population dynamics and secondary production of *Scolecopsis squamata* (Polychaeta: Spionidae) in an exposed sandy beach of southern Brazil. **Bulletin of Marine Science**, 67, 221-233.
- Tsutsumi, H. (1990). Population persistence of *Capitella* sp. (Polychaeta: Capitellidae) on a mud flat subject to environmental disturbance by organic enrichment. **Marine Ecology Progress Series**, 63, 147-156.
- Yokoyama, L. Q. (2010). *Nassarius vibex* (Gastropoda, Nassariidae): crescimento e reprodução em bancos de mitilídeos de substrato areno-lamoso na costa Sudeste do Brasil. **Tese de doutorado** – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Zajac, R. N. (1986). The effects of intra-specific density and food supply on growth and reproduction in an infaunal polychaete, *Polydora ligni* Webster. **Journal of Marine Research**, 44, 339-359.

1. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

RESUMO

O estudo do silídeo *Exogone* (*Exogone*) *breviantennata* foi realizado em dois bancos de *Mytella charruana* (sururu) nas praias do Camaroeiro e da Cidade, localizadas na enseada de Caraguatatuba, Litoral Norte de São Paulo. Para caracterizar as áreas de estudo foram realizadas amostragens mensais, entre fevereiro de 2006 e fevereiro de 2007, no Camaroeiro, e entre abril de 2006 e março de 2007, na Cidade, e avaliados os parâmetros ambientais: perfil praial, granulometria, temperaturas do ar e do sedimento, salinidade da água intersticial e teores de calcário e matéria orgânica. O perfil praial do Camaroeiro apresentou uma declividade acentuada desde o supralitoral, terminando em uma pequena planície no nível d'água; a praia da Cidade apresentou um extenso platô na região superior e em seguida um declive contínuo. A composição granulométrica dos dois bancos foi semelhante, com predominância de areia fina, pobre a moderadamente selecionada. As temperaturas médias do ar e do sedimento no banco do Camaroeiro foram de 23,08°C e 23,73°C, respectivamente, e na Cidade de 22,55°C e 23,98°C, respectivamente. As áreas médias dos bancos do Camaroeiro e da Cidade foram de 586,73 m² e de 464,48 m², respectivamente. Em ambos os bancos houve uma diminuição gradual na área. No banco do Camaroeiro a salinidade da água intersticial variou de 22 a 34, enquanto na Cidade de 25 a 34. O teor médio de calcário no banco do Camaroeiro apresentou uma variação de 3,74 a 11,99%, já na Cidade foi de 5,55 a 14,30%. O teor médio de matéria orgânica apresentou valor mínimo de 0,74 % e máximo de 8,40% no Camaroeiro, enquanto na Cidade foi de 2,62% e 7,98%.

ABSTRACT

The study of the syllid *Exogone* (*Exogone*) *breviantennata* was conducted in two soft bottom beds of the mytilid *Mytella charruana* at Camaroeiro and Cidade beaches, located on the northern coast of São Paulo. To characterize the study areas, samples were taken monthly between february 2006 and february 2007 at Camaroeiro, and between april 2006 and april 2007 at Cidade, where the following environmental parameters were analyzed: beach slope, granulometry, air and sediment temperatures, interstitial salinity and levels of calcareous and organic matter. The beach slope of Camaroeiro showed a sharp decline from the supralitoral, ending with a narrow flat at water level, with processes of deposition and erosion; the Cidade beach presented an extensive plateau at the upper region and then a sharp decline, with erosion as the main process. The granulometric composition of the two beds was very similar, with a predominance of fine sand, with low to moderate selection. The average air and sediment temperatures at Camaroeiro were 23.08°C and 23.73°C, respectively, while in the Cidade was 22.55°C and 23.98°C, respectively. The mean areas of the Camaroeiro and Cidade beds were 586.73 m² and 464.48 m², respectively. On both beds there were gradual decreases in these areas. At Camaroeiro the interstitial salinity ranged from 22 to 34, while at Cidade from 25 to 34. The average percentage of calcareous on the Camaroeiro bed showed a variation from 3.74 to 11.99%, while on the Cidade bed it ranged from 5.55 to 14.30%. The average percentage of organic matter presented minimum and maximum of 0.74% to 8.40% at Camaroeiro, while the Cidade bed presented 2.62% and 7.98%.

1.1. INTRODUÇÃO

As praias são ambientes dinâmicos com estrutura e topografia determinadas por características da areia e da água, tais como a granulometria do sedimento, ondas, marés e correntes (McLachlan & Dorvlo, 2005; McLachlan & Brown, 2006). Estes ambientes cobrem cerca de dois terços das regiões costeiras não congeladas do mundo e historicamente sofrem um alto impacto causado por ação antrópica, como atividades turísticas, comerciais e industriais, além daquelas de caráter natural (Garcia & Servera, 2003; Vasconcelos & Coriolano, 2008; Defeo *et al.*, 2009).

Uma das regiões mais exposta da praia é a entremarés, que sofre a influência de fatores ambientais, como salinidade, aporte de água doce, teor de oxigênio, inclinação da praia e granulometria do sedimento, os quais estão sob efeito da hidrodinâmica local. Estes, por sua vez, atuam diretamente na abundância, composição e distribuição das espécies (Ansell *et al.*, 1972; Jaramillo & Gonzalez, 1991; McLachlan *et al.*, 1993; McLachlan, 1996; Amaral *et al.*, 2003; McLachlan & Brown, 2006). Observa-se, na maioria dos estudos, um aumento na riqueza e na abundância da macrofauna de praias do tipo refletivas, com acentuada declividade e granulometria predominantemente grossa; para as dissipativas, com declividade suave e dominância de areia fina (McLachlan & Dorvlo, 2005, 2007).

Assim como os fatores ambientais determinam a composição das comunidades e regulam a dinâmica populacional, os organismos podem modificar o ambiente em que vivem. Esta modificação pode ocorrer de várias formas, tanto por meio de alterações químicas, no processo do transporte de solutos no sedimento (Aller & Yingst, 1985), como por alterações físicas, com a formação de substratos biológicos, que é o caso das espécies bioengenheiras (Paine, 1976; Seed, 1976; Carranza *et al.*, 2009). Dentre as principais

espécies bioengenheiras de ambientes praias estão os Mytilidae (Bivalvia), que se aglomeram formando grandes bancos. Estes bancos são constituídos por uma matriz de indivíduos vivos, conchas mortas, sedimento, fezes, pseudofezes e filamentos do bisso. Esta estrutura forma um ambiente tridimensional que aumenta a complexidade ambiental, e pode gerar diferentes micro-habitats que possibilitam o estabelecimento de diversos organismos (Seed, 1996; Saier, 2002; Hammond & Griffiths, 2004).

Devido à importância deste tipo de substrato, este capítulo tem como objetivo caracterizar a estrutura de dois bancos de *Mytella charruana* d'Orbigny, 1842 (Mytilidae: Bivalvia).

1.2. MATERIAIS E MÉTODOS

1.2.1. Localização dos bancos de *Mytella charruana*

As coletas foram realizadas em dois bancos de *M. charruana*, nas praias do Camaroeiro (23°37'38"S, 45°23'50"W – WGS84) e da Cidade (23°37'27"S, 45°23'56"W - WGS84), localizadas na parte norte da enseada de Caraguatatuba (Fig. 1.1), município de Caraguatatuba, Litoral Norte do Estado de São Paulo.

A enseada é limitada ao sul e sudeste pelas serras de São Sebastião e ilha de São Sebastião, a oeste, norte e nordeste pelas escarpas da serra de Caraguatatuba e por morros baixos isolados (Cruz *et al.*, 1985), possui uma extensão de aproximadamente 12 km e largura máxima de 7 km (Teissedre *et al.*, 1981). A enseada é circundada por ilhas e projeções rochosas da serra do Mar, encontrando-se em uma região semi-abrigada e protegida da incidência direta das ondas. Quanto à hidrodinâmica, é possível observar dois sistemas de trens de ondas, um mais expressivo proveniente de nordeste e outro, secundário, proveniente do sudeste, que ocorre pela ação de sistemas frontais (Souza,

1990). Devido à estrutura da enseada e a presença de bancos arenosos, as ondas que atingem a região são de baixa altura ($<0,5\text{m}$) e apresentam arrebentação distante da linha de maré baixa, o que leva a ampliação da zona de surfe (Farinaccio & Tessler, 2006).

A enseada apresenta um molhe principal, junto à desembocadura do rio Ipiranga, e outros dois secundários, posicionados perpendicularmente à linha da costa. Farinaccio & Tessler (2006) verificaram que a presença destas estruturas propicia um acúmulo de sedimentos no lado norte dos molhes, gerando uma deficiência na porção sul, alterando drasticamente a morfodinâmica do perfil praiar, por impedir o transporte longitudinal.



Figura 1.1 – Litoral Norte do Estado de São Paulo; em destaque (setas) as praias do Camaroeiro e da Cidade. Modificado de Omena & Amaral (1997).

A praia do Camaroeiro (Fig. 1.2a) possui uma extensão de cerca de 300 m, delimitada no extremo norte pela ponta do Camaroeiro e ao sul pelo rio Ipiranga, o qual a separa da praia da Cidade. A largura da região entremarés é de aproximadamente 50 m. O banco de sururu dessa praia encontrava-se a 200 m do rio Ipiranga, em direção norte. Este banco, com 40 m de comprimento e 20 m de largura, situado paralelamente à linha d'água, era de formato elipsóide com uma borda adensada de *M. charruana*, formando uma poça de maré em seu centro, onde os mitilídeos se encontravam dispersos e enterrados no substrato (Fig. 1.3).

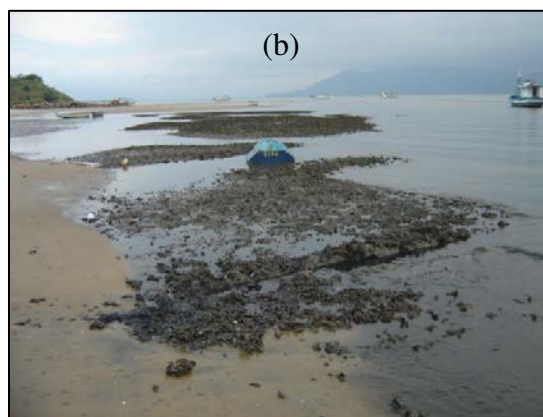
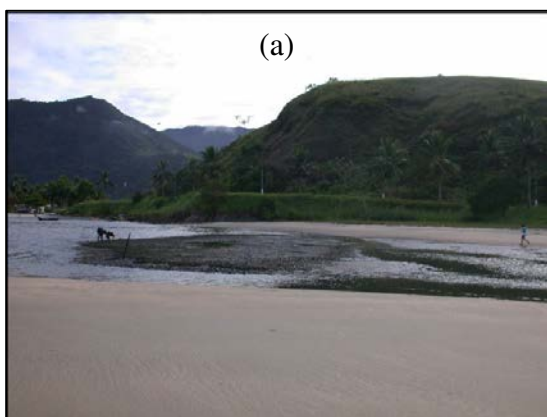


Figura 1.2 - Fotos dos bancos de *Mytella charruana* das praias do Camaroeiro (a) e da Cidade (b). Fotos de A. Cecília Z. Amaral.



Figura 1.3 - Detalhe do banco de *Mytella charruana* localizado na região do médio litoral inferior da praia do Camaroeiro, mostrando os sururus dispersos e soterrados pelo sedimento. Foto de A. Cecília Z. Amaral.

A praia da Cidade (Fig. 1.2b) ocupa toda a orla do centro da cidade de Caraguatatuba até o rio Santo Antônio. Na parte norte da praia, onde se encontrava o banco de sururu, a região entremarés alcança aproximadamente 60 m. O banco de 30 m de comprimento e 18 m de largura se localizava a cerca de 30 m do rio Ipiranga, em direção sul, disposto paralelamente à linha de praia era de formato irregular a elipsóide, com diversas poças delimitadas por denso agregado de *M. charruana*.

1.2.2. Procedimentos de coleta

Foram realizadas amostragens mensais, durante a maré baixa de sizígia, entre fevereiro de 2006 e fevereiro de 2007, na praia do Camaroeiro, e entre abril de 2006 e abril de 2007, na praia da Cidade. Em cada mês o perfil das praias foi obtido de acordo com o método de Emery (1961), que consiste em medir o desnível de pontos sucessivos em um transecto perpendicular ao nível d'água. A área de cada banco foi avaliada por meio da fórmula da área de uma elipse, usando-se as medidas de comprimento e largura como diâmetros.

Na parte central de cada banco de *M. charruana*, foi delimitado um setor retangular (15 X 20 m) perpendicular à linha d'água. Nesta área foram traçados 15 transectos e a cada mês sorteava-se um destes para amostragem (Fig. 1.4). Em cada transecto foram estabelecidos três níveis: superior, médio e inferior, sendo este último o mais próximo à linha d'água. Em cada nível foram medidas as temperaturas do ar e do sedimento, com auxílio de um termômetro de laboratório comum, e a salinidade da água intersticial, com auxílio de um refratômetro portátil tipo Goldberg T/C modelo 10419. De cada nível foram retiradas amostras de sedimento para análises granulométricas e dos teores de matéria orgânica e de calcário.

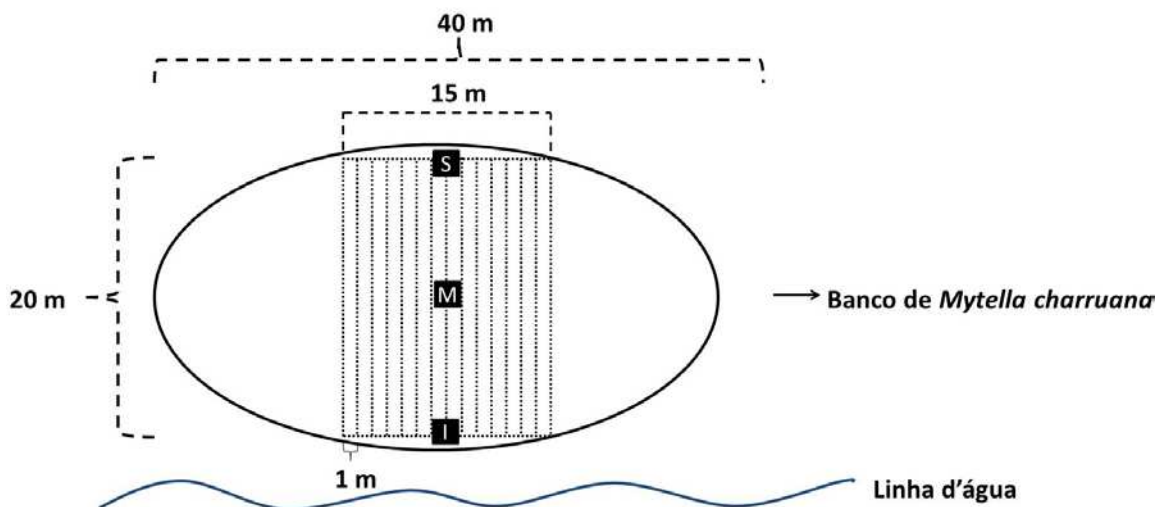


Figura 1.4 – Esquema padrão dos bancos de *Mytella charruana* e do desenho amostral. A linha contínua representa o banco de *M. charruana* e as pontilhadas representam os transectos. S – nível superior; M – nível médio; I – nível inferior.

1.2.3. Análise dos dados

A técnica de Suguio (1973) foi utilizada para a análise granulométrica. Os dados granulométricos foram calculados por um programa desenvolvido no Laboratório de Sedimentologia do Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (USP), e os parâmetros estatísticos, calculados com base no método de Folk & Ward (1957). A determinação dos teores de calcário e matéria orgânica seguiu a metodologia proposta por Amoureux (1966).

Os pressupostos das análises estatísticas paramétricas foram analisados com o teste de Shapiro-Wilk, para a normalidade dos dados, e o teste de Bartlett, para a homogeneidade de variâncias. Os dados que não obedeceram aos pressupostos foram transformados em $\log_{10}(x + 1)$. Nos casos em que os dados, mesmo logaritmizados, não apresentaram uma distribuição normal e/ou homogeneidade nas variâncias, foi utilizado um teste não paramétrico para a análise com os dados brutos. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado

para analisar os parâmetros ambientais entre os meses e os níveis, e o teste de Wilcoxon (também conhecido como Mann-Whitney) foi utilizado para comparar os bancos.

Para verificar se, durante o período amostrado, houve diferenças nas áreas e nas temperaturas do ar e do sedimento entre os dois bancos foi utilizado o teste t bicaudal. Para as demais variáveis ambientais e granulométricas (salinidade da água intersticial, teores de calcário e de matéria orgânica, diâmetro médio dos grãos e porcentagem de grânulos, areia e silte) foi utilizada a análise de variância hierárquica bifatorial (com os níveis hierarquizados nas praias), quando os pressupostos do teste não foram obedecidos, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico R, versão 2.13 (R Development Core Team, 2011).

1.3. RESULTADOS

O perfil praiial do Camaroeiro apresentou uma declividade acentuada desde o supralitoral, terminando em uma pequena planície no nível d'água, antes da área ocupada pelo banco de sururu (Fig. 1.5), que se localizava a aproximadamente 15 cm de altura em relação ao nível do mar. A variação do perfil desta praia, entre os meses de março de 2006 a fevereiro de 2007, foi pequena (Fig. 1.6a), sendo a região onde se localizava o banco a que apresentou maior variância.

Na praia da Cidade observou-se um platô na região superior com cerca de 15 m (Fig. 1.5), e em seguida um acentuado declive contínuo até o banco, que se localizava em torno de 18 cm acima do nível d'água. A variação do perfil desta praia, entre os meses de maio de 2006 a fevereiro de 2007, foi maior que a da praia do Camaroeiro, ocorrendo desde o final do platô superior (Fig. 1.6b).

As duas praias apresentaram variações nos perfis durante o período estudado. No Camaroeiro é possível observar uma periodicidade nos processos de deposição e erosão dos sedimentos (Fig. 1.6a). Na região inferior da praia (a partir de 35 m nas figuras 1.5 e 1.6) ocorreu deposição de sedimentos durante o período de março de 2006 a agosto de 2006, erosão de setembro de 2006 a novembro de 2006 e deposição a partir de dezembro de 2006. Na Cidade o processo principal foi o de erosão durante o período estudado (Fig 1.6b).

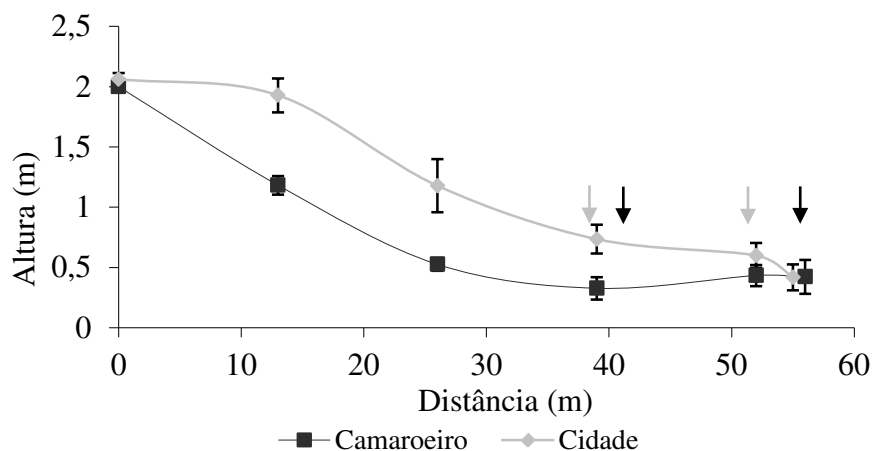


Figura 1.5 – Variação média do perfil das praias do Camaroeiro e da Cidade, entre maio de 2006 a fevereiro de 2007. As setas indicam a localização dos bancos de *Mytilus charruana*. Barras indicam desvio padrão.

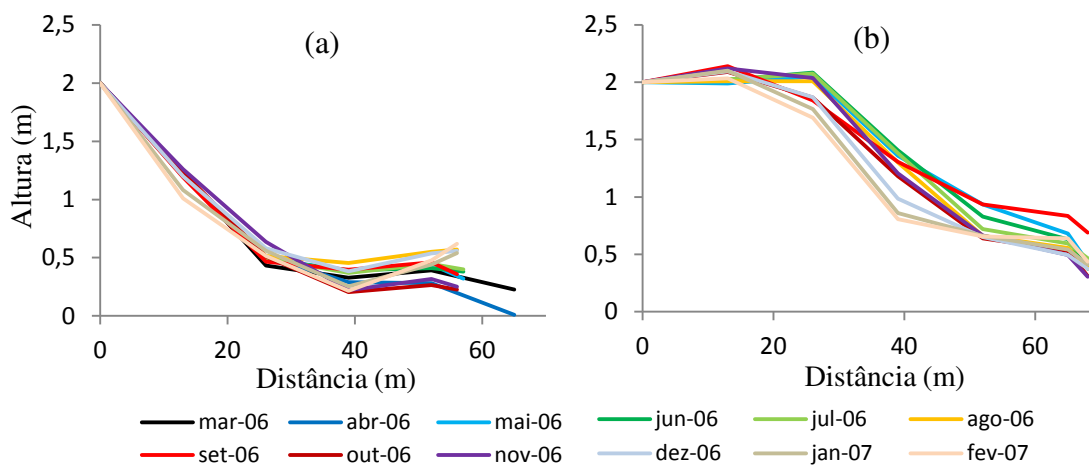


Fig. 1.6 – Perfil das praias durante o período de março de 2006 a fevereiro de 2007, no Camaroeiro (a), e de maio de 2006 a fevereiro de 2007, na Cidade (b).

A composição granulométrica do banco do Camaroeiro foi predominantemente de areia fina, pobre a moderadamente selecionada (Tab. 1.1; Fig. 1.7a). O banco da Cidade apresentou uma composição granulométrica semelhante a do Camaroeiro, areia fina, pobre a moderadamente selecionada, ocorrendo pequenas variações nos diferentes níveis (Tab. 1.1; Fig. 1.7b).

Tabela 1.1 – Classificação granulométrica e grau de seleção do sedimento nos níveis inferior, médio e superior dos bancos de *Mytella charruana* na praia do Camaroeiro, entre fevereiro de 2006 a fevereiro de 2007, e na da Cidade, entre abril de 2006 a março de 2007. Classificação granulométrica e grau de seleção de acordo com Suguio (1973).

	Classificação granulométrica			Grau de seleção		
	Inferior	Médio	Superior	Inferior	Médio	Superior
Camaroeiro						
fev-06	areia fina	areia muito fina	areia fina	pobrememente	moderadamente	pobrememente
mar-06	areia média	areia fina		pobrememente	moderadamente	
abr-06	areia muito fina	areia fina	areia fina	moderadamente	moderadamente	pobrememente
mai-06	areia grossa	areia fina	areia fina	pobrememente	moderadamente	moderadamente
jun-06	areia média	areia fina	areia média	moderadamente	pobrememente	moderadamente
jul-06	areia muito fina	areia fina	areia fina	moderadamente	pobrememente	pobrememente
ago-06	areia fina	areia fina	areia fina	pobrememente	moderadamente	pobrememente
set-06	areia fina	areia fina	areia fina	pobrememente	pobrememente	pobrememente
out-06	areia fina	areia muito fina	areia fina	moderadamente	moderadamente	moderadamente
nov-06	areia média	areia média	areia fina	pobrememente	pobrememente	pobrememente
dez-06	areia fina	areia muito fina	areia fina	pobrememente	moderadamente	bem selecionada
jan-07		areia fina	areia fina		moderadamente	pobrememente
fev-07		areia fina	areia fina		moderadamente	moderadamente
Cidade						
abr-06	areia fina	areia grossa	areia fina	moderadamente	pobrememente	moderadamente
mai-06	areia fina	areia fina	areia fina	pobrememente	moderadamente	pobrememente
jun-06	areia fina	areia fina	areia fina	pobrememente	pobrememente	pobrememente
jul-06	areia fina	areia fina	areia fina	pobrememente	pobrememente	moderadamente
ago-06	areia fina	areia fina	areia fina	pobrememente	pobrememente	pobrememente
set-06	areia fina	areia fina	areia fina	pobrememente	pobrememente	pobrememente
out-06	areia fina	areia fina	areia fina	pobrememente	pobrememente	moderadamente
nov-06	areia média	areia fina	areia fina	pobrememente	moderadamente	pobrememente
dez-06	areia média	areia fina	areia fina	pobrememente	pobrememente	pobrememente
jan-07	areia fina	areia fina	areia fina	pobrememente	pobrememente	pobrememente
fev-07	areia fina	areia fina	areia fina	pobrememente	pobrememente	pobrememente
mar-07	areia fina	areia fina	areia fina	pobrememente	pobrememente	pobrememente

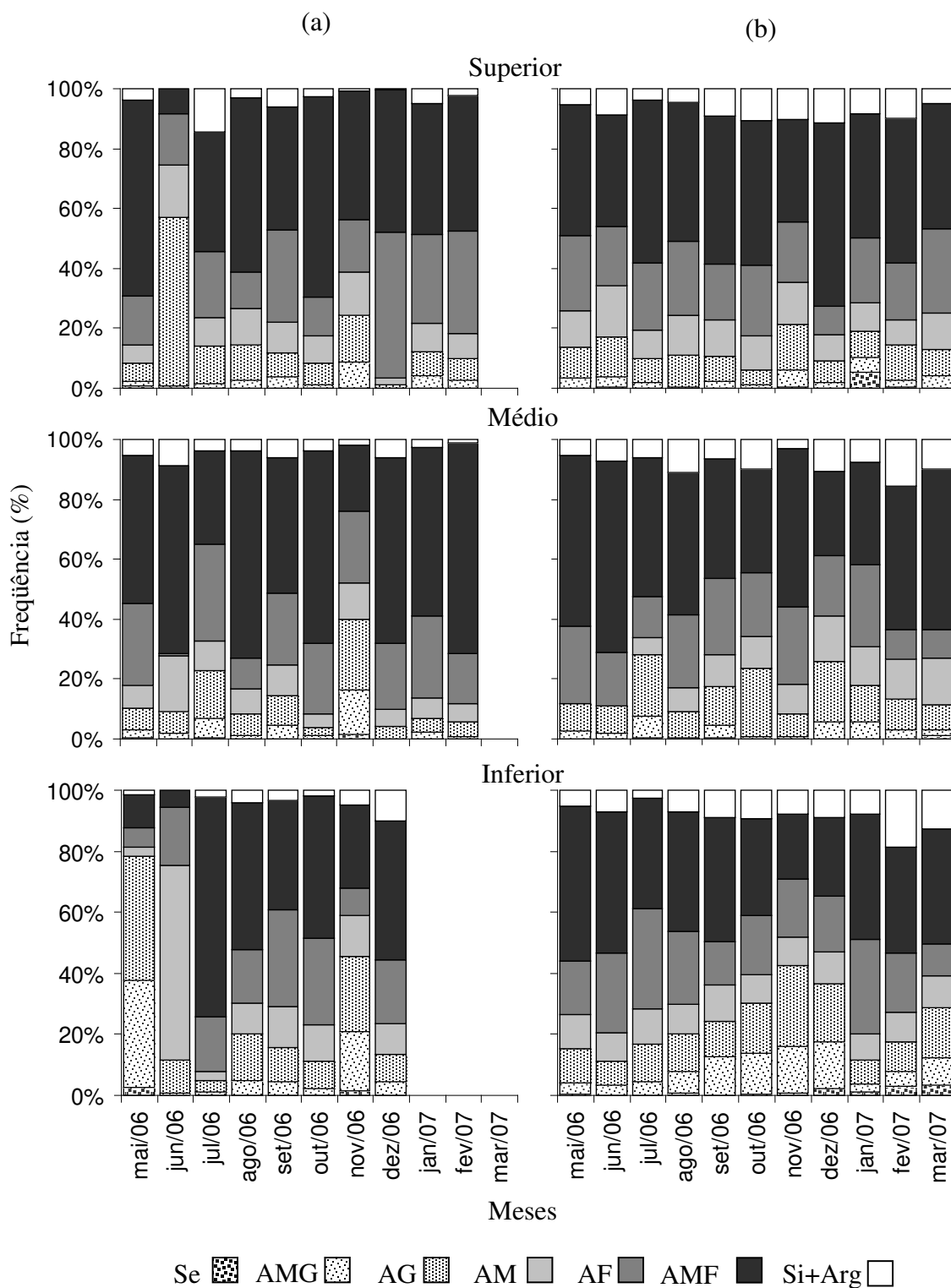


Figura 1.7 - Composição do sedimento dos bancos de *Mytella charruana* do Camaroeiro (a) e da Cidade (b) nos níveis superior, médio e inferior, durante o período de maio de 2006 a março de 2007. Se – seixo; AMG – areia muito grossa; AG – areia grossa; AM – areia média; AF – areia fina; AMF – areia muito fina; Si+Arg – silte e argila.

As temperaturas médias do ar e do sedimento do banco do Camaroeiro foram de 23,08°C (DP±4,07) e 23,73°C (DP±3,43), respectivamente (Fig. 1.8a). Não houve diferença significativa entre as temperaturas do ar e do sedimento ($t=-0,44$, $gl=23,34$, $p=0,66$). A temperatura do ar teve o valor mínimo de 17°C em junho de 2006 e o máximo de 30,5°C em fevereiro de 2007. A temperatura do sedimento teve o valor mínimo de 18°C em agosto de 2006 e o máximo de 29°C em fevereiro de 2007 (Fig. 1.9a).

O banco da Cidade apresentou temperaturas médias do ar e do sedimento de 22,55°C (DP±4,29) e 23,98°C (DP±2,79), respectivamente (Fig. 1.8b). Não houve diferença significativa entre as temperaturas do ar e do sedimento ($t=-0,93$, $gl=17,19$, $p=0,36$). A temperatura do ar teve o valor mínimo de 17,5°C em agosto de 2006 e o máximo de 30°C em fevereiro de 2007 e a do sedimento teve o valor mínimo de 20°C em setembro de 2006 e o máximo de 29°C em fevereiro de 2007 (Fig. 1.9b).

As temperaturas do ar e do sedimento não diferiram significativamente entre os dois bancos (temp. do ar: $t=0,31$, $gl=20,92$, $p=0,76$; temp. do sed.: $t=-0,20$, $gl=21,98$, $p=0,84$).

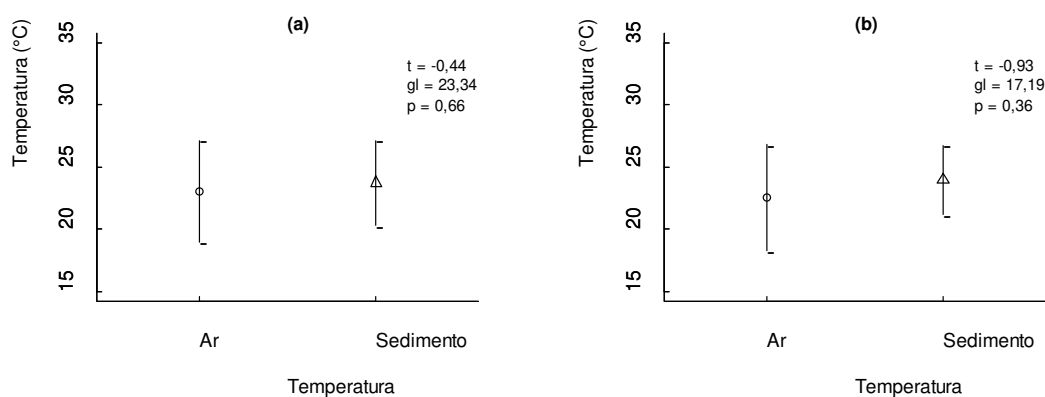


Figura 1.8 – Médias das temperaturas (°C) do ar e do sedimento nos bancos do Camaroeiro (a) e da Cidade (b), barras indicam o desvio padrão.

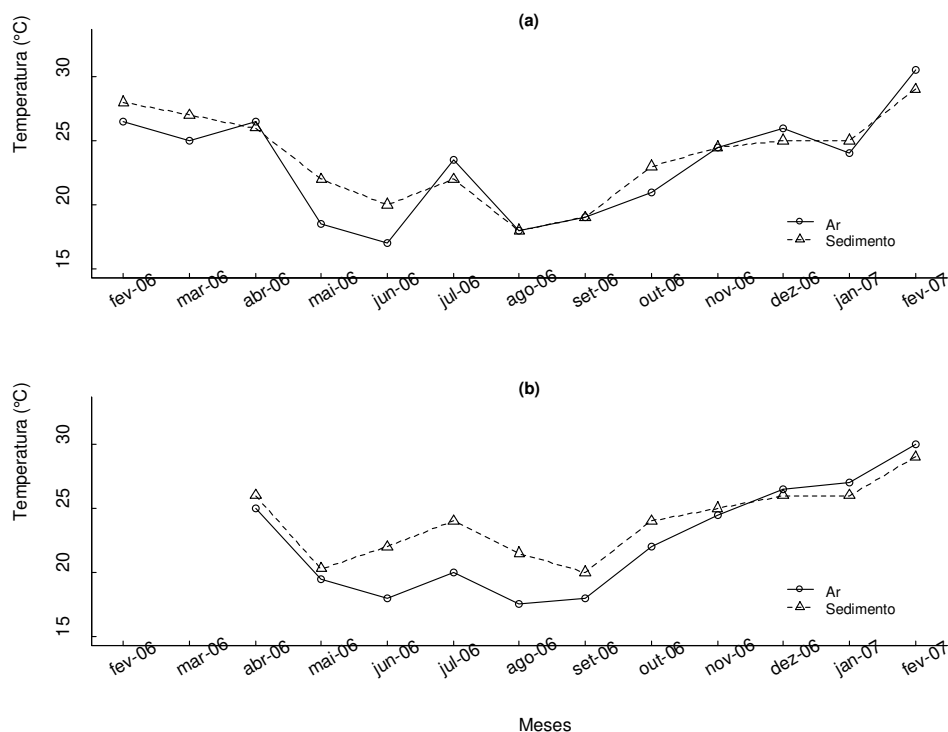


Figura 1.9 – Temperaturas do ar e do sedimento durante o período de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2007 no banco do Camaroeiro (a) e de abril de 2006 a fevereiro de 2007 no banco da Cidade (b).

Os valores médios do comprimento e largura do banco do Camaroeiro foram de 43,08 m (DP±2,93) e 17,25 m (DP±1,74), respectivamente e a área média calculada foi de 586,73 m² (DP±97,19). Durante o período amostrado houve uma diminuição gradual na área do banco, inicialmente era de 772,83 m² e em fevereiro de 2007 passou a ter 477,52 m² (Fig. 1.10).

O banco da Cidade apresentou valores médios de comprimento e largura de 30,65 m (DP±1,56) e 19,25 m (DP±1,73), respectivamente, e área média de 464,48 m² (DP±57,18). Durante o período amostrado também ocorreu uma diminuição na área do banco, porém menor que a verificada no Camaroeiro, inicialmente era de 511,29 m² e em fevereiro de 2007 de 373,85 m² (Fig. 1.10). Durante o período de estudo, o banco da Cidade sempre foi menor em tamanho e sofreu menor variação que o do Camaroeiro ($t=3,85$, $gl=20,84$, $p<0,001$).

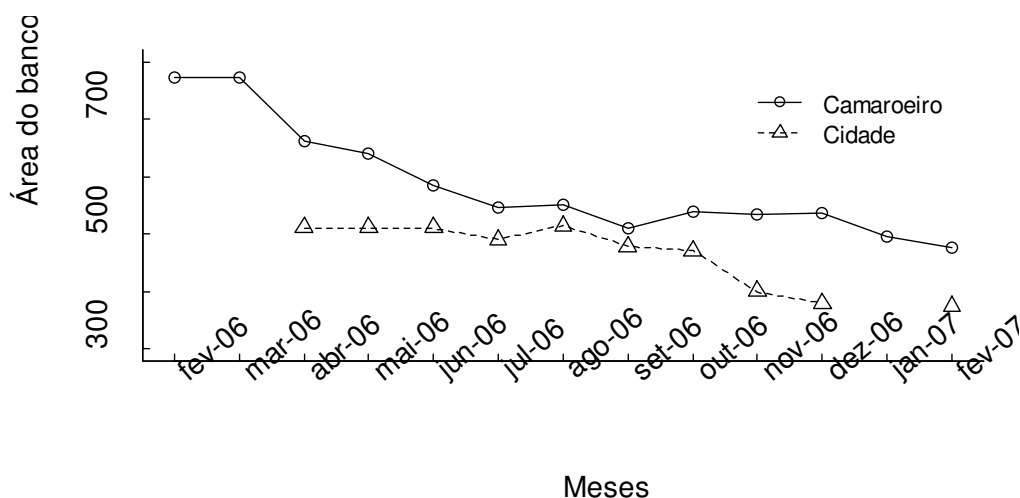


Figura 1.10 – Área do banco de *Mytella charruana* durante o período de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2007 do Camaroeiro e de abril de 2006 a fevereiro de 2007 da Cidade.

No banco do Camaroeiro a salinidade média da água intersticial foi de 30,53 ($DP \pm 2,17$). Houve pouca variação da salinidade nos níveis inferior e médio, porém ocorreu uma queda acentuada em janeiro de 2007 no superior (22), o maior valor registrado foi de 34 e ocorreu nos níveis inferior e médio em novembro de 2006. Foi observada uma diferença significativa entre os meses ($K=21,90$, $gl=12$, $p=0,04$, Fig. 1.11a), mas não entre os níveis ($K=2,37$, $gl=2$, $p=0,30$). No banco da Cidade a salinidade média da água intersticial foi de 30,62 ($DP \pm 2,20$). O valor máximo foi de 34, nos níveis inferior e superior em setembro de 2006, e mínimo de 25, no médio em outubro de 2006. Neste banco não houve diferença significativa entre os meses ($K=13,33$, $gl=9$, $p=0,15$, Fig. 1.11a) e os níveis ($K=0,14$, $gl=2$, $p=0,93$). Não foi observada diferença entre os dois bancos estudados ($W=392,5$, $p=0,81$).

O teor médio de calcário no banco do Camaroeiro foi de 8,59% ($DP \pm 2,01$), o valor máximo de 11,99%, no nível inferior em junho de 2006, e o mínimo de 3,74%, no superior

em dezembro de 2006. No banco da Cidade o teor médio de calcário foi de 10,16% (DP $\pm$ 1,19), o valor máximo de 14,30%, no nível médio em novembro de 2006, e o mínimo de 5,55%, no superior em maio de 2006. Não houve diferença significativa entre os meses (F=1,67, gl=12-52, p=0,10, Fig. 1.11b), porém apresentou uma diferença significativa entre os bancos (F=11,10, gl=1-52, p=0,001), e os níveis (F=3,83, gl=4-52, p=0,008).

O teor médio de matéria orgânica no banco do Camaroeiro foi de 4,71% (DP $\pm$ 1,83), apresentando o valor máximo de 8,40%, no nível inferior em outubro de 2007, e o mínimo de 0,74%, no superior em janeiro de 2007. No banco da Cidade o teor médio de matéria orgânica foi de 5,05% (DP $\pm$ 1,19), com valor máximo de 7,98%, no nível inferior em fevereiro de 2007, e mínimo de 2,62%, no superior em maio de 2006. Não houve diferença significativa entre os meses (F=1,43, gl=12-52, p=0,18, Fig. 1.12c), os bancos (F=0,005, gl=1-52, p=0,94) e os níveis (F=0,86, gl=4-52, p=0,49).

No banco do Camaroeiro o diâmetro do grão apresentou uma média de 2,50 ϕ (DP $\pm$ 0,54), e teve um diâmetro máximo de 3,09 ϕ , no nível inferior em abril de 2006, e mínimo de 0,76 ϕ , no inferior em maio de 2006. Não houve diferença significativa entre os meses (K=13,33, gl=12, p=0,34) e nem entre os níveis (K = 4,84, gl=2, p=0,09). No banco da Cidade a média do diâmetro do grão foi de 2,44 ϕ (DP $\pm$ 0,45), com diâmetro máximo de 2,99 ϕ , no nível superior em abril de 2006, e mínimo de 0,43 ϕ , no médio em abril de 2006. Na Cidade também não houve diferença entre os meses (K=5,05, gl=11, p=0,93, Fig. 1.11d) e os níveis (K=3,87, gl=2, p=0,14). Não foi registrado diferença entre os bancos (W=775, p=0,15).

Para a porcentagem do tamanho do grão do sedimento (grânulos, areia e silte + argila) foi possível observar que o banco do Camaroeiro apresentou médias de 0,31%

($DP \pm 0,56$), 95,10% ($DP \pm 3,14$) e 4,59% ($DP \pm 3,15$), para grânulos, areia e silte + argila respectivamente. A porcentagem máxima de grânulos foi de 2,48%, no nível inferior em maio de 2006. Não houve diferença significativa nas porcentagens de grânulos entre os meses ($K=15,09$, $gl=12$, $p=0,24$, Fig. 1.11e) e os níveis ($K=3,42$, $gl=2$, $p=0,18$). A porcentagem máxima de areia foi de 99,77%, no nível superior em junho de 2006, e a mínima foi de 85,40%, no superior em julho de 2006. Não houve diferença significativa na porcentagem de areia entre os meses ($K=14,79$, $gl=12$, $p=0,26$, Fig. 1.11f) e os níveis ($K=0,96$, $gl=2$, $p=0,62$). A porcentagem máxima de silte foi de 14,60%, em julho de 2006, e a mínima 0,06%, em junho de 2006, ambas no nível superior. Não foi observada diferenças entre os meses ($F=0,94$, $gl=13-53$, $p=0,52$, Fig. 1.12g) e os níveis ($F=0,22$, $gl=4-53$, $p=0,93$).

No banco da Cidade as porcentagens médias de grânulos, areia e silte + argila foram de, 0,70% ($DP \pm 1,23$), 91,24% ($DP \pm 3,85$) e 8,06% ($DP \pm 3,44$), respectivamente. A porcentagem máxima de grânulos foi de 5,49%, no nível superior em janeiro de 2007, e nulidade em diversas ocasiões nos médio e superior. Não houve diferença significativa na porcentagem de grânulos entre os meses ($K=8,75$, $gl=11$, $p=0,64$, Fig. 1.11e), os níveis ($K=6,0$, $gl=2$, $p=0,05$) e os bancos ($W=479,5$, $p=0,06$). A porcentagem máxima de areia foi de 97,18%, no nível inferior em julho de 2006, e a mínima foi de 78,35%, no inferior em fevereiro de 2007. Houve diferença significativa na porcentagem de areia entre os meses ($K=20,39$, $gl=11$, $p=0,04$, Fig. 1.11f) e os bancos ($W=1031,5$, $p<0,001$), porém não entre os níveis ($K=0,35$, $gl=2$, $p=0,84$). A porcentagem máxima de silte + argila foi de 18,82%, no nível inferior em fevereiro de 2007, e a mínima foi de 1,06%, no médio em abril de 2006. Não houve diferença significativa na porcentagem de silte + argila entre os meses ($F=0,94$,

gl=13-53, $p=0,52$, Fig. 1.11g) e os níveis ($F=0,22$, gl=4-53, $p=0,93$), porém houve entre os bancos ($F=18,03$, gl=1-53, $p<0,001$).

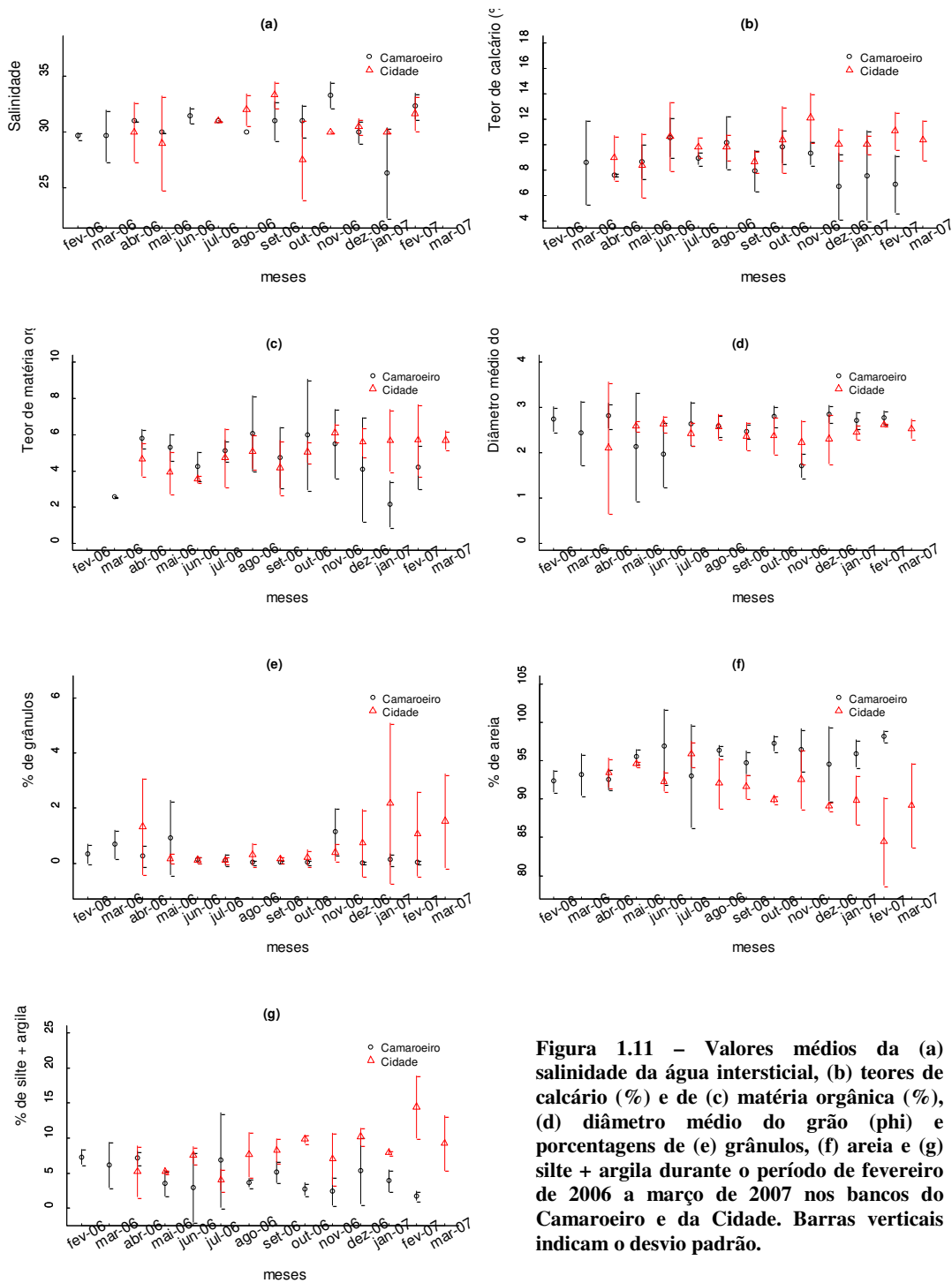


Figura 1.11 – Valores médios da (a) salinidade da água intersticial, (b) teores de calcário (%) e de (c) matéria orgânica (%), (d) diâmetro médio do grão (phi) e porcentagens de (e) grânulos, (f) areia e (g) silte + argila durante o período de fevereiro de 2006 a março de 2007 nos bancos do Camaroeiro e da Cidade. Barras verticais indicam o desvio padrão.

1.4. DISCUSSÃO

O perfil praial do Camaroeiro mostrou uma menor variação na parte superior e maior nas inferiores, fato também constatado por Farinaccio & Tessler (2006), que observaram uma maior dinâmica de deposição e erosão em regiões médias e inferiores da praia. Isto se deve a alta influência da dinâmica da água na parte mais baixa da praia, onde ocorreram processos de erosão e deposição de sedimentos mais acentuados. O perfil praial da Cidade mostra uma estabilidade na plataforma superior (nos primeiros 10m, Fig. 1.5), e uma maior variação abaixo desta região. Segundo Farinaccio & Tessler (2006) na enseada de Caraguatatuba foram construídos 3 molhes, o principal encontra-se junto a desembocadura do rio Ipiranga (Fig. 1.12), próximo de onde o perfil praial da Cidade foi amostrado. Os molhes por sua vez, provocam um grande impacto na dinâmica praial por impedirem o transporte de sedimentos (Souza, 1990; Farinaccio & Tessler, 2006). Periodicamente um banco arenoso emerso que existe na praia do Camaroeiro se une ao molhe principal, possibilitando a passagem de sedimentos para a porção sul do rio Ipiranga, os quais ficam retidos nos molhes secundários (Fig. 1.12). No entanto, quando não ocorre este acréscimo de sedimento, o processo principal da dinâmica praial, na porção sul dos molhes, é o de erosão, o que foi observado na praia da Cidade no decorrer do estudo (Fig. 1.6b).

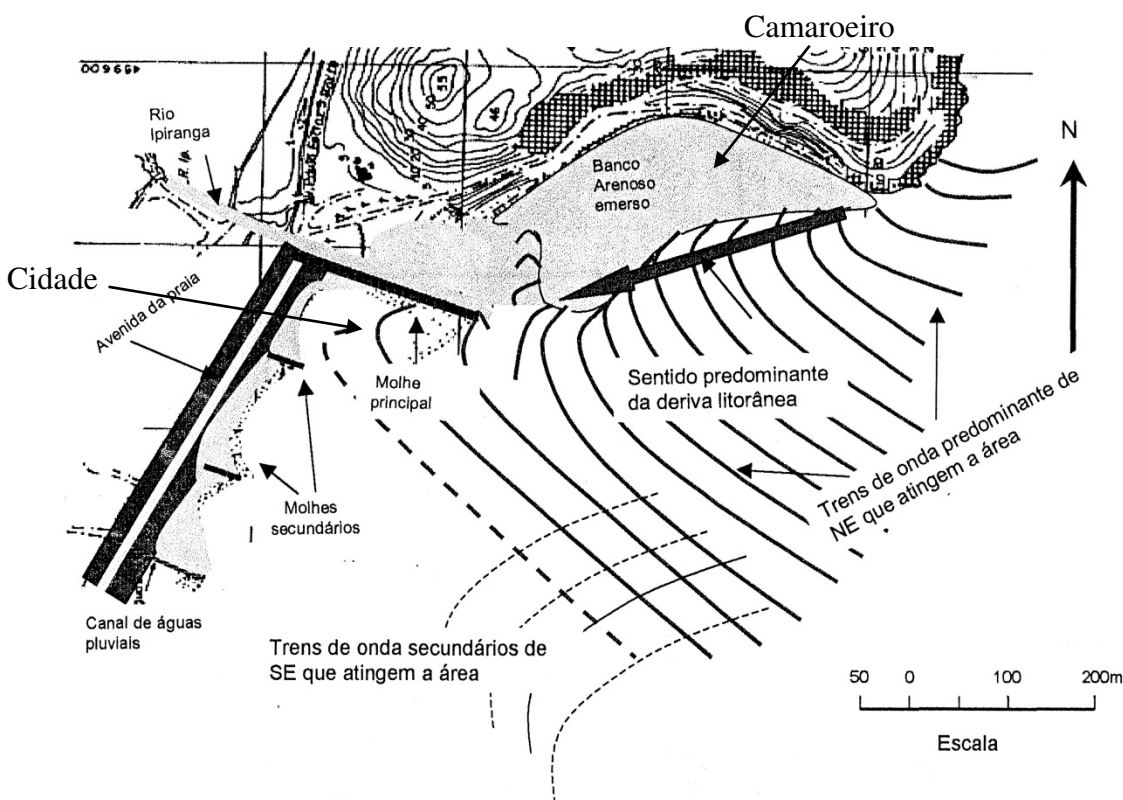


Figura 1.12 – Localização dos três molhes construídos e orientação dos dois trens de ondas que atingem a porção norte da enseada de Caraguatatuba. Retirado de Farinaccio (2000).

Os dois bancos de *Mytella charruana* apresentaram composição do sedimento semelhante, com predominância de areia fina e muito fina com baixo grau de seleção. Foi possível observar o predomínio de sedimentos composto por areia grossa e média principalmente no nível inferior, nos meses de março, maio, junho e novembro de 2006, no Camaroeiro, e em novembro e dezembro de 2006, na Cidade. Estes resultados, predomínio de areia fina e um baixo grau de seleção, com maior proporção de areia grossa em janeiro, abril e junho de 1999, são semelhantes aos obtidos por Farinaccio (2000). O fato da enseada de Caraguatatuba ser protegida da ação direta das ondas (Souza, 1990; Farinaccio, 2000), faz com que os trens de ondas que atingem o Camaroeiro e a Cidade (Fig. 1.12) sejam principalmente de ondas refratadas, apresentando uma baixa energia. Os grãos de areia podem ser transportados por suspensão na coluna d'água e pelo transporte junto ao fundo. Sendo que os grãos mais grossos são transportados principalmente pela segunda

forma. A baixa energia das ondas que atingem a enseada de Caraguatatuba faz com que ocorra preferencialmente o transporte de sedimentos mais leves, representados por areia fina e muito fina, o que explicaria a predominância destes tipos de sedimentos nos dois bancos. Como a porção inferior da praia está sujeita a uma maior dinâmica, em ocasiões de processos erosivos mais intensos, esta sofre acentuadas alterações, o que pode ser observado pela deposição de sedimentos mais grossos.

Os dois bancos de *M. charruana* sofreram diminuição da área total durante o período de estudo, como consequência da própria dinâmica praial. No banco do Camaroeiro, a partir de outubro de 2006, um banco de areia começou a se formar em frente ao nível inferior da região entremarés. Em fevereiro de 2007 o banco de *M. charruana* ficou totalmente isolado, sem contato com o mar, devido ao aumento deposicional de areia no banco arenoso (Fig.1.13). Segundo Farinaccio & Tessler (2006) a formação de um banco arenoso é um processo natural nesta parte da enseada, ocasionado pelo transporte de sedimentos pelas ondas incidentes. Normalmente o banco se une à praia, assoreando parcialmente ou totalmente a desembocadura do rio Ipiranga, no final da primavera e início do verão, retornando à sua configuração mais restrita no inverno (Cruz *et al.*, 1985; Farinaccio & Tessler, 2006). No início de 2006 o banco arenoso estava recuado, fato semelhante também foi registrado por Farinaccio (2000), uma evolução atípica do banco de areia, entre 1998 e 1999, o qual atribuiu tal evolução à passagem de sistemas frontais de sudeste. Esta variação climática é responsável por formações de trens de ondas secundários provenientes do sudeste (Fig.1.12) que regem a configuração dos bancos de areias nesta região (Cruz *et al.*, 1985; Farinaccio & Tessler, 2006).



Figura 1.13 - Praia do Camaroeiro, em janeiro de 2006 (a) e março de 2007 (b), mostrando o banco de areia (BA) formado na região inferior da praia, abaixo do banco de *M. charruana* (sururu - BS). Foto de A. Cecília Z. Amaral.

O impacto causado pela formação do banco arenoso, na frente do banco de *M. charruana* do Camaroeiro, afetou principalmente o nível superior da praia, causando diminuição da salinidade da água intersticial e dos teores de calcário e matéria orgânica. O banco arenoso barrou a passagem de um dos pontos de escoamento do rio Ipiranga, do lado direito do banco de *M. charruana*. Esta alteração fez com que o nível superior do banco ficasse em contato direto com a água proveniente deste rio, o que diminuiu a salinidade da água intersticial no mês de janeiro de 2007. Este isolamento do banco de *M. charruana* na praia do Camaroeiro impediu também a chegada de material alóctone proveniente do mar, o que pode ser observado pela diminuição no teor de calcário e matéria orgânica, no nível superior a partir de dezembro de 2006. Apesar desta diminuição, a partir de dezembro, o teor de matéria orgânica obtidos para os bancos foi relativamente alto, comparado a outros estudos realizados na enseada de Caraguatatuba (Farinnacio, 2000; MacCord, 2005). Isto ocorreu devido ao banco de *M. charruana*, que forma um substrato biológico permitindo o acúmulo de matéria orgânica.

Estas alterações registradas nos bancos de *M. charruana* podem ser atribuídas à dinâmica praial e às ações de variações climáticas. No Camaroeiro, a formação do banco arenoso causou um forte impacto, alterando a salinidade da água intersticial e os teores de matéria orgânica e calcário. Como consequência o banco sofreu um processo gradual de diminuição até o total desaparecimento. No banco de *M. charruana* da Cidade, apesar de apresentar uma maior estabilidade na salinidade da água intersticial e nos teores de matéria orgânica e calcário, o maior impacto antrópico e o processo de erosão fez com que o banco também apresentasse uma diminuição gradual e desaparecimento após o período de coleta. Conforme observação dos pescadores da região, estes bancos desaparecem e surgem novamente.

1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aller, R. C. & Yingst, J. Y. (1985). Effects of the marine deposit-feeders *Heteromastus filiformis* (Polychaeta), *Macoma balthica* (Bivalvia), and *Tellina texana* (Bivalvia) on averaged sedimentary solute transport, reaction rates, and microbial distributions. **Journal of Marine Research**, 43, 615-645.
- Amaral, A. C. Z., Denadai, M. R., Turra, A. & Rizzo, A. E. (2003). Intertidal macrofauna in Brazilian subtropical tide-dominated sandy beaches. **Journal of Coastal Research**, 35, 446-455.
- Amoureux, L. (1966). Étude bionomique et écologique de quelques annélides polychètes des sables intertidaux des côtes ouest de la France. **Archives de Zoologie Experimentale et Generale**, 107, 1-218.
- Ansell, A. D., Sivadas, P., Narayanan, B., Sankaranarayanan, V.N. & Trevalion, A. (1972). The ecology of two sandy beaches in South West India. Seasonal changes in physical and chemical factors and in the macrofauna. **Marine Biology**, 17, 38-62.
- Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D. S., Schlacher, T. A., Dugan, J., Jones, A., Lastra, M. & Scapini, F. (2009). Threats to sandy beach ecosystems: a review. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 81, 1-12.

- Carranza, A., Defeo, O., Beck, M., & Castilla, J. C. (2009). Linking fisheries management and conservation in bioengineering species: the case of South American mussels (Mytilidae). **Reviews of Fish Biology and Fisheries**, 19, 349-366.
- Cruz, O., Suguio, K. & Eichler, B. B. (1985). Sedimentação acelerada de pontais e barras arenosas na Enseada de Caraguatatuba, SP: causas naturais e antrópicas. **Boletim IO-USP**, 33, 39-53.
- Emery, K. O. (1961). A simple method of measuring beach profiles. **Limnology and Oceanography**, 6, 695-710.
- Farinaccio, A. (2000). Alterações relacionadas à ação antrópica na dinâmica dos processos costeiros nas planícies de Praia Grande/ Mongaguá e Enseada de Caraguatatuba, SP. **Dissertação de Mestrado** – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Farinaccio, A. & Tessler, M. G. (2006). Dinâmica de sedimentação atual na ponta do Camaroeiro, porção Norte da Enseada de Caraguatatuba, SP. **Geociências**, 25, 331-344.
- Folk, R. L. & Ward, W. C. (1957). Brazos River Bay, a study in significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, 27, 3-26.
- Garcia, C. & Servera, J. (2003). Impacts of tourism development on water demand and beach degradation on the island of Mallorca (Spain). **Geografiska Annaler**, 85 A, 287-300.
- Hammond, W. & Griffiths, C. L. (2004). Influence of wave exposure on South African mussel beds and their associated infaunal communities. **Marine Biology**, 144, 547-552.
- Jaramillo, E. & Gonzalez, M. (1991). Community structure and zonation of the macroinfauna along dissipative-reflective range of beach category in Southern Chile. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 26, 193-212.
- MacCord, F. S. (2005). Dinâmica populacional e biologia reprodutiva de duas espécies de *Scolecopsis* (Spionidae) e de *Laeonereis acuta* (Nereididae) (Annelida: Polychaeta). **Tese de doutorado** – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- McLachlan, A. (1996). Physical factors in benthic ecology: effects of changing sand particle size on beach fauna. **Marine Ecology Progress Series**, 131, 205-217.
- McLachlan, A. & Brown, A. C. (2006). **The Ecology of Sandy Shores**. Academic Press, Londres.
- McLachlan, A. & Dorvlo, A. (2005). Global patterns in Sandy beach macrobenthic communities. **Journal of Coastal Research**, 21, 674-687.
- McLachlan, A. & Dorvlo, A. (2007). Global patterns in sandy beach macrobenthic communities: biological factors. **Journal of Coastal Research**, 23, 1081-1087.
- McLachlan, A., Jaramillo, E., Donn, E. & Wessels, F. (1993). Sandy beach macrofauna communities and their control by the physical environment: a geographical comparison. **Journal of Coastal Research**, 15, 27-38.

- Omena, E. P. & Amaral, A. C. Z. (1997). Distribuição espacial de polychaeta (Annelida) em diferentes ambientes entremarés de praias de São Sebastião (SP). *In*: Absalão, R.S. & Esteves, A.M. (eds.) **Oecologia Brasiliensis, volume III: Ecologia de Praias Arenosas do Litoral Brasileiro**. Programa de Pós-Graduação em Ecologia – Instituto de Biologia - UFRJ, Rio de Janeiro, pp. 183 – 196.
- Paine, R. T. (1976). A short term experimental investigation of resource partitioning in a New Zealand rocky intertidal habitat. **Ecology**, 52, 1096-1106.
- R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. <URL <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 2011>.
- Saier, B. (2002). Subtidal and intertidal mussel beds (*Mytilus edulis* L.) in the Wadden Sea: diversity differences of associated epifauna. **Helgoland Marine Research**, 56, 44-50.
- Seed, R. (1976). Ecology. *In*: Bayne, B. L. (ed.) **Marine Mussels: Their Ecology and Physiology**. Cambridge University, Cambridge. pp. 13-65.
- Seed, R. (1996). Patterns of biodiversity in the macro-invertebrate fauna associated with mussel patches on rocky shores. **Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom**, 76, 203-210.
- Souza, C. R. G. (1990). Considerações sobre os processos sedimentares quaternários e atuais na região de Caraguatatuba, Litoral Norte do Estado de São Paulo. **Dissertação de mestrado** – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Suguio, K. (1973). **Introdução à sedimentologia**. Editora EDUSP, São Paulo.
- Teissedre, J., Lopes, M. F. C., Sanches, J. L. & Silva, W. F. (1981). **Contribuição da hidrogeologia ao conhecimento estrutural do litoral paulista**. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), pp: 369-380.
- Vasconcelos, F. P. & Coriolano, L. N. M. T. (2008). Impactos sócio-ambientais no litoral: um foco no turismo e na gestão integrada da zona costeira no estado do Ceará/ Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, 8, 259-275.

2. ANÁLISE MORFOMÉTRICA

RESUMO

Com o intuito de identificar parâmetros morfométricos que auxiliem na estimativa do tamanho de *Exogone (Exogone) breviantennata* foram avaliados diferentes parâmetros de exemplares coletados em dois bancos de *Mytella charruana*, localizados nas praias do Camaroeiro e da Cidade, Litoral Norte do Estado de São Paulo. Foram obtidas amostras mensais durante as marés de sizígia, entre fevereiro de 2006 a fevereiro de 2007, no Camaroeiro, e entre abril de 2006 a abril de 2007, na Cidade. Em cada banco de *M. charruana* foram traçados 15 transectos distantes 1 m entre si. Em cada mês um transecto foi sorteado e amostrado em três níveis: superior, médio e inferior. Os parâmetros morfológicos analisados foram: comprimento total do indivíduo; número de segmentos; comprimento, largura e volume do prostômio, do proventrículo e dos setígeros 2, 4 e 6. Para verificar a relação do tamanho do corpo e número de segmentos com os outros parâmetros foram utilizados os modelos linear, quadrático, cúbico, *broken-stick* e de dois segmentos. Para avaliar os parâmetros relacionados ao proventrículo foram utilizados 482 indivíduos e para as demais estruturas, 498. Assim, como em outros estudos realizados com poliquetas, a maioria dos parâmetros morfológicos mostrou uma alta variância, provavelmente devido à deformação que ocorre durante o processo de coleta e fixação dos poliquetas. Para *E. (E.) breviantennata* o comprimento e o volume do proventrículo foram os melhores parâmetros para a estimativa do tamanho total do indivíduo, apresentando uma alta relação com o comprimento total e número de segmentos. O comprimento do proventrículo é o parâmetro mais recomendado, por ser de fácil medição e avaliação, e a relação com o comprimento é quase linear.

ABSTRACT

In order to identify morphometric structures to estimate the size of *Exogone* (*Exogone*) *breviantennata*, samplings in two soft bottom beds of *Mytella charruana* were conducted at Camaroeiro and Cidade beaches – northern coast of the State of São Paulo. Samplings were obtained monthly, on neap tides, between february 2006 and february 2007 at Camaroeiro, and between april 2006 and april 2007 at Cidade. In each mitilid bed 15 transects, 1 m apart from each other, were plotted. In each month one transect was sorted and sampled on three levels: superior, middle and inferior. The morphologic parameters measured were: total length of the body; number of segments; length, width and volume of prostomium, proventricle and 2nd, 4th and 6th chaetigers. To analyze the relationship between total length of the body and number of segments with the other parameters, linear, quadratic, cubic, broken-stick and two-segments models were used. To assess the relationships of the proventricle parameters, a total of 482 specimens were used, and 498 specimens were used for the analysis of other structures. As in other studies about polychaetes, most of the morphometric parameters showed high variance, probably due to deformation that occurs during the fixation process. The length and volume of the proventricle were the most suitable parameters to estimate the size of *E. (E.) breviantennata*, showing strong relationships with the total length and number of segments. The length of the proventricle is recommended to estimate the syllid size once it is easier to measure than the volume, and its relationship with the length of the body is almost linear.

2.1. INTRODUÇÃO

O conjunto de características morfológicas de um organismo possibilita diferentes tipos de estudos, como populacionais, taxonômicos, filogenéticos, comportamentais, ontogenéticos e evolutivos (Gould, 1968; Bartolomaeus *et al.*, 2005; San Martín, 2005; Costa-Paiva & Paiva, 2007; Bueno & Shimizu, 2009). Para tanto, é necessário avaliar e identificar as mudanças relativas em partes do corpo correlacionadas com transformações nas dimensões globais que ocorrem durante a ontogenia, ou seja, é necessário estudar a alometria dos organismos. A abordagem mais comumente utilizada para o estudo da alometria é a equação proposta por Huxley, em 1932 (Gisbert, 1999; Negreiros-Fransozo *et al.*, 2003; Bueno & Shimizu, 2009). A equação relaciona uma parte do corpo (y) com outra (x), tendo por função $y = ax^b$, sendo b o coeficiente de alometria. Quando $b < 1$, o crescimento é alométrico negativo, ou seja, as duas estruturas estão crescendo, porém y cresce a uma taxa menor que x ; se $b > 1$, o crescimento é alométrico positivo, quando y cresce a uma taxa maior que x ; e se $b = 1$, o crescimento é isométrico e as duas estruturas crescem a uma taxa igual. O modo mais fácil de analisar a equação de Huxley é logaritmizando esta equação ($\log(y) = \log(a) + b \cdot \log(x)$), o que irá transformar a função exponencial em uma função linear, sendo b a inclinação desta função, que se pode adquirir por uma regressão simples.

A utilização de uma função linear simples pode não ser a mais apropriada para o estudo de crescimento, pois o coeficiente de alometria nem sempre é fixo durante a ontogênese, podendo proporcionar uma função não linear, ou seja, uma característica morfológica pode variar quanto ao crescimento relativo a outra no decorrer do tempo. Assim, funções não lineares podem fornecer um ajuste mais próximo à realidade. Algumas destas funções podem, por exemplo, apresentar uma modificação na inclinação da reta em

faixas de valores da variável explicativa (regressão segmentada). Modelos deste tipo (*broken-stick* e de dois segmentos) foram aplicados para analisar o crescimento de diferentes organismos marinhos (Shea & Vecchione, 2002; Hall *et al.*, 2006). Katsanevakis *et al.* (2007), tendo como base a teoria da informação de Kullback-Leibler (1951) e a inferência de modelos múltiplos (Burnham & Anderson, 2002), analisaram os modelos linear, quadrático, cúbico, *broken-stick* e de dois segmentos para diferentes organismos. Para a maioria dos táxons estudados, os autores obtiveram um melhor ajuste com o modelo de dois segmentos, não obtendo suporte para o linear. Assim como Katsanevakis *et al.* (2007), Hall *et al.* (2006) observaram um melhor ajuste dos modelos segmentados para duas espécies de caranguejos, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) e *Hypothalassia acerba* Koh & Ng, 2000, e para uma terceira espécie, *Chaceon bicolor* Manning & Holthuis, 1989, encontraram um melhor ajuste para o modelo quadrático.

Diferentemente dos organismos que apresentam partes rígidas como os crustáceos e moluscos, análises morfométricas em poliquetas enfrentam dificuldades devido à fragilidade de seu corpo. A maioria dos indivíduos é encontrada fragmentada, por possuir corpo mole, que se rompe durante a coleta, triagem e/ou fixação (Omena & Amaral, 2001), o que dificulta as análises de dinâmica e crescimento populacional. Uma proposta, como alternativa para a estimativa do tamanho corporal, em estudos desta natureza é a utilização de medições de estruturas corporais. Estruturas morfológicas, como setígeros e prostômio, têm sido usadas como parâmetros de tamanho (Omena & Amaral, 2000; García-Arberas & Rallo, 2004; Martin & Bastida, 2006; Souza & Borzone, 2007). Na família Syllidae Grube, 1850 os estudos populacionais que analisaram classes de tamanho utilizaram as larguras dos setígeros do proventrículo, para a espécie *Streptosyllis verrilli* (Moore, 1907) (Sardá & San Martín, 1992), e o número de segmentos para *S. websteri* Southern, 1914 (Garwood,

1982). No entanto, cada espécie cresce de forma distinta, gerando relações alométricas específicas, assim, uma estrutura utilizada como um bom parâmetro de tamanho para um organismo, pode não servir para outro. Desta forma, o objetivo deste capítulo é estudar o crescimento relativo e identificar os parâmetros morfológicos que melhor se relacionam com o tamanho do Syllidae *Exogone* (*Exogone*) *breviantennata* Hartmann-Schröder, 1959, fornecendo subsídios para futuros estudos sobre a espécie e de outras com aspectos similares.

2.2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1. Amostragem e procedimentos de laboratório

As coletas ocorreram mensalmente durante a maré baixa de sizígia, em dois bancos de *Mytella charruana* d'Orbigny, 1842 nas praias do Camaroeiro, entre fevereiro de 2006 e fevereiro de 2007, e da Cidade, entre abril de 2006 e abril de 2007, ambos localizados na enseada de Caraguatatuba (SP). Na parte central de cada banco foi delimitado um setor retangular, perpendicular à linha d'água (15 x 20 m). Esta área foi dividida em 15 transectos perpendiculares à linha d'água (Fig. 2.1a), e a cada mês sorteava-se um para amostragem. Em cada transecto, foi obtida uma amostra, utilizando-se um quadrado de 0,04 m² (Fig. 2.1b), por nível: superior, médio e inferior, sendo este último o mais próximo à linha d'água.

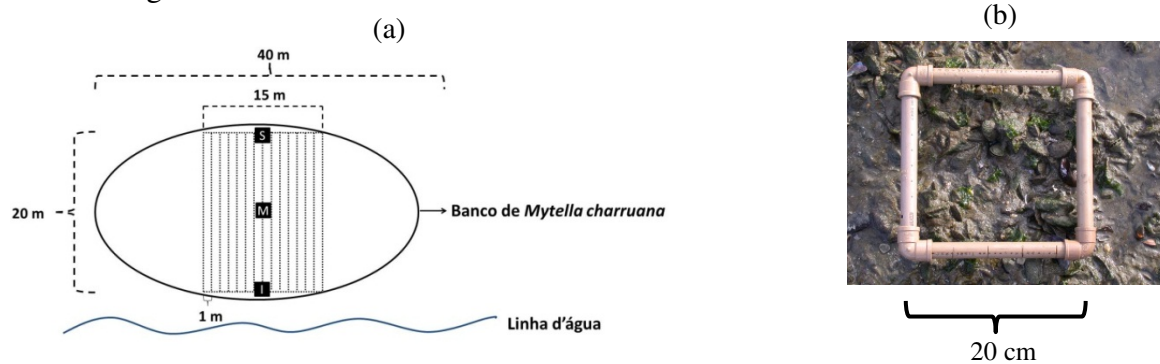


Figura 2.1 – (a) Esquema do banco de *Mytella charruana* e do desenho amostral. S – nível superior; M – nível médio; I – nível inferior. (b) Quadrado amostral de 0,04 m².

Cada amostra consistiu de material obtido por meio de dois tipos de coleta e triagem do substrato do banco:

a) Concha - de cada amostra (0,04m²) foram retirados manualmente 15 indivíduos (concha) de *M. charruana*, no banco do Camaroeiro, e cinco, no banco da Cidade. Foi estabelecida uma redução do número de conchas coletadas no banco da Cidade com o propósito de reduzir o longo tempo dedicado a triagem dos organismos associados a estes indivíduos. A triagem da fauna associada às conchas foi realizada com o auxílio de microscópio estereoscópio, consistindo na retirada dos animais da superfície e do bisso de cada indivíduo.

b) Sedimento - após a retirada das conchas, o substrato remanescente foi removido até uma profundidade de 20 cm e acondicionado em baldes plásticos. Este sedimento removido de cada área amostral foi triado posteriormente, no laboratório do Centro de Biologia Marinha (CEBIMar/USP) com o auxílio de peneiras, de 1,0 e 0,3 mm de malha.

Após os diferentes processos de triagem, os organismos encontrados foram anestesiados em mentol, fixados em formalina a 6% e preservados em álcool a 70%. Posteriormente os indivíduos da família Syllidae foram identificados, e 482 pertencentes à espécie *Exogone (Exogone) breviantennata*, escolhidos ao acaso, foram utilizados para as medições do proventrículo, e 498, para os demais parâmetros.

2.2.2. Parâmetros morfológicos avaliados

Os parâmetros morfológicos analisados em *E. (E.) breviantennata* foram: comprimento total do indivíduo (CT); número total de segmentos (NS); comprimento, largura e volume do prostômio (CP, LP e VP), do proventrículo (CProv, LProv e VProv) e

dos setígeros 2 (C2, L2 e V2), 4 (C4, L4 e V4) e 6 (C6, L6 e V6) (Fig. 2.2). Para o cálculo do volume das estruturas, foi utilizada a fórmula do volume de um cilindro ($v = \pi r^2 h$; sendo r a metade da largura e h o comprimento do parâmetro). Os comprimentos e larguras dos parâmetros estão em mm e os volumes em mm³. Todas as medidas foram obtidas com auxílio de ocular micrométrica em microscópio óptico com aumento de 40x, exceto o comprimento total, para o qual foi utilizado um aumento de 2,5x.

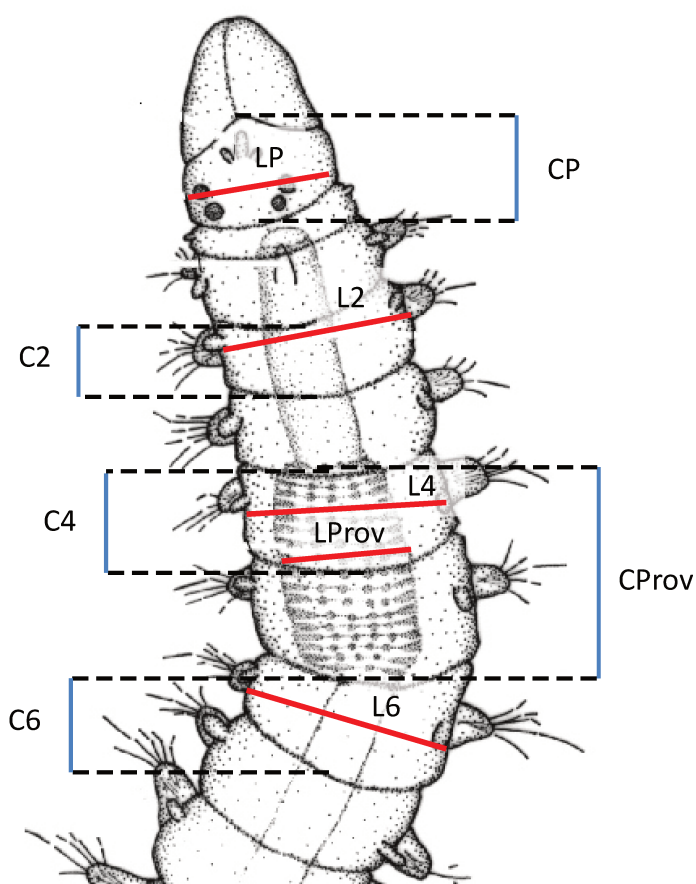


Figura 2.2 – *Exogone (Exogone) brevantennata*. Parâmetros morfológicos analisados: comprimento (linhas azuis) e largura (linhas vermelhas) do prostômio (CP e LP), do proventrículo (CProv e LProv) e dos setígeros 2 (C2 e L2), 4 (C4 e L4) e 6 (C6 e L6). Esquema adaptado de Nogueira (2005).

2.2.3. Análise dos dados

A comparação dos parâmetros morfológicos entre os indivíduos dos dois bancos foi realizada com o teste não paramétrico de Wilcoxon. Para analisar o crescimento relativo, o comprimento total e o número de segmentos foram considerados como parâmetros de tamanho do indivíduo e como variáveis independentes. Os demais parâmetros foram tratados como variáveis dependentes. Para determinar qual parâmetro apresenta a melhor relação com o tamanho corporal, foram realizadas regressões lineares e não lineares com o comprimento total e o número de segmentos com as variáveis dependentes, sendo utilizados cinco modelos matemáticos:

(L) linear, $y = a + bx$;

(Q) quadrático, $y = a + b_1x + b_2x^2$;

(C) cúbico, $y = a + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3$;

(BS) *broken-stick*, $y = a_1 + b_1x$, para $x \leq \text{breakpoint (bp)}$ e
 $y = a_1 + (b_1 - b_2)bp + b_2x$, para $x > bp$;

(DS) dois segmentos, $y = a_1 + b_1x$, para $x \leq bp$ e
 $y = a_2 + b_2x$, para $x > bp$.

O *breakpoint (bp)* é o ponto das regressões segmentadas (*broken-stick* e de dois segmentos) no qual ocorre uma modificação do coeficiente alométrico (b) e foi determinado com o uso da função gerada para a análise dos modelos (Anexo I). Todas as análises morfométricas foram realizadas utilizando o programa estatístico R, versão 2.13 (R Development Core Team, 2011).

A seleção dos modelos que ofereceram suporte aos dados ocorreu com o cálculo do critério de informação de Akaike, modificado por fatores de correção:

$$AICc = n(\ln\left(2\pi \frac{RSS}{n}\right) + 1) + 2k + \frac{2k(k+1)}{n-k-1}$$

sendo n o número de observações, RSS a soma dos quadrados dos resíduos e k o número de parâmetros da regressão somado 1 (Akaike, 1973).

A diferença entre $AICc$ do modelo i e $AICc$ mínimo dos cinco modelos foi calculada por $\Delta i = AIC_{c,i} - AIC_{c,min}$. De acordo com Burnham & Anderson (2002), modelos com $0 < \Delta i \leq 2$ apresentam um suporte substancial e para $4 < \Delta i < 7$ um suporte consideravelmente menor, por este motivo os modelos que tiveram um $\Delta i > 4$ foram desconsiderados. A evidência a favor do modelo i ser o melhor dentre o conjunto de modelos foi representada pelo peso Akaike (w_i), que foi calculada por $w_i = \frac{e^{-\frac{1}{2}\Delta i}}{\sum_{k=1}^5 e^{-\frac{1}{2}\Delta k}}$ (Akaike, 1983).

2.3. RESULTADOS

Para avaliação dos parâmetros relacionados ao proventrículo foram analisados 482 indivíduos de *E. (E.) brevipennata*, sendo 331 do banco do Camaroeiro e 151 da Cidade. Para os demais parâmetros foram analisados 498 indivíduos, 450 do Camaroeiro e 48 da Cidade.

Os indivíduos da praia da Cidade apresentaram valores significativamente maiores para o comprimento total, número de segmentos e comprimento e volume das estruturas, assim como para a largura do proventrículo, porém a largura das outras estruturas não diferiu entre os dois bancos (Tab. 2.1).

Tabela 2.1 – *Exogone (Exogone) brevantennata*. Média e desvio padrão (DP) dos parâmetros morfológicos medidos dos indivíduos dos bancos do Camaroeiro e da Cidade. O teste não paramétrico de Wilcoxon foi utilizado para a comparação. W – valor do teste de Kedndall; CT – comprimento total; NS – número de segmentos; CP – comprimento do prostômio; LP – largura do prostômio; VP – volume do prostômio; C2 – comprimento do 2° setígero; L2 – largura do 2° setígero; V2 – volume do 2° setígero; C4 – comprimento do 4° setígero; L4 – largura do 4° setígero; V4 – volume do 4° setígero; C6 – comprimento do 6° setígero; L6 – largura do 6° setígero; V6 – volume do 6° setígero; CProv – comprimento do proventrículo; LProv – largura do proventrículo; VProv – volume do proventrículo; (N.S.) – valores não significativos. As medidas dos comprimentos e larguras estão em mm e dos volumes, em mm³.

Parâmetros	Camaroeiro		Cidade		W	p
	média	DP	média	DP		
CT	1,55	0,475	1,90	0,621	51080,5	< 0,001
NS	22,72	4,374	24,38	4,505	62863	< 0,001
CP	0,048	0,011	0,053	0,008	8701,5	< 0,001
LP	0,107	0,013	0,111	0,015	10650,5	0,05
VP	4,5 * 10 ⁻⁴	1,9 * 10 ⁻⁴	5,3 * 10 ⁻⁴	1,9 * 10 ⁻⁴	9091	< 0,001
C2	0,044	0,010	0,051	0,009	6589	< 0,001
L2	0,141	0,023	0,146	0,026	11268	0,29 (N.S.)
V2	7,2 * 10 ⁻⁴	3,4 * 10 ⁻⁴	9,0 * 10 ⁻⁴	3,8 * 10 ⁻⁴	8623,5	< 0,001
C4	0,056	0,015	0,064	0,016	7315,5	< 0,001
L4	0,157	0,029	0,164	0,032	10126,5	0,169 (N.S.)
V4	11,5 * 10 ⁻⁴	6,2 * 10 ⁻⁴	14,1 * 10 ⁻⁴	6,9 * 10 ⁻⁴	8393,5	0,001
C6	0,068	0,017	0,079	0,020	7899	< 0,001
L6	0,152	0,028	0,160	0,034	10653	0,115 (N.S.)
V6	13,1 * 10 ⁻⁴	6,8 * 10 ⁻⁴	16,9 * 10 ⁻⁴	9,2 * 10 ⁻⁴	8799	< 0,001
Cprov	0,125	0,020	0,134	0,022	18442	< 0,001
Lprov	0,079	0,010	0,081	0,011	21043,5	0,006
Vprov	6,1 * 10 ⁻⁴	2,7 * 10 ⁻⁴	7,4 * 10 ⁻⁴	3,0 * 10 ⁻⁴	20078,5	< 0,001

Analisando os modelos do banco do Camaroeiro foi possível observar que o de dois segmentos foi o único que ofereceu um bom suporte ($\Delta i < 4$) a todos os parâmetros analisados, tanto para a relação com o comprimento total quanto para o número de segmentos (Tab. 2.2, Tab.2.4). Para as relações com o comprimento total, os modelos linear e quadrático foram os únicos que não apresentaram suporte algum ($\Delta i > 10$): o linear para o comprimento do 2°, 4° e 6° setígeros, volume do 4° e 6° setígeros e para a largura e volume do proventrículo; e o quadrático para a largura e volume do proventrículo (Tab. 2.2). Para

as relações com o número de segmentos, na praia do Camaroeiro, o modelo linear não apresentou suporte para nenhum parâmetro e somente o de dois segmentos apresentou suporte para o volume do proventrículo (Tab. 2.4). A maioria dos parâmetros apresentou uma alometria negativa ($b < 1$), somente os volumes das estruturas apresentaram uma alometria positiva ($b > 1$) para as relações do comprimento total (Tab. 2.3, Fig. 2.3) e do número de segmentos (Tab. 2.5, Fig. 2.4). Os parâmetros que melhor se relacionaram com os de tamanho foram os do proventrículo: com o comprimento apresentando um $r_{ajustado}^2 = 0,756$ para o comprimento total e $r_{ajustado}^2 = 0,679$ para o número de segmentos; a largura com um $r_{ajustado}^2 = 0,663$ para o comprimento total e $r_{ajustado}^2 = 0,656$ para o número de segmentos; e o volume com um $r_{ajustado}^2 = 0,753$ para o comprimento total e $r_{ajustado}^2 = 0,729$ para o número de segmentos.

No banco da Cidade todos os modelos ofereceram algum suporte para as relações analisadas ($\Delta i < 10$). Para as relações com o comprimento total os modelos *broken-stick* e o de dois segmentos ofereceram um bom suporte ($\Delta i < 4$) para todos os parâmetros, enquanto o linear e o quadrático somente não ofereceram um bom suporte para o comprimento do prostômio (Tab. 2.6). Para as relações com o número de segmentos somente o modelo de dois segmentos apresentou um bom suporte para todos os parâmetros analisados (Tab. 2.8). Assim como para os modelos do Camaroeiro, os volumes das estruturas apresentaram uma alometria positiva, tanto para as relações com o comprimento total (Tab. 2.7, Fig. 2.5), quanto para o número de segmentos (Tab. 2.9, Fig. 2.6). Na Cidade, além dos volumes, outros parâmetros também apresentaram alometria positiva, como o comprimento do prostômio e do 6º setígero e a largura do 2º setígero para as relações com o comprimento total (Tab. 2.7), e a largura do 2º, 6º e do proventrículo para o número de segmentos (Tab.

2.9). Os parâmetros que melhor se relacionaram com o tamanho também foram os do proventrículo: com o comprimento apresentando um $r_{ajustado}^2 = 0,766$ para o comprimento total e $r_{ajustado}^2 = 0,646$ para o número de segmentos; a largura com um $r_{ajustado}^2 = 0,638$ para o comprimento total e $r_{ajustado}^2 = 0,627$ para o número de segmentos; e o volume com um $r_{ajustado}^2 = 0,765$ para o comprimento total e $r_{ajustado}^2 = 0,711$ para o número de segmentos.

Tabela 2.2 – Banco do Camaroeiro - Valores de Akaike (AICc), diferença de Akaike (Δi) e peso de Akaike (w_i) para os modelos linear (L), quadrático (Q), cúbico (C), *broken-stick* (BS) e de dois segmentos (DS) para as relações do comprimento total com os parâmetros morfológicos dos indivíduos. Em negrito, o w_i dos modelos com $\Delta i < 4$. CT – comprimento total; NS – número de segmentos; CP – comprimento do prostômio; LP – largura do prostômio; VP – volume do prostômio; C2 – comprimento do 2° setígero; L2 – largura do 2° setígero; V2 – volume do 2° setígero; C4 – comprimento do 4° setígero; L4 – largura do 4° setígero; V4 – volume do 4° setígero; C6 – comprimento do 6° setígero; L6 – largura do 6° setígero; V6 – volume do 6° setígero; CProv – comprimento do proventrículo; LProv – largura do proventrículo; VProv – volume do proventrículo.

	CP	LP	VP	C2	L2	V2	C4	L4	V4	C6	L6	V6	Cprov	Lprov	Vprov
AICc															
L	-152.941	-754.194	292.149	-164.156	-516.26	359.284	-94.109	-374.996	459.895	-143.62	-376.274	388.265	-749.931	-710.173	-85.92
Q	-153.528	-752.212	293.478	-180.435	-514.441	353.918	-131.585	-373.359	447.968	-183.809	-374.238	377.809	-748.114	-709.964	-84.833
C	-152.612	-753.523	292.305	-178.39	-514.209	354.942	-131.118	-372.099	450.013	-186.251	-374.797	379.792	-749.384	-719.46	-94.124
BS	-155.064	-752.661	288.693	-177.821	-514.34	352.023	-132.94	-373.25	452.583	-187.324	-374.277	379.508	-749.125	-717.719	-92.12
DS	-158.937	-755.678	287.777	-178.142	-516.819	352.874	-132.353	-374.5	449.846	-189.676	-378.606	378.185	-751.226	-721.241	-98.25
Δi															
L	5.996	1.484	4.372	89	0.559	7.261	38.831	0	11.927	46.056	2.332	10.456	1.295	11.068	12.33
Q	5.409	3.466	5.701	0	2.378	1.895	1.355	1.637	0	5.867	4.368	0	3.112	11.277	13.417
C	6.325	2.155	4.528	2.045	2.61	2.919	1.822	2.897	2.045	3.425	3.809	1.983	1.842	1.781	4.126
BS	3.873	3.017	0.916	2.614	2.479	0	0	1.746	4.615	2.352	4.329	1.699	2.101	3.522	6.13
DS	0	0	0	2.293	0	0.851	0.587	0.496	1.878	0	0	0.376	0	0	0
w_i (%)															
L	3.8	21.5	5.9	0	28.8	1.2	0	34.8	0.1	0	18.5	0.2	21.1	0.2	0.2
Q	5.1	8	3	51.3	11.6	16.9	19.1	15.3	54	3.5	6.7	38	8.5	0.2	0.1
C	3.2	15.4	5.5	18.5	10.3	10.1	15.1	8.2	19.4	11.7	8.8	14.1	16	25.8	10.8
BS	11.1	10	33.2	13.9	11	43.5	37.7	14.5	5.4	20	6.8	16.2	14.1	10.8	4
DS	76.7	45.2	52.4	16.3	38.1	28.4	28.1	27.2	21.1	64.8	59.2	31.5	40.3	62.9	85
n	450	450	450	447	447	447	443	441	441	445	444	444	325	323	325

Tabela 2.3 – Banco do Camaroeiro - Coeficientes dos modelos e coeficiente de determinação ajustado para as relações do comprimento total com cada parâmetro morfológico dos indivíduos. Siglas iguais às da Tabela 2.2. Em negrito, os modelos com $\Delta i < 4$.

		CP	LP	VP	C2	L2	V2	C4	L4	V4	C6	L6	V6	Cprov	Lprov	Vprov
L	a	-3.195	-2.324	-1.178	-3.282	-2.066	-0.748	-3.058	-1.979	-0.35	-2.836	-2.012	-0.194	-2.294	-2.72	-1.071
	b	0.374	0.227	0.828	0.361	0.276	0.914	0.369	0.318	1.008	0.344	0.319	0.982	0.454	0.37	1.216
	r ²	0.261	0.331	0.392	0.254	0.304	0.403	0.233	0.299	0.392	0.223	0.296	0.416	0.753	0.648	0.742
Q	a	-3.196	-2.324	-1.178	-3.284	-2.066	-0.75	3.061	-1.979	-0.353	-2.835	-2.012	-0.198	-2.295	-2.723	-1.076
	b1	0.303	0.232	0.767	0.177	0.263	0.702	0.079	0.297	0.679	0.048	0.319	0.684	0.466	0.406	1.284
	b2	0.113	-0.008	0.096	0.292	0.022	0.336	0.459	0.034	0.52	0.458	0.001	0.461	-0.016	-0.046	-0.088
	r ²	0.264	0.329	0.391	0.282	0.303	0.412	0.297	0.298	0.41	0.292	0.294	0.431	0.753	0.649	0.742
C	a	-3.207	-2.334	-1.21	-3.284	-2.076	-0.769	-3.047	-1.987	-0.354	-2.814	-2.025	-0.198	-2.305	-2.74	-1.123
	b1	0.307	0.236	0.779	0.177	0.266	0.71	0.073	0.3	0.679	0.045	0.321	0.685	0.452	0.378	1.213
	b2	0.267	0.128	0.524	0.29	0.152	0.595	0.272	0.135	0.529	0.147	0.192	0.531	0.128	0.235	0.644
	b3	-0.174	-0.154	-0.483	0.002	-0.148	-0.293	0.212	-0.113	-0.01	0.344	-0.212	-0.077	-0.134	-0.258	-0.673
	r ²	0.264	0.333	0.394	0.28	0.304	0.412	0.298	0.298	0.409	0.297	0.297	0.43	0.754	0.661	0.75
BS	a1	-3.35	-2.325	-1.602	-3.266	-2.065	-0.822	-3.031	-1.978	-0.327	-2.809	-2.013	-0.25	-2.296	-2.73	-1.097
	a2	-3.209	-2.314	-1.2	-3.492	-2.072	-0.812	-3.392	-1.99	0.874	-3.053	-2.008	-0.271	-2.11	-2.608	-0.798
	b1	-0.218	0.245	-0.592	0.24	0.264	0.232	0.147	0.295	0.855	0.04	0.328	0.277	0.46	0.41	1.314
	b2	0.403	0.209	0.874	0.679	0.287	1.039	0.883	0.337	1.209	0.705	0.313	1.132	0.257	0.219	0.849
	bp	-0.226	0.313	-0.274	0.514	0.285	-0.012	0.491	0.285	0.622	0.367	0.285	0.026	0.919	0.642	0.642
	r ²	0.266	0.33	0.398	0.278	0.303	0.414	0.299	0.298	0.409	0.297	0.294	0.43	0.753	0.658	0.748
DS	a1	-3.755	-2.331	-2.537	-3.266	-2.075	-0.74	-3.031	-1.987	-0.322	-2.804	-2.024	-0.25	-2.299	-2.726	-1.084
	a2	-3.199	-2.285	-1.193	-3.408	-2.043	-0.828	-3.327	-1.96	-0.414	-3.112	-1.968	-0.171	-2.506	-2.628	-0.551
	b1	-1.17	0.195	-2.628	0.203	0.189	0.502	0.115	0.221	0.78	0.12	0.222	0.277	0.468	0.384	1.231
	b2	0.383	0.168	0.86	0.577	0.245	1.068	0.803	0.295	1.209	0.784	0.255	1.132	0.628	0.132	0.576
	bp	-0.226	0.313	-0.274	0.514	0.285	-0.012	0.491	0.285	0.622	0.367	0.285	0.026	0.919	0.642	0.642
	r ²	0.274	0.336	0.401	0.28	0.309	0.415	0.299	0.302	0.409	0.302	0.303	0.429	0.756	0.663	0.753

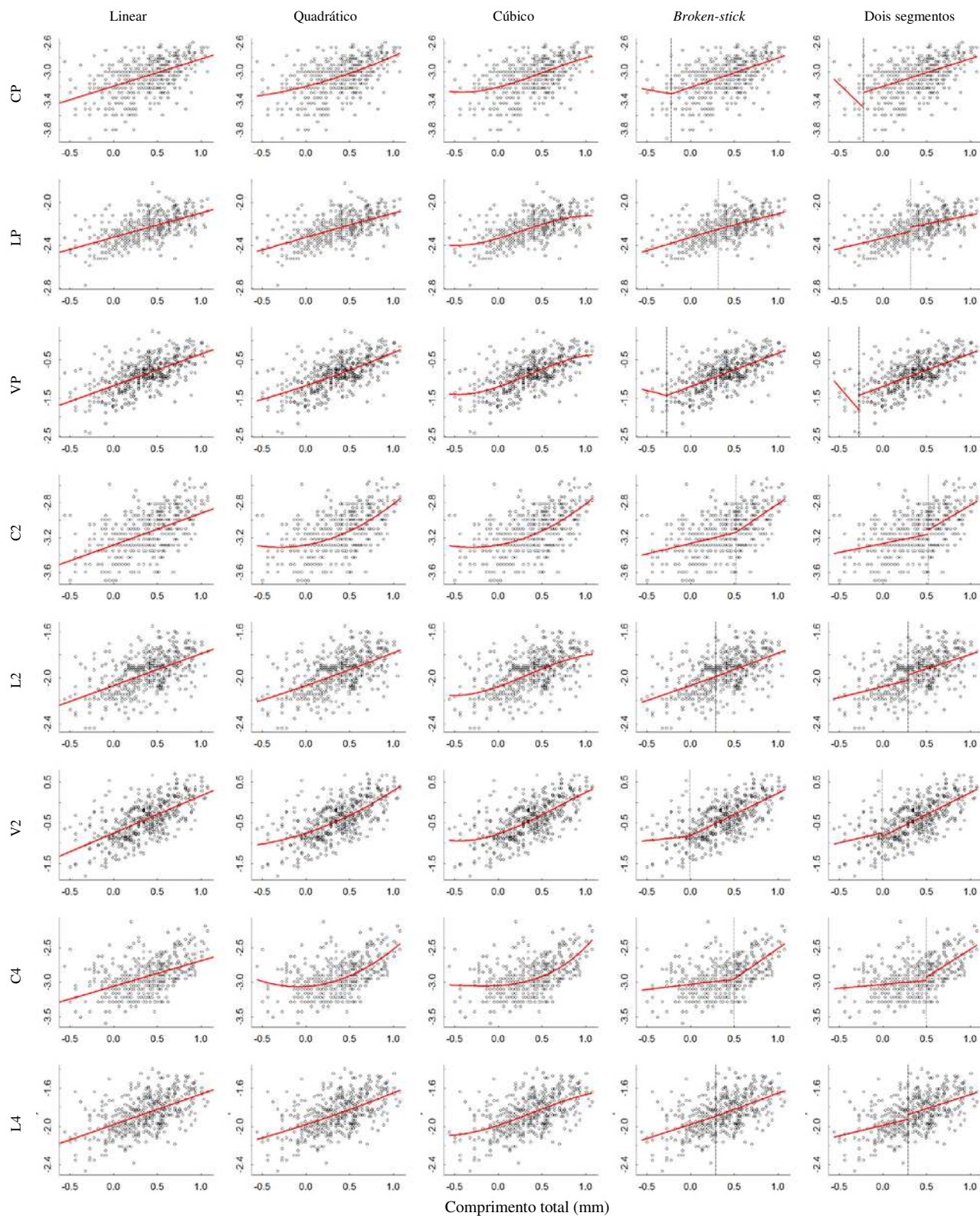


Fig. 2.3 – Banco do Camaroeiro – Gráficos dos modelos linear, quadrático, cúbico, *broken-stick* e de dois segmentos relacionando o comprimento total com cada parâmetro morfológico analisado dos indivíduos. Linha é a tendência do modelo utilizado.

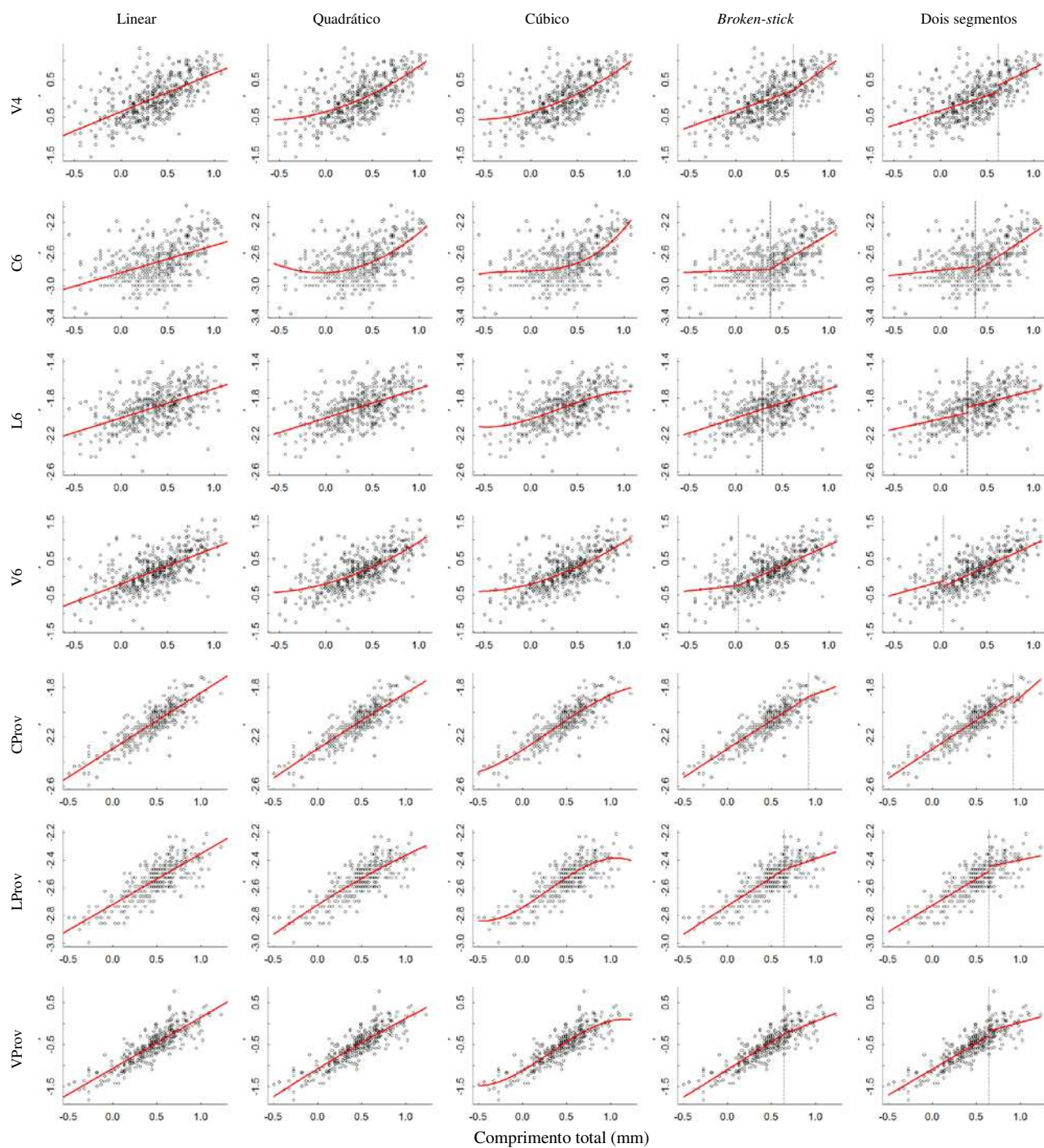


Figura 2.3 (cont.)

Tabela 2.4 – Banco do Camaroeiro – Valores de Akaike (AICc), diferença de Akaike (Δ_i) e peso de Akaike (w_i) para os modelos linear (L), quadrático (Q), cúbico (C), *broken-stick* (BS) e de dois segmentos (DS) para as relações do número de segmentos com os parâmetros morfológicos dos indivíduos. Em negrito, os modelos com $\Delta_i < 4$. CT – comprimento total; NS – número de segmentos; CP – comprimento do prostômio; LP – largura do prostômio; VP – volume do prostômio; C2 – comprimento do 2° setígero; L2 – largura do 2° setígero; V2 – volume do 2° setígero; C4 – comprimento do 4° setígero; L4 – largura do 4° setígero; V4 – volume do 4° setígero; C6 – comprimento do 6° setígero; L6 – largura do 6° setígero; V6 – volume do 6° setígero; CProv – comprimento do proventrículo; LProv – largura do proventrículo; VProv – volume do proventrículo.

	CP	LP	VP	C2	L2	V2	C4	L4	V4	C6	L6	V6	Cprov	Lprov	Vprov
AICc															
L	-34.915	-660.452	453.066	-36.896	-404.477	554.993	23.604	-265.959	651.127	-30.838	-280.063	589.461	-652.72	-713.664	-43.526
Q	-47.608	-709.061	414.511	-48.978	-435.365	522.364	12.804	-293.315	621.829	-42.042	-330.079	538.476	-662.845	-720.029	-57.755
C	-45.566	-709.789	415.716	-46.945	-435.732	523.399	14.772	-293.591	622.445	-40.017	-328.113	540.435	-666.807	-723.366	-55.905
BS	-47.265	-711.583	413.698	-49.132	-439.253	519.522	12.36	-294.776	620.374	-40.839	-329.316	539.969	-657.529	-724.583	-57.789
DS	-47.123	-709.99	414.729	-50.512	-438.937	518.031	10.469	-295.547	617.546	-40.125	-328.152	541.436	-669.813	-729.238	-68.578
Δ_i															
L	12.693	51.131	39.368	13.616	34.776	36.962	13.135	29.588	33.581	11.204	50.016	50.985	17.093	15.574	25.052
Q	0	2.522	0.813	1.534	3.888	4.333	2.335	2.232	4.283	0	0	0	6.968	9.209	10.823
C	2.042	1.794	2.018	3.567	3.521	5.368	4.303	1.956	4.899	2.025	1.966	1.959	3.006	5.872	12.673
BS	0.343	0	0	1.38	0	1.491	1.891	0.771	2.828	1.203	0.763	1.493	12.284	4.655	10.789
DS	0.485	1.593	1.031	0	0.316	0	0	0	0	1.917	1.927	2.96	0	0	0
w_i (%)															
L	0.1	0	0	0.1	0	0	0.1	0	0	0.2	0	0	0	0	0
Q	33.5	13.2	25.3	21.8	6.6	6.9	17.1	13.7	8.1	43.5	41	48.1	2.4	0.9	0.4
C	12.1	19	13.9	7.9	7.9	4.1	6.4	15.8	6	15.8	15.3	18.1	17.7	4.6	0.2
BS	28.2	46.7	38.1	23.5	46.1	28.6	21.4	28.5	16.8	23.8	28	22.8	0.2	8.4	0.4
DS	26.3	21	22.7	46.8	39.4	60.3	55	42	69.1	16.7	15.6	11	79.7	86.1	98.9
n	450	450	450	447	447	447	443	441	441	445	444	444	331	329	331

Tabela 2.5 – Banco do Camaroeiro – Coeficientes dos modelos e coeficiente de determinação ajustado para as relações do número de segmentos com cada parâmetro morfológico dos indivíduos. Siglas iguais às da Tabela 2.4 Em negrito, os modelos com $\Delta i < 4$.

		CP	LP	VP	C2	L2	V2	C4	L4	V4	C6	L6	V6	Cprov	Lprov	Vprov
L	a	-3.695	-2.948	-2.924	-3.457	-2.668	-2.127	-3.054	-2.666	-1.733	-2.802	-2.797	-1.73	-4.393	-4.526	-6.906
	b	0.206	0.23	0.665	0.099	0.228	0.555	0.041	0.261	0.567	0.029	0.293	0.614	0.729	0.624	2.02
	r ²	0.039	0.176	0.13	0.008	0.107	0.076	0	0.103	0.062	0	0.126	0.081	0.659	0.637	0.706
Q	a	0.692	1.033	9.425	0.834	1.63	10.76	1.335	2.118	12.224	1.79	3.936	16.352	-0.659	-1.78	3.598
	b1	-2.817	-2.514	-7.844	-2.859	-2.734	-8.328	-2.985	-3.034	-9.045	-3.119	-4.323	-11.781	-1.711	-1.169	-4.837
	b2	0.516	0.469	1.454	0.505	0.506	1.518	0.517	0.562	1.641	0.535	0.785	2.108	0.397	0.292	1.115
	r ²	0.068	0.262	0.204	0.036	0.168	0.143	0.026	0.159	0.125	0.026	0.221	0.183	0.671	0.645	0.719
C	a	1.169	-5.002	-2.169	1.66	-5.98	-3.634	-0.93	-6.6	-7.094	0.519	2.142	11.372	-33.206	24-153	17.732
	b1	-3.329	3.963	4.596	-3.745	5.432	7.118	-0.555	6.322	11.687	-1.771	-2.419	-6.496	30.57	-26.823	-18.819
	b2	0.698	-1.826	-2.954	0.819	-2.387	-3.954	-0.344	-2.753	-5.705	0.062	0.117	0.254	-10.234	8.718	5.707
	b3	-0.021	0.269	0.516	-0.037	0.339	0.641	0.101	0.388	0.86	0.055	0.078	0.215	1.163	-0.919	-0.501
	r ²	0.066	0.265	0.203	0.034	0.171	0.143	0.024	0.161	0.126	0.024	0.219	0.181	0.676	0.65	0.718
BS	a1	-2.684	-2.124	-0.018	-2.695	-1.867	0.237	-2.269	-1.797	0.796	-1.798	-1.479	1.786	-3.712	-3.683	-4.292
	a2	-4.442	-3.785	-5.071	-4.533	-3.799	-5.465	-4.167	-3.874	-5.253	-3.492	-4.054	-5.083	-4.643	-4.832	-7.849
	b1	-0.166	-0.071	-0.405	-0.177	-0.062	-0.3	-0.243	-0.053	-0.347	-0.339	-0.186	-0.663	0.491	0.329	1.105
	b2	0.442	0.493	1.344	0.436	0.583	1.603	0.39	-0.64	1.672	0.247	0.689	1.67	0.807	0.719	2.313
	bp	2.89	2.944	2.89	2.996	2.996	2.996	2.996	2.996	2.996	2.89	2.944	2.944	2.944	2.944	2.944
	r ²	0.067	0.266	0.205	0.037	0.176	0.148	0.027	0.161	0.128	0.023	0.219	0.18	0.665	0.65	0.719
DS	a1	-3.027	-2.06	-0.436	-2.388	-1.726	0.827	-1.914	-1.582	1.597	-2.132	-1.327	2.114	-4.783	-4.346	-6.809
	a2	-4.618	-3.731	-5.286	-4.126	-3.612	-4.683	-3.704	-3.598	-4.229	-3.633	-3.942	-4.841	-4.859	-4.963	-8.344
	b1	-0.031	-0.096	-0.239	-0.295	-0.116	-0.526	-0.379	-0.136	-0.653	-0.208	-0.244	-0.789	0.884	0.573	2.029
	b2	0.497	0.477	1.41	0.311	0.526	1.362	0.248	0.555	1.356	0.291	0.654	1.595	0.873	0.759	2.465
	bp	2.89	2.944	2.89	2.996	2.996	2.996	2.996	2.996	2.996	2.89	2.944	2.944	2.944	2.944	2.944
	r ²	0.069	0.265	0.205	0.042	0.177	0.153	0.033	0.165	0.135	0.024	0.219	0.179	0.679	0.656	0.729

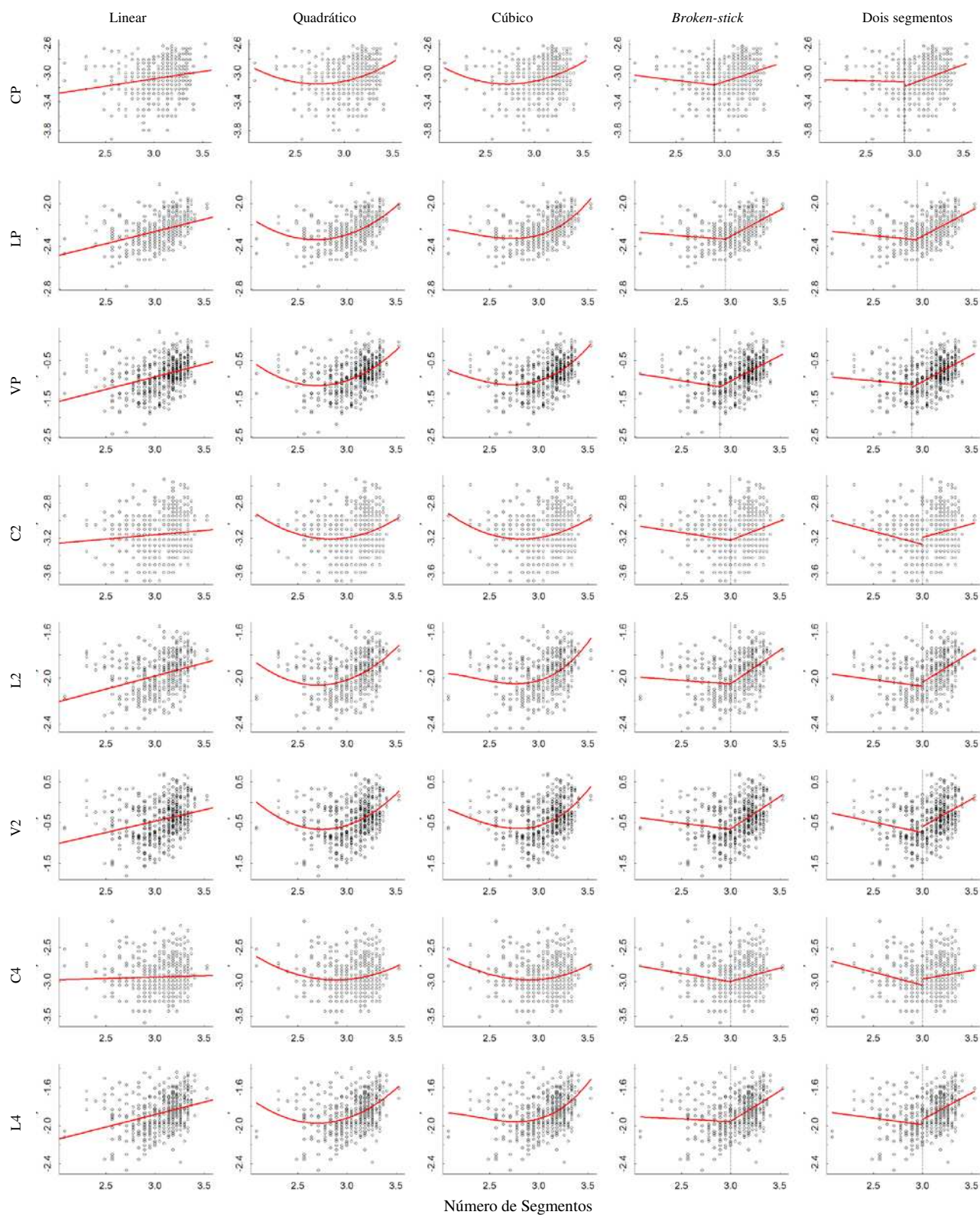


Fig. 2.4 – Banco do Camaroeiro – Gráficos dos modelos linear, quadrático, cúbico, *broken-stick* e de dois segmentos relacionando o número de segmentos com cada parâmetro morfológico analisado dos indivíduos do banco do Camaroeiro. Linha é a tendência do modelo utilizado.

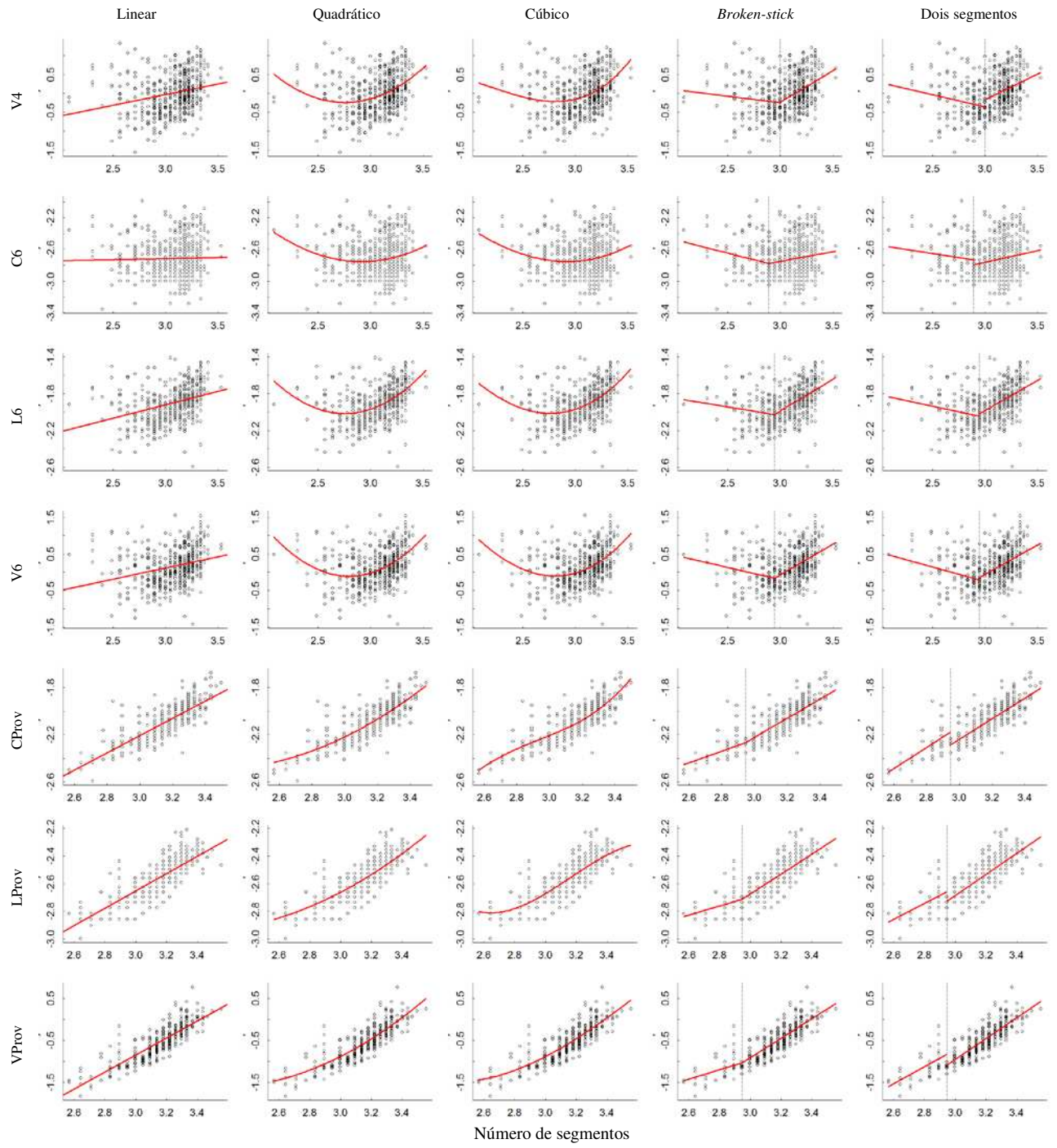


Figura 2.4 (cont.)

Tabela 2.6 – Banco da Cidade – Valores de Akaike (AICc), diferença de Akaike (Δ_i) e peso de Akaike (w_i) para os modelos linear (L), quadrático (Q), cúbico (C), *broken-stick* (BS) e de dois segmentos (DS) para as relações do comprimento total com os parâmetros morfológicos dos indivíduos. Em negrito, os modelos com $\Delta_i < 4$. CT – comprimento total; NS – número de segmentos; CP – comprimento do prostômio; LP – largura do prostômio; VP – volume do prostômio; C2 – comprimento do 2° setígero; L2 – largura do 2° setígero; V2 – volume do 2° setígero; C4 – comprimento do 4° setígero; L4 – largura do 4° setígero; V4 – volume do 4° setígero; C6 – comprimento do 6° setígero; L6 – largura do 6° setígero; V6 – volume do 6° setígero; CProv – comprimento do proventrículo; LProv – largura do proventrículo; VProv – volume do proventrículo.

	CP	LP	VP	C2	L2	V2	C4	L4	V4	C6	L6	V6	Cprov	Lprov	Vprov
AICc															
L	-44.13	-63.653	33.997	-32.142	-40.494	29.495	-11.873	-19.814	40.496	-11.814	-15.207	53.28	-318.061	-312.663	-42.511
Q	-43.335	-61.85	35.146	-29.818	-38.787	31.468	-11.664	-18.672	42.804	-9.507	-13.316	55.366	-316.439	-310.881	-40.529
C	-48.46	-59.61	35.207	-27.469	-37.63	33.19	-9.187	-16.632	44.62	-7.02	-12.249	56.362	-315.085	-313.219	-42.208
BS	-47.23	-62.099	33.675	-30.098	-39.46	31.472	-10.679	-18.14	41.918	-9.904	-12.93	55.542	-316.722	-311.24	-41.059
DS	-48.787	-62.138	32.431	-30.916	-41.201	28.033	-12.59	-19.033	42.131	-11.675	-14.851	52.258	-316.624	-314.582	-43.579
Δ_i															
L	4.657	0	1.566	0	0.707	1.462	0.717	0	0	0	0	1.022	0	1.919	1.068
Q	5.452	1.803	2.715	2.324	2.414	3.435	0.926	1.142	2.308	2.307	1.891	3.108	1.622	3.701	3.05
C	0.327	4.043	2.776	4.673	3.571	5.157	3.403	3.182	4.124	4.794	2.958	4.104	2.976	1.363	1.371
BS	1.557	1.554	1.244	2.044	1.741	3.439	1.911	1.674	1.422	1.91	2.277	3.284	1.339	3.342	2.52
DS	0	1.515	0	1.226	0	0	0	0.781	1.635	0.139	0.356	0	1.437	0	0
w_i (%)															
L	3.9	40.5	18.3	43.3	27.1	25.1	24.1	34.7	42.1	36.7	36.1	28.1	37.5	17.1	22.6
Q	2.6	16.5	10.3	13.5	11.6	9.4	21.7	19.6	13.3	11.6	14	9.9	16.6	7	8.4
C	34.4	5.4	10	4.2	6.5	4	6.3	7.1	5.4	3.3	8.2	6	8.5	22.6	19.4
BS	18.6	18.6	21.5	15.6	16.2	9.4	13.3	15	20.7	14.1	11.5	9.1	19.2	8.4	10.9
DS	40.5	19	40	23.4	38.6	52.2	34.5	23.5	18.6	34.2	30.2	46.9	18.3	44.8	38.6
n	48	48	48	47	47	47	45	45	45	48	48	48	148	149	149

Tabela 2.7 – Banco da Cidade – Coeficientes dos modelos e coeficiente de determinação ajustado para as relações do comprimento total com cada parâmetro morfológico dos indivíduos. Siglas iguais às da Tabela 2.6. Em negrito, os modelos com $\Delta i < 4$.

		CP	LP	VP	C2	L2	V2	C4	L4	V4	C6	L6	V6	Cprov	Lprov	Vprov
L	a	-3.076	-2.31	-1.029	-3.151	-2.076	-0.638	-3.017	-1.962	-0.275	-2.879	-1.982	-0.176	-2.272	-2.705	-1.019
	b	0.202	0.171	0.544	0.273	0.223	0.719	0.376	0.202	0.781	0.489	0.21	0.909	0.44	0.324	1.095
	r ²	0.171	0.184	0.233	0.24	0.197	0.377	0.277	0.105	0.343	0.398	0.102	0.369	0.765	0.628	0.76
Q	a	-3.135	-2.339	-1.148	-3.137	-2.117	-0.704	-2.919	-2.031	-0.314	-2.86	-2.027	-0.248	-2.276	-2.702	-1.014
	b1	0.472	0.306	1.084	0.208	0.408	1.024	-0.089	0.528	0.967	0.405	0.415	1.235	0.47	0.298	1.056
	b2	-0.216	-0.107	-0.431	0.052	-0.148	-0.244	0.382	-0.267	-0.152	0.067	-0.164	-0.26	-0.03	0.025	0.039
	r ²	0.18	0.175	0.236	0.224	0.191	0.369	0.295	0.108	0.329	0.385	0.092	0.359	0.764	0.627	0.758
C	a	-3.288	-2.363	-1.348	-3.11	-2.186	-0.817	-2.939	-2.081	-0.436	-2.869	-2.12	-0.443	-2.281	-2.713	-1.04
	b1	1.755	0.508	2.77	-0.016	0.994	1.971	0.077	0.963	2.003	0.479	1.2	2.878	0.439	0.221	0.879
	b2	-2.588	-0.481	-3.549	0.466	-1.229	-1.991	0.071	-1.085	-2.1	-0.07	-1.614	-3.297	0.088	0.313	0.697
	b3	1.192	0.188	1.568	-0.208	0.542	0.876	0.16	0.419	0.998	0.069	0.729	1.527	-0.08	-0.195	-0.446
	r ²	0.284	0.161	0.257	0.208	0.195	0.365	0.279	0.097	0.324	0.371	0.098	0.365	0.764	0.635	0.763
BS	a1	-3.232	-2.33	-1.28	-3.11	-2.154	-0.725	-3.031	-1.986	-0.46	-2.806	-1.992	-0.157	-2.278	-2.708	-1.027
	a2	-2.98	-2.195	-0.876	-3.187	-2.019	-0.562	6.12	-1.711	-0.186	-2.912	-1.891	-0.419	-2.237	-2.566	-0.683
	b1	0.89	0.224	1.651	0.104	0.552	1.075	0.408	0.264	1.742	0.114	0.236	0.864	0.459	0.332	1.115
	b2	0.088	0.05	0.362	0.315	0.156	0.631	-6.841	-0.057	0.672	0.529	0.118	1.149	0.398	0.191	0.774
	bp	0.313	0.773	0.313	0.367	0.341	0.367	1.262	0.857	0.256	0.256	0.857	0.919	0.681	1.006	1.006
	r ²	0.244	0.18	0.259	0.228	0.202	0.369	0.279	0.098	0.342	0.39	0.084	0.357	0.764	0.627	0.759
DS	a1	-3.289	-2.356	-1.408	-3.167	-2.215	-0.872	-3.004	-2.024	-0.619	-2.928	-2.037	-0.253	-2.274	-2.702	-1.014
	a2	-3.045	-2.34	-1.02	-3.298	-2.11	-0.843	31.401	-2.134	-0.261	-2.965	-2.372	-1.776	-2.186	-2.119	0.339
	b1	1.451	0.323	2.905	0.527	1.062	2.149	0.345	0.396	3.909	1.779	0.388	1.159	0.434	0.315	1.075
	b2	0.159	0.183	0.519	0.434	0.253	0.931	-18.648	0.32	0.757	0.589	0.537	2.282	0.347	-0.18	-0.075
	bp	0.313	0.773	0.313	0.367	0.341	0.367	1.262	0.857	0.256	0.256	0.857	0.919	0.681	1.006	1.006
	r ²	0.289	0.204	0.299	0.264	0.254	0.431	0.331	0.144	0.36	0.429	0.146	0.417	0.766	0.638	0.765

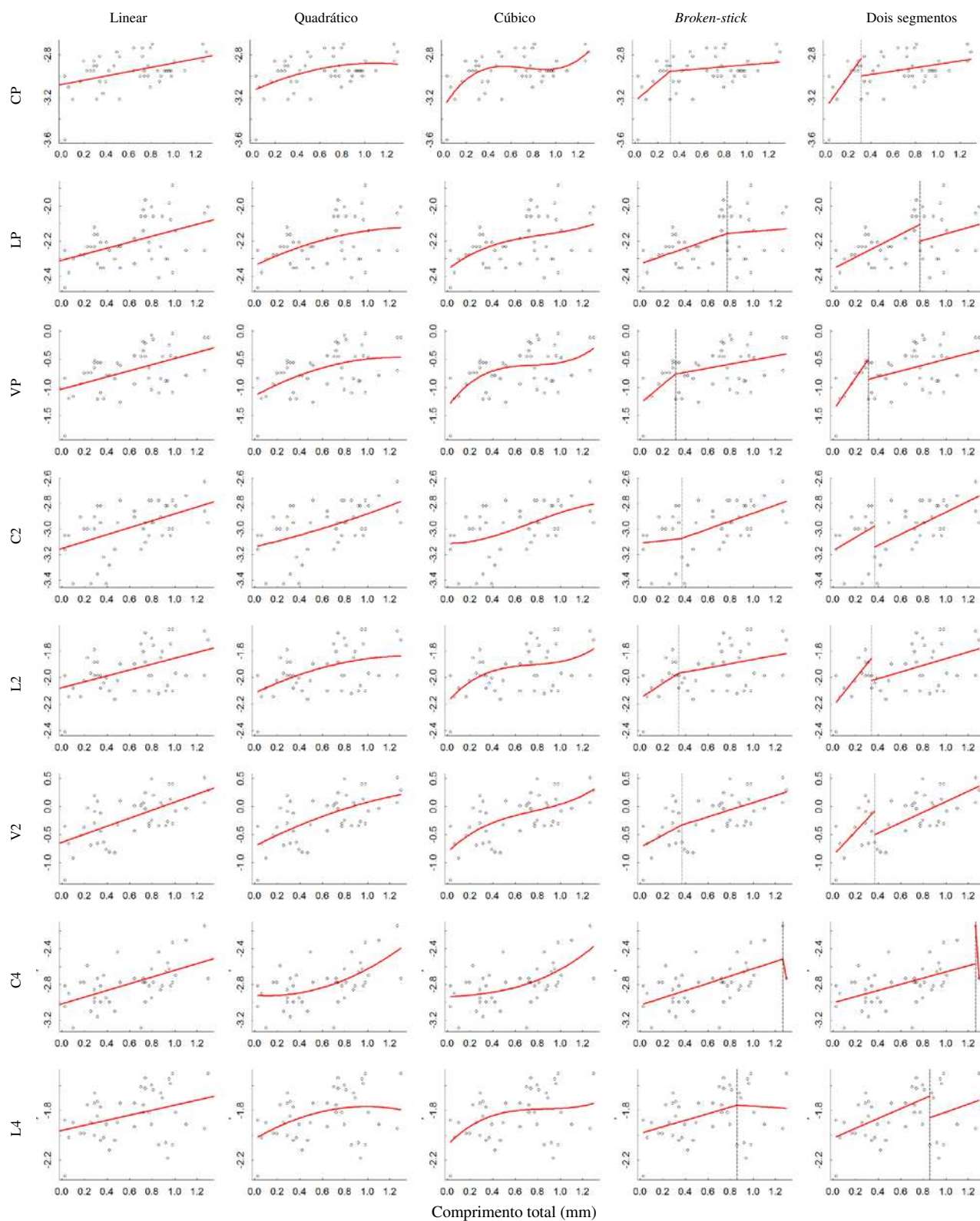


Fig. 2.5 – Banco da Cidade – Gráficos dos modelos linear, quadrático, cúbico, *broken-stick* e de dois segmentos relacionando o comprimento total com cada parâmetro morfológico analisado dos indivíduos. Linha é a tendência do modelo utilizado.

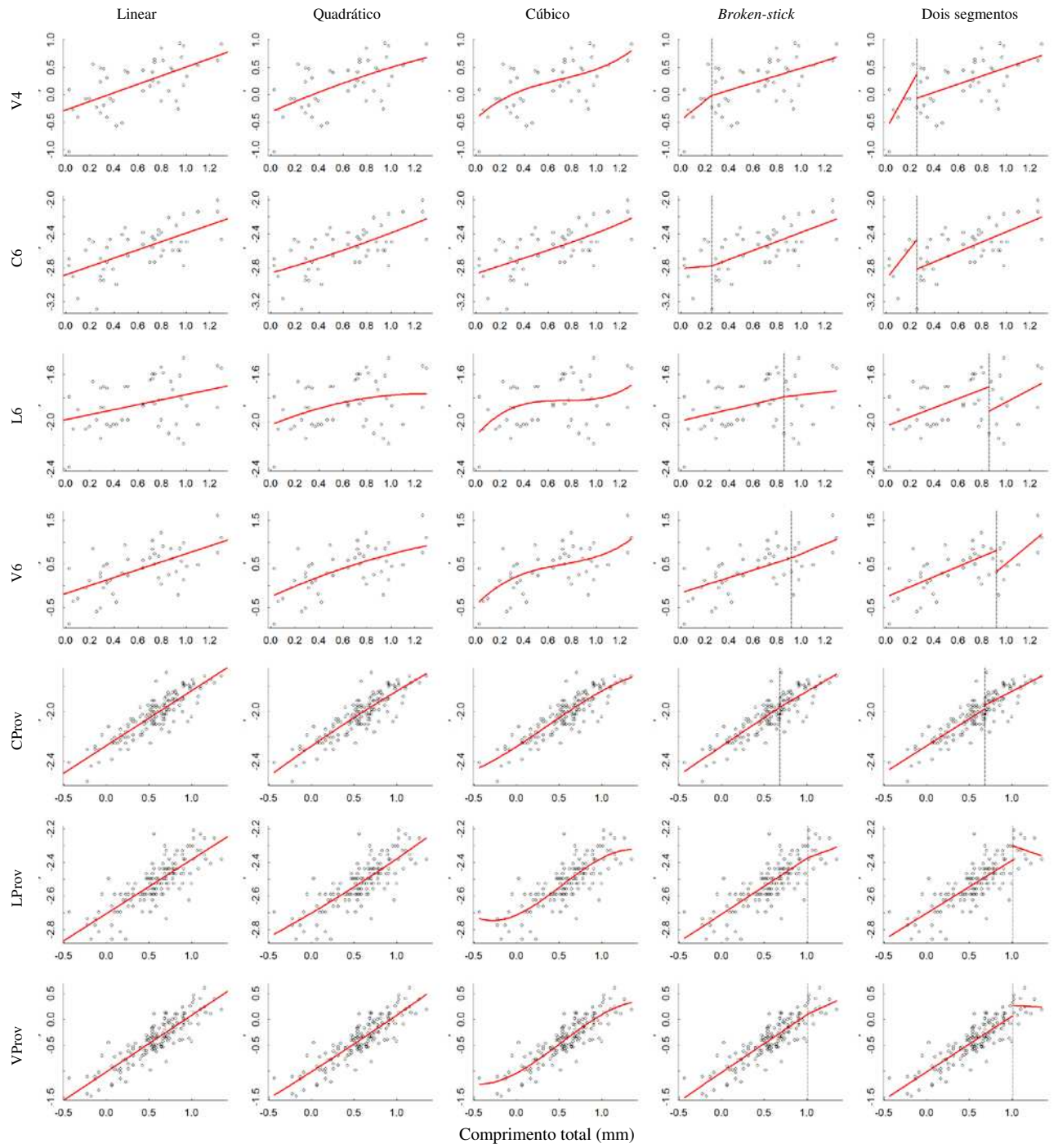


Fig. 2.5 (cont.)

Tabela 2.8 – Banco da Cidade – Valores de Akaike (AICc), diferença de Akaike (Δi) e peso de Akaike (w_i) para os modelos linear (L), quadrático (Q), cúbico (C), *broken-stick* (BS) e de dois segmentos (DS) para as relações do número de segmentos com os parâmetros morfológicos dos indivíduos. Em negrito, os modelos com $\Delta i < 4$. CT – comprimento total; NS – número de segmentos; CP – comprimento do prostômio; LP – largura do prostômio; VP – volume do prostômio; C2 – comprimento do 2° setígero; L2 – largura do 2° setígero; V2 – volume do 2° setígero; C4 – comprimento do 4° setígero; L4 – largura do 4° setígero; V4 – volume do 4° setígero; C6 – comprimento do 6° setígero; L6 – largura do 6° setígero; V6 – volume do 6° setígero; CProv – comprimento do proventrículo; LProv – largura do proventrículo; VProv – volume do proventrículo.

	CP	LP	VP	C2	L2	V2	C4	L4	V4	C6	L6	V6	Cprov	Lprov	Vprov
AICc															
L	-39.021	-71.31	32.023	-19.608	-44.764	37.664	3.068	-26.385	47.637	10.186	-18.271	63.925	-257.431	-313.169	-9.731
Q	-37.087	-80.842	27.515	-17.253	-50.853	33.772	5.362	-30.308	44.17	12.478	-22.516	62.391	-257.077	-314.396	-12.028
C	-35.463	-78.372	29.879	-15.197	-48.685	35.527	7.32	-27.782	46.356	13.266	-20.08	63.925	-255	-313.398	-10.388
BS	-38.784	-78.829	28.719	-17.231	-46.974	33.647	5.219	-28.951	45.368	10.083	-22.171	60.155	-255.694	-315.038	-8.363
DS	-37.379	-78.225	29.902	-17.614	-48.397	35.095	-0.154	-29.86	44.954	8.251	-21.729	59.773	-259.854	-315.634	-14.391
Δi															
L	0	9.532	4.508	0	6.089	4.017	3.222	3.923	3.467	1.935	4.245	4.152	2.423	2.465	4.66
Q	1.934	0	0	2.355	0	0.125	5.516	0	0	4.227	0	2.618	2.777	1.238	2.363
C	3.558	2.47	2.364	4.411	2.168	1.88	7.474	2.526	2.186	5.015	2.436	4.152	4.854	2.236	4.003
BS	0.237	2.013	1.204	2.377	3.879	0	5.373	1.357	1.198	1.832	0.345	0.382	4.16	0.596	6.028
DS	1.642	2.617	2.387	1.994	2.456	1.448	0	0.448	0.784	0	0.787	0	0	0	0
w_i (%)															
L	34.8	0.4	4.6	47.8	2.6	4.6	14.7	5.2	6.5	19.2	4.1	5.3	16.9	10.1	6.1
Q	13.2	51.7	44.2	14.7	54.9	31.9	4.7	36.6	36.5	6.1	34.1	11.5	14.2	18.6	19.3
C	5.9	15	13.6	5.3	18.6	13.2	1.8	10.4	12.2	4.1	10.1	5.3	5	11.3	8.5
BS	30.9	18.9	24.2	14.6	7.9	33.9	5	18.6	20.1	20.2	28.7	35.2	7.1	25.6	3.1
DS	51.3	14	13.4	17.6	16.1	16.4	73.8	29.3	24.7	50.4	23	42.6	56.8	34.5	63
n	48	48	48	47	47	47	45	45	45	48	48	48	150	151	151

Tabela 2.9 – Banco da Cidade – Coeficientes dos modelos e coeficiente de determinação ajustado para as relações do número de segmentos com cada parâmetro morfológico dos indivíduos. Siglas iguais às da Tabela 2.8. Em negrito, os modelos com $\Delta i < 4$.

	CP	LP	VP	C2	L2	V2	C4	L4	V4	C6	L6	V6	Cprov	Lprov	Vprov	
L	a	-3.667	-3.27	-3.541	-3.437	-3.204	-3.179	-3.199	-3.202	-2.937	-3.558	-3.102	-3.096	-4.268	-4.314	-6.273
	b	0.227	0.339	0.904	0.144	0.402	0.948	0.13	0.433	0.996	0.311	0.397	1.105	0.707	0.564	1.849
	r ²	0.077	0.304	0.264	0.007	0.267	0.259	-0.008	0.226	0.23	0.047	0.158	0.213	0.635	0.616	0.698
Q	a	-1.088	5.661	16.899	-2.506	6.852	17.865	-1.1	7.382	20.331	-5.515	8.785	18.72	-2.394	-2.186	0.393
	b1	-1.446	-5.458	-12.362	-0.461	-6.128	-12.717	-1.234	-6.444	-14.121	1.582	-7.318	-13.054	-0.511	-0.816	-2.475
	b2	0.27	0.936	2.141	0.098	1.054	2.207	0.22	1.111	2.443	-0.205	1.245	2.286	0.197	0.223	0.698
	r ²	0.066	0.445	0.348	-0.014	0.374	0.337	-0.029	0.321	0.308	0.028	0.25	0.258	0.637	0.622	0.705
C	a	46.858	0.161	53.845	40.156	32.772	112.366	60.496	13.559	94.28	106.349	23.766	160.547	1.316	10.659	23.543
	b1	-48.188	-0.096	-48.38	-42.038	-31.389	-104.815	-61.272	-12.464	-86.199	-107.472	-21.923	-151.317	-4.202	-13.585	-25.488
	b2	15.3398	-0.8	13.799	13.55	9.227	32.004	19.647	3.059	25.766	35.091	5.972	47.035	1.415	4.432	8.283
	b3	-1.626	0.186	-1.253	-1.445	-0.878	-3.201	-2.087	-0.209	-2.506	-3.793	-0.508	-4.809	-0.133	-0.46	-0.829
	r ²	0.062	0.433	0.335	-0.028	0.364	0.333	-0.041	0.295	0.297	0.041	0.234	0.257	0.634	0.622	0.704
BS	a1	-0.833	-2.597	5.95	-3.348	-2.743	1.282	-3.349	-2.53	13.321	-4.014	6.036	18.206	-4.223	-2.573	-6.124
	a2	-4.025	-5.142	-4.741	-3.531	-5.774	-5.526	-0.559	-5.87	-3.811	4.966	-3.579	-4.208	-4.939	-4.429	-8.306
	b1	-0.789	0.112	-2.5	0.114	0.247	-0.608	0.179	0.208	-4.913	0.463	-2.924	-6.636	0.692	-0.086	1.8
	b2	0.337	0.903	1.273	0.173	1.167	1.665	-0.641	1.233	1.266	-2.177	0.544	1.448	0.904	0.6	2.448
	bp	2.833	3.219	2.833	3.091	3.296	2.996	3.401	3.258	2.773	3.401	2.773	2.773	3.367	2.708	3.367
	r ²	0.098	0.421	0.331	-0.015	0.32	0.339	-0.026	0.291	0.29	0.075	0.245	0.292	0.633	0.623	0.697
DS	a1	-3.718	-2.304	-0.431	-2.046	-2.388	3.712	-2.892	-2.118	-17.871	-3.572	-6.608	-16.921	-4.092	-5.444	-5.782
	a2	-4.163	-4.678	-5.045	-2.801	-4	-5.056	19.255	-4.052	-4.02	16.747	-3.661	-4.436	-2.032	-4.464	-1.124
	b1	0.277	0.01	-0.141	-0.35	0.126	-1.487	0.026	0.065	6.807	0.314	1.827	6.562	0.648	1.047	1.687
	b2	0.379	0.767	1.366	-0.045	0.654	1.523	-6.325	0.704	1.33	-5.557	0.569	1.518	0.064	0.61	0.373
	bp	2.833	3.219	2.833	3.091	3.296	2.996	3.401	3.258	2.773	3.401	2.773	2.773	3.367	2.708	3.367
	r ²	0.098	0.431	0.335	0.024	0.36	0.339	0.118	0.327	0.319	0.136	0.26	0.318	0.646	0.627	0.711

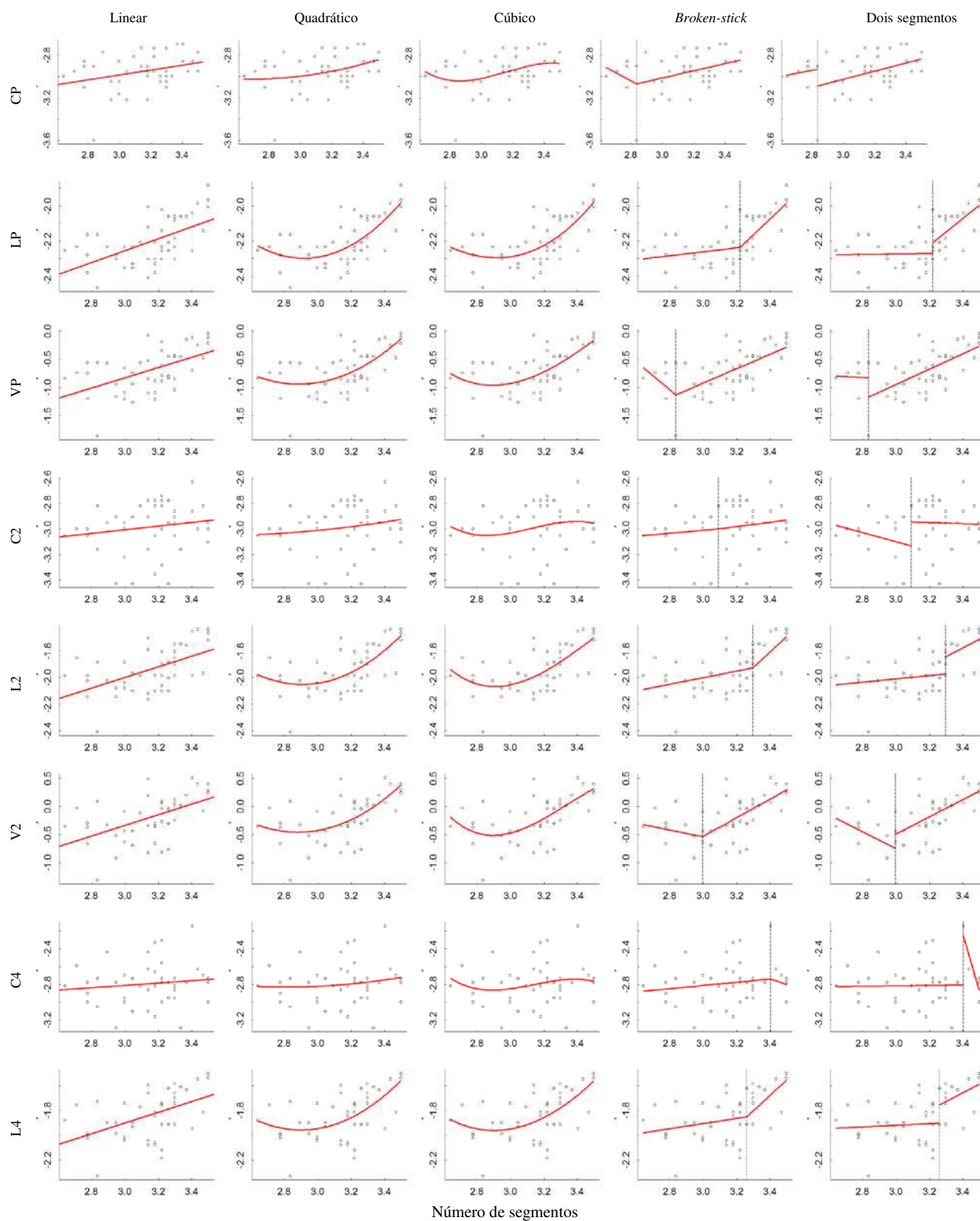


Fig. 2.6 – Banco da Cidade – Gráficos dos modelos linear, quadrático, cúbico, *broken-stick* e de dois segmentos relacionando o número de segmentos com cada parâmetro morfológico analisado dos indivíduos do banco da Cidade. Linha é a tendência do modelo utilizado.

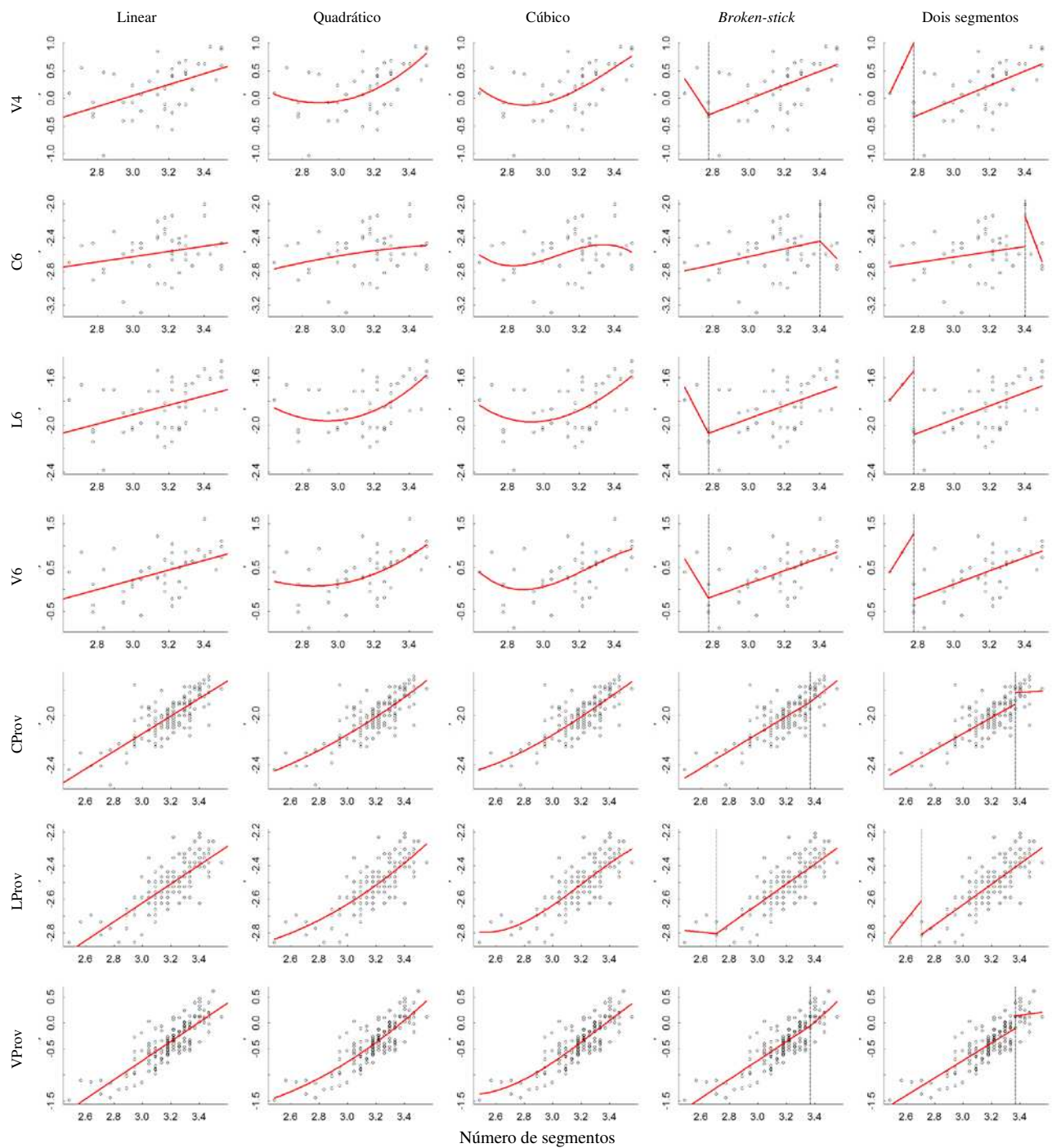


Fig. 2.6 (cont.)

2.4. DISCUSSÃO

Os indivíduos de *Exogone (Exogone) brevia antennata* coletados no banco da Cidade apresentaram um tamanho maior que os do Camaroeiro, tanto no comprimento total como no número de segmentos. Os comprimentos e volumes das estruturas analisadas também foram maiores no banco da Cidade, porém a largura, exceto para o proventrículo, não variou nas duas localidades. O tamanho dos indivíduos pode ser influenciado por fatores ambientais, como também por interações bióticas e pela carga genética. Forbes & Lopez (1987), verificaram que indivíduos maiores de *Capitella* sp.1 necessitam de ambientes com alto teor de matéria orgânica, devido ao aumento da área superficial do trato digestivo o que leva a taxas de ingestão mais elevadas.

O crescimento, por ser um processo fisiológico é bastante influenciado pela temperatura, fato observado por Prevedelli (1992) para *Perinereis rullieri* (Pilato, 1974). Posteriormente, Prevedelli & Vandini (1997) verificaram que a salinidade também influencia positivamente na taxa de crescimento e sobrevivência desta espécie. Estes estudos demonstraram a importância de fatores abióticos na taxa de crescimento de poliquetas. No entanto, neste estudo, conforme relatado no capítulo 1, não foram observadas grandes diferenças nos resultados entre os dois bancos. Uma das diferenças significativas entre os dois bancos foi a proporção de areia e de silte+argila: no Camaroeiro, onde a areia foi mais abundante, enquanto na Cidade foi registrada maior contribuição de silte+argila.

As interações intra e interespecíficas também influenciam no crescimento de um organismo. Pesch *et al.* (1987) e Dillon *et al.* (1993) observaram uma relação negativa entre o crescimento de *Nereis arenaceodentata* Moore, 1903 e sua densidade, atribuindo este fato

ao aumento da competição em locais mais densos. Outros estudos também encontraram uma redução no tamanho, devido aos efeitos denso-dependentes, como nos poliquetas *Scoloplos* spp. Blainville, 1828 (Rice *et al.*, 1986), *Capitella* sp.1 (Tenore & Chesney, 1985) e *Polydora ligni* Webster, 1879 (Zajac, 1986). Já Bridges *et al.* (1996) observaram um limiar na densidade populacional, onde abaixo deste há uma relação positiva entre o tamanho dos indivíduos de *N. arenaceodentata* com aumento da densidade e acima desta densidade, devido à interações competitivas, a relação se invertia. O aumento na densidade de *N. arenaceodentata* também modificou o comportamento dos indivíduos, sendo mais recorrentes os encontros agressivos entre os indivíduos de população mais densa, onde o tamanho maior era beneficiado (Bridges *et al.*, 1996). A alta densidade no Camaroeiro pode estar fazendo com que os indivíduos neste banco apresentem uma maior interação intraespecífica, fazendo com que estes apresentem tamanhos menores que os indivíduos do banco da Cidade.

Dentre os modelos utilizados para o estudo do crescimento relativo dos indivíduos de *E. (E.) brevipennata*, o de dois segmentos foi o único que forneceu um bom suporte para todos os parâmetros analisados. Katsanevakis *et al.* (2007), Protopapas *et al.* (2007) e Rabaoui *et al.* (2007) também observaram um melhor ajuste com modelos segmentados (dois segmentos e *broken-stick*) em estudos de crescimento relativo de organismos marinhos. Katsanevakis *et al.* (2007) propuseram que a descontinuidade no coeficiente alométrico, visível nos modelos segmentados, resultaria de uma etapa marcante no ciclo de vida dos organismos, como o início da reprodução, que resultaria no crescimento diferenciado de estruturas para comportar os gametas produzidos.

A abordagem clássica para estudos de crescimento relativo, utilizando o modelo linear (Huxley, 1932), falha em detectar esta descontinuidade no coeficiente alométrico, o

que muitas vezes diminui o entendimento geral do processo de crescimento. Porém, em alguns casos, o uso do modelo linear pode apresentar um bom ajuste, como nas relações do comprimento total com os parâmetros morfológicos dos indivíduos do banco da Cidade. Garrafoli *et al.* (2010) também observaram um melhor ajuste do modelo linear para a maioria das relações entre o tamanho e as estruturas do poliqueta *Nicolea uspiana* (Nogueira, 2003). O modelo que apresenta o melhor ajuste varia com o organismo e parâmetros morfológicos analisados, o que mostra a importância de utilizar diferentes modelos no estudo de crescimento relativo.

O comprimento total e o número de segmentos geralmente são utilizados para estimativas de tamanho em poliquetas. Para Yokoyama (1988) o número de segmentos é considerado o melhor parâmetro para a medida de classes de idade e tamanho para poliquetas, por eliminar o efeito da elasticidade destes organismos. Alguns pesquisadores utilizam o número de segmentos por ser uma medida mais rápida e mais eficiente (Garwood, 1982; Zajac, 1991; Lewis, 1998; MacCord & Amaral, 2005); porém, Garrafoli *et al.* (2010) e o presente estudo observaram um baixo coeficiente de determinação para as relações dos parâmetros morfológicos com o número de segmentos em comparação com o comprimento total. Isto ocorreu devido à alta variância nas relações com o número de segmentos, que pode ser resultado da fragilidade do corpo do poliqueta, que se fragmenta facilmente, e sua alta capacidade de regeneração. Estas duas características fazem com que um indivíduo apresente uma quantidade de segmentos não correspondente ao seu tamanho, ou idade, que deveria apresentar.

Em estudos populacionais de poliquetas, diferentes estruturas corporais são utilizadas para a obtenção de classes de tamanho e de idade, principalmente medições da largura de setígeros (Omena & Amaral, 2000; Garcias-Arbreras & Rallo, 2004; Martin &

Bastida, 2006). Para a família Syllidae, apenas espécies do gênero *Streptosyllis* Webster & Benedict, 1884, foram estudadas com este enfoque, sendo as larguras dos setígeros do proventrículo utilizado para a espécie *S. verrili* (Sardá & San Martín, 1992) e o número de segmentos para *S. websteri* (Garwood, 1982). Sardá & San Martín (1992) encontraram uma alta relação das larguras dos setígeros do proventrículo com o tamanho de *S. verrili*, entretanto, para *E. (E.) breviantennata*, este parâmetro (L5) não apresentou uma boa relação.

O proventrículo é uma estrutura muscular, com uma alta rigidez, presente somente na família Syllidae, e apresentou uma melhor relação para a estimativa do tamanho, tanto com o comprimento total quanto com o número de segmentos de *E. (E.) breviantennata* nos dois bancos estudados. Por apresentar uma maior rigidez, esta estrutura sofre um menor grau de deformação, o que pode ser observado pela menor variância nas relações das medidas de tamanho analisadas. As fibras musculares do proventrículo estão dispostas em fileiras circulares nesta espécie; desta forma a deformação causada pela contração muscular é maior na largura desta estrutura, fazendo com que o comprimento tenha uma menor variação e uma melhor relação com o tamanho.

Estruturas mais rígidas geralmente apresentam melhor relação com o tamanho, por sua menor elasticidade e variabilidade, como por exemplo, a relação entre o tamanho e a mandíbula de *Laeonereis acuta* (Treadwell, 1923) verificada por Ieno *et al.* (2000). Além da alta relação com o tamanho, estruturas deste tipo, geralmente, são mais fáceis de se obter medidas estáveis.

Os dados obtidos do prostômio e dos setígeros tiveram uma alta variância, tanto na relação com o comprimento total, quanto com o número de segmentos. Esta variância ocorre por serem estruturas maleáveis, o que pode causar uma grande deformidade.

Oliveira *et al.* (2010) verificaram que, em *Laeonereis* Hartman, 1945, as deformidades decorrentes da coleta e da fixação dos indivíduos foram tão expressivas que dificultaram a identificação da própria espécie.

Era esperado que o tamanho se relacionasse melhor com o volume das estruturas do que com o comprimento e a largura das mesmas, pois ao sofrerem deformações estas medidas se alteram, mas o volume tende a permanecer constante, pois a modificação no comprimento seria compensada pela largura e vice-versa. Entretanto, MacCord & Amaral (2005) obtiveram uma melhor relação do tamanho com medidas de comprimento e largura do que com o volume para *Scoelepis* cf. *chilensis* Hartmann-Schröder, 1962 e *Scoelepis goodbodyi* Jones, 1962. De uma forma geral, foi observado, para o comprimento total, uma melhor relação com o volume das estruturas, entretanto não foi o que ocorreu para as relações com o número de segmentos. Para este parâmetro observou-se uma melhor relação com a largura das estruturas. Possivelmente, o volume não apresentou uma melhor relação devido a grande variação do comprimento e largura, e, ao utilizá-las para calcular o volume, ao invés de compensar a deformação, aumentou a variação do volume, diminuindo sua relação com o tamanho.

A escolha de um parâmetro para a distribuição de tamanhos em um estudo populacional de poliquetas deve levar em conta não só a relação que a estrutura possui com o tamanho, mas também a facilidade de sua obtenção, tanto de suas medidas quanto da própria estrutura; para isso, torna-se necessário que esta seja de fácil visualização e esteja localizada próxima da região anterior. Esta última característica é importante de ser considerada pois além desta região ser necessária para a identificação dos indivíduos, é a que comumente sofre menor alteração. Tendo em vista estas características, recomenda-se

o uso do comprimento do proventrículo em estudos populacionais que envolvam análise morfométrica de poliquetas da família Syllidae.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akaike, H. (1973). Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. *In*: Petrov B.N. & Csaki, F. (eds), **Second international symposium on information theory..** Akademiai Kiado, Budapest. pp. 267-281.
- Akaike, H. (1983). Information measures and model selection. **International Statistical Institute**, 44, 277-291.
- Bartolomaeus, T., Purschke, G. & Hause, H. (2005). Polychaete phylogeny based on morphological data a comparison of current attempts. **Hydrobiologia**, 535/536, 341-356.
- Bridges, T. S., Farrar, J. D., Gamble, E. V. & Dillon, T. M. (1996). Intraspecific density effects in *Nereis* (*Neanthes*) *arenaceodentata* Moore (Polychaeta: Nereididae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 195, 221-235.
- Bueno, S. L. S. & Shimizu, R. M. (2009). Allometric growth, sexual maturity, and adult male chelae dimorphism in *Aegla franca* (Decapoda: Anomura: Aeglidae). **Journal of Crustacean Biology**, 29, 317-328.
- Burnham, K. P. & Anderson, D. R. (2002). **Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach**. Springer, Berlin.
- Costa-Paiva, E. M. & Paiva, P. C. (2007). A morphometric analysis of *Eunice* Cuvier (Annelida, Polychaeta) species. **Revista Brasileira de Zoologia**, 24, 353-358.
- Dillon, T. M., Moore, D. W. & Gibson, A. B. (1993). Development of a chronic sublethal bioassay for evaluating contaminated sediment with the marine polychaete worm *Nereis* (*Neanthes*) *arenaceodentata*. **Environmental Toxicology & Chemistry**, 12, 589-605.
- Forbes, T. L. & Lopez, G. R. (1987). The allometry of deposit feeding in *Capitella* species I (Polychaeta: Capitellidae): the role of temperature and pellet weight in the control of egestion. **Biological Bulletin**, 172, 187-201.
- García-Aberas, L. & Rallo, A. (2004). Population dynamics and production of *Streblospio benedicti* (Polychaeta) in a non-polluted estuary on the Basque coast (Gulf of Biscay). **Scientia Marina**, 68, 193-203.
- Garraffoni, A. R. S., Yokoyama, L. Q. & Amaral, A. C. Z. (2010). Allometry and population structure of *Nicolea uspiiana* (Polychaeta: Terebellidae). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 90, 877-883.

- Garwood, P. R. (1982). The life-cycle and population dynamics of *Streptosyllis websteri* (Polychaeta: Syllidae) from a Northumberland Beach. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 62, 783-798.
- Gisbert, E. (1999). Early development and allometric growth patterns in Siberian sturgeon and their ecological significance. **Journal of Fish Biology**, 54, 852-862.
- Gould, S. J. (1968). Ontogeny and the explanation of form: an allometric analysis. **Journal of Paleontology**, 42, 81-98.
- Hall, N. G., Smith, K. D., de Lestang, S. & Potter, I. C. (2006). Does the largest chela of the males of three crab species undergo an allometric change that can be used to determine morphometric maturity? **Journal of Marine Science**, 63, 140-150.
- Huxley, J. S. (1932). **Problems of relative growth**. Methuen, Londres.
- Ieno, E., Martin, J. P. & Bastida, R. (2000). Estimation of size classes in *Laeonereis acuta* (Polychaeta: Nereididae) based on jaw length and body width usable in trophic studies. **Bulletin of Marine Science**, 67, 39-43.
- Katsanevakis, S., Thessalou-Legaki, M., Karlou-Riga, C., Lefkaditou, E., Dimitriou, E. & Veriopoulos, G. (2007). Information-theory approach to allometric growth of marine organisms. **Marine Biology**, 151, 949-960.
- Kullback, S. & Leibler, R. A. (1951). On information and sufficiency. **The Annals of Mathematical Statistics**, 22, 79-86.
- Lewis, J. B. (1998). Reproduction, larval development and functional relationships of the burrowing, spionid polychaeta *Dipolydora armata* with the calcareous hydrozoan *Millepora complanata*. **Marine Biology**, 130, 651-662.
- MacCord, F. S. & Amaral, A. C. Z. (2005). Morphometric analyses of two species of *Scolecopsis* (Polychaeta: Spionidae). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 85, 829-834.
- Martin, J. P. & Bastida, R. (2006). Population structure, growth and production of *Laeonereis culveri* (Nereididae: Polychaeta) in tidal flats of Río de la Plata estuary, Argentina. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 86, 235-244.
- Negreiros-Fransozo, M. L., Colpo, K. D. & Costa, T. M. (2003). Allometric growth in the fiddler crab *Uca thayeri* (Brachyura, Ocypodidae) from a subtropical mangrove. **Journal of Crustacean Biology**, 23, 273-279.
- Nogueira, J. M. M. (2005). Família Syllidae. In: Amaral, A. C. Z.; Rizzo, A. E. & Arruda, E. P. (eds). **Manual de identificação dos invertebrados marinhos da região sudeste-sul do Brasil – Volume 1**. Editora Edusp, São Paulo, Brasil, pp. 134-164
- Oliveira, V. M., Santos, C. S. G., Lana, P. C. & Camargo, M. G. (2010). Morphological variations caused by fixation techniques may lead to taxonomic confusion in *Laeonereis* (Polychaeta: Nereididae). **Zoologia**, 27, 146-150.

- Omena, E. P. & Amaral, A. C. Z. (2000). Population dynamics and secondary production of *Laeonereis acuta* (Treadwell, 1923) (Nereididae: Polychaeta). **Bulletin of Marine Science**, 67, 421-431.
- Omena, E. P. & Amaral, A. C. Z. (2001). Morphometric study of the nereidid *Laeonereis acuta* (Annelida: Polychaeta). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 81, 423-426.
- Pesch, C. E., Zajac, R. N., Whitlatch, R. B. & Balboni, M. A. (1987). Effect of intraspecific density on life history traits and population growth rate of *Neanthes arenaceodentata* (Polychaeta, Nereididae) in the laboratory. **Marine Biology**, 96, 545-554.
- Prevedelli, D. (1992). Growth rates of *Perinereis rullieri* (Polychaeta, Nereididae) under different conditions of temperature and diet. **Italian Journal of Zoology**, 59, 261-265.
- Prevedelli, D. & Vandini, R. Z. (1997). Survival and growth rate of *Perinereis rullieri* (Polychaeta, Nereididae) under different salinities and diets. **Italian Journal of Zoology**, 64, 135-139.
- Protopapas, N., Katsanevakis, S., Thessalou-Legaki, M. & Verriopoulos, G. (2007). Relative growth of the semi-terrestrial crab *Pachygrapsus marmoratus*: an information-theory approach. **Scientia Marina**, 71, 383-394.
- R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. <URL <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 2011>
- Rabaoui, L., Zouari, S. T., Katsanevakis, S. & Hassine, O. K. B. (2007). Comparison of absolute and relative growth patterns among five *Pinna nobilis* populations along the Tunisian coastline: an information theory approach. **Marine Biology**, 152, 537-548.
- Rice, D. L., Bianchi, T. S. & Roper, E. H. (1986). Experimental studies of sediment reworking and growth of *Scoloplos* spp. (Orbiniidae: Polychaeta). **Marine Ecology Progress Series**, 30, 9-19.
- San Martín, G. (2005). Exogoninae from Australia with the description of a new genus and twenty-two new species. **Records of the Australian Museum**, 57, 39-152.
- Sardá, R. & San Martín, G. (1992). *Streptosyllis verrilli* (Moore, 1907), new combination, life cycle, population dynamics and production from a salt marsh in southern New England. **Bulletin of Marine Science**, 51, 407-419.
- Shea, E. K. & Vecchione, M. (2002). Quantification of ontogenetic discontinuities in three species of oegopsid squids using model II piecewise linear regression. **Marine Biology**, 140, 971-979.
- Souza, J. R. B. & Borzone, C. A. (2007). Population dynamics and secondary production of *Euzonus furciferus* Ehlers (Polychaeta, Ophellidae) in an exposed sandy beach of Southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 24, 1139-1144.

- Tenore, K. R. & Chesney, Jr., E. J., 1985. The effects of interaction of rate of food supply and population density on the bioenergetics of the opportunistic polychaete, *Capitella capitata* (type I). **Limnology and Oceanography**, 30, 1188-1195.
- Yokoyama, H. (1988). Effects of temperature on the feeding activity and growth rate of the spionid polychaete *Paraprionospio* sp. (form A). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 123, 41–60.
- Zajac, R. N. (1986). The effects of intra-specific density and food supply on growth and reproduction in an infaunal polychaete, *Polydora ligni* Webster. **Journal of Marine Research**, 44, 339-359.
- Zajac, R. N. (1991). Population ecology of *Polydora ligni* (Polychaeta: Spionidae). I, Seasonal variation in population characteristics and reproductive activity. **Marine Ecology Progress Series**, 77, 197-206.

3. BIOLOGIA POPULACIONAL

RESUMO

Para analisar a densidade, crescimento e a mortalidade de populações de *Exogone* (*Exogone*) *breviantennata* em dois bancos de *Mytella charruana*, nas praias do Camaroeiro e da Cidade, Caraguatatuba, Litoral Norte do Estado de São Paulo, onde foram obtidas amostras mensais, entre fevereiro de 2006 a fevereiro de 2007, no Camaroeiro, e abril de 2006 a abril de 2007, na Cidade. Em cada mês, um dos 15 transectos estabelecidos, foi sorteado e amostrado em três níveis em cada banco: superior, médio e inferior. As populações de *E. (E.) breviantennata* nos dois bancos apresentaram cinco coortes, indicando reprodução contínua, mas diferiram nos padrões de crescimento. Em ambos, fatores abióticos e bióticos parecem colaborar em diferentes proporções para a regulação das populações. No banco do Camaroeiro, constatou-se uma baixa correlação com os fatores abióticos, e no banco da Cidade, uma maior correlação com estes fatores. Os resultados revelaram que os dois bancos sofreram impactos antrópicos e naturais em diferentes intensidades, o que pode ter refletido nas diferenças dos parâmetros populacionais analisados. O banco da Cidade, onde foram observados maiores distúrbios antrópicos, apresentou uma população com uma taxa de crescimento mais elevada, indivíduos maiores e mortalidade mais alta, possibilitando atingir as épocas reprodutivas mais rapidamente. A população do Camaroeiro apresentou tanto a taxa de crescimento como a de mortalidade mais baixa, possivelmente por se tratar de um ambiente mais estável.

ABSTRACT

To analyze the density, growth and mortality of *Exogone (Exogone) breviantennata* populations, samplings in two soft bottom beds of *Mytella charruana* were conducted at Camaroeiro and Cidade beaches – Caraguatatuba, northern coast of the State of São Paulo. Samplings were obtained monthly, between february 2006 and february 2007 at Camaroeiro, and between april 2006 and april 2007 at Cidade. At each month one of the 15 plotted transects was sorted and sampled on three levels: superior, middle and inferior. Populations on both beds presented 5 cohorts, an indication of continuous reproduction, but showed different growth patterns. On both beds, abiotic and biotic factors appear to act in different proportions in the regulation of *E. (E.) breviantennata* populations. A low correlation of density and size with abiotic factors was found at Camaroeiro, while a strong one was found at Cidade. Visually, different degrees of anthropic and natural disturbances on both beds were observed, what appear to reflect on the population parameters. The Cidade beach population showed higher anthropic disturbance and its population presented higher growth, size and mortality rates, allowing them to achieve the reproduction period faster. The Camaroeiro's population presented lower growth and mortality rates, probably because this beach showed lower anthropic disturbance.

3.1. INTRODUÇÃO

Estudos de dinâmica populacional são fundamentais para a compreensão da estrutura de comunidades associadas a um ecossistema e constituem uma valiosa ferramenta para o manejo de ambientes marinhos costeiros (Arias & Drake, 1995). Os parâmetros populacionais, como densidade, estrutura etária, crescimento, mortalidade e reprodução, auxiliam na compreensão da biologia e evolução da espécie (Arendt, 1997; Chatzinkolaou & Richardson, 2008).

Crescimento é definido como a mudança da massa corporal com o passar do tempo, e pode ser positivo ou, em períodos reprodutivos e de falta de nutrientes (Berglund, 1986), pode ser negativo. Alguns padrões relacionados ao crescimento são observáveis, como a limitação espécie-específica da massa corporal e a não linearidade, geralmente sendo mais acelerado em fases iniciais da vida.

Condições do ambiente, como quantidade de nutrientes, temperatura, salinidade e granulometria do sedimento, afetam diretamente o crescimento de organismos bentônicos (Pauly, 1980; Schnute, 1981; Allen & Moore, 1987; Santos, 1991, 1994; Mcquaid & Lindsay, 2000). Por outro lado, dependendo da plasticidade fenotípica de cada espécie, a taxa de crescimento pode se ajustar às condições ambientais, (Stearns & Koella, 1986; Brey, 1999; Defeo *et al.*, 2001).

Interações intra e interespecíficas também atuam no crescimento do indivíduo. A densidade populacional, por exemplo, pode influenciar nas taxas de crescimento e de desenvolvimento dos indivíduos (Begon *et al.*, 2006). Um estudo de Branch (1975) verificou que houve uma diminuição no tamanho do gastrópode, *Patella cochlear* Born, 1778, associada com o aumento da densidade, sugerindo uma possível retroalimentação negativa entre estes dois parâmetros. Zajac (1986) observou que no crescimento do

poliqueta *Polydora ligni* Webster, 1879, os indivíduos cresceram menos quando a densidade foi mais alta e a concentração de nutrientes mais baixa, e concluiu que o efeito da densidade teve maior influência no crescimento de *P. ligni*.

A taxa de mortalidade e de natalidade, juntamente com o crescimento, são processos que atuam na regulação e estrutura da população. A regulação populacional por interações bióticas foi proposta por Nicholson (1933), que considerou estas como sendo os fatores mais determinantes para a dinâmica populacional. Entretanto, outros pesquisadores, como Andrewartha & Birch (1954), propuseram que os fatores abióticos seriam os mais importantes para a mortalidade e regulação populacional. A taxa com que cada tipo de regulação atua varia em cada população, Turchin *et al.* (1991) e Turchin (1995; 1999) sugerem o uso de séries temporais para a análise populacional, pois, como reassalta Turchin (1999), a taxa de mudança populacional pode ser afetada, não só pela densidade atual, como por densidades em períodos temporais distintos. As séries temporais podem ser uma ferramenta valiosa para analisar a flutuação da densidade e dos mecanismos que atuam sobre esta flutuação.

No caso de organismos dominantes, estudos populacionais são especialmente importantes para a compreensão do ecossistema. Na macrofauna bentônica marinha, os Polychaeta se destacam por apresentar alta diversidade, densidade e produção secundária. Estes organismos ocorrem desde a zona entremarés até a abissal, e do equador aos pólos (Knox, 1977; Amaral & Nonato, 1996; Nacorda & Yap, 1997). Apresentam relevância ecológica por servirem de base alimentar de diversos organismos, como peixes, crustáceos, moluscos e aves (Schneider & Harrington, 1981; Amaral *et al.*, 1994; Petti *et al.*, 1996; Ieno *et al.*, 2000; Kelaher *et al.*, 2003). Trata-se de um grupo ecologicamente fundamental para a ciclagem de nutrientes, uma vez que muitas espécies se alimentam de detritos

orgânicos, incorporando-os em sua massa corporal e liberando-os ao ambiente, por meio de fezes ou ao morrerem. Além da relevância ecológica, trata-se de um grupo também economicamente importante, uma vez que são bastante utilizados como isca para pesca (Choi & Lee, 1997; Gillet & Torresani, 2003; Amaral, 2005) e por causarem danos em cultivos de moluscos (Kent, 1979; Mortensen *et al.*, 2000). Além disso, devido ao fato de algumas espécies possuírem uma maior dominância em locais enriquecidos por matéria orgânica, os poliquetas podem ser utilizadas como bioindicadores de poluição (Grassle & Grassle, 1974; Pearson & Rosenberg, 1978; Tsutsumi, 1990; Amaral *et al.*, 1998; Balogun *et al.*, 2011).

Estudos de biologia populacional de poliquetas vêm sendo realizados em algumas famílias, principalmente Nereididae Blainville, 1818 (Heip & Herman, 1979; Bridges *et al.*, 1996; Costa, 1999; Florêncio, 2000; Omena & Amaral, 2000; Pagliosa & Lana, 2000; MacCord, 2005; Martin & Bastida, 2006a; Gillet *et al.*, 2008), Capitellidae Grube, 1862 (Martin & Grémare, 1997; Méndez *et al.*, 1997; Linke-Gamenick *et al.*, 1999; Forbes *et al.*, 2003; Martin & Bastida, 2006b; Méndez, 2006), Spionidae Grube, 1850 (Zajac, 1986; Santos, 1994; Shimizu, 1997; Souza & Borzone, 2000; García-Arberas & Rallo, 2004; MacCord, 2005; Kevrekidis, 2005) e Terebellidae Malmgren, 1867 (Garraffoni *et al.*, 2010). A família Syllidae Grube, 1850, apesar de bastante representativa, com mais de 70 gêneros e cerca de 700 espécies (Aguado *et al.*, 2007), possui poucos estudos com este enfoque (Garwood, 1982; Sardá & San Martín, 1992; López & Gallego, 2006). Neste contexto, o objetivo deste capítulo é estudar os seguintes parâmetros da biologia populacional: variação temporal da densidade, do crescimento e da mortalidade do Syllidae *Exogone* (*Exogone*) *breviantennata* Hartmann-Schröder, 1959, em dois bancos de *Mytella charruana* d'Orbigny, 1842 (Mytilidae: Bivalvia).

3.2. MATERIAIS E MÉTODOS

3.2.1. Amostragem e procedimentos de laboratório

As amostragens e procedimentos laboratoriais foram desenvolvidos de acordo com o capítulo 2.

Para o estudo da biologia populacional todos os indivíduos da espécie *Exogone* (*Exogone*) *breviantennata* encontrados foram quantificados.

Durante a coleta, foram medidas as temperaturas do ar e do sedimento, e a salinidade da água intersticial. Para a análise dos parâmetros granulométricos, do teor de matéria orgânica e do teor de calcário, foram recolhidas amostras mensais de sedimento de cada nível nos dois bancos, próximo aos locais onde foram obtidas as amostras biológicas.

3.2.2. Análise dos dados

A normalidade dos dados de densidade e tamanho foi analisada com o teste Shapiro-Wilk, e a homogeneidade de variâncias com o teste de Bartlett. Para verificar se houve diferença entre a densidade nos dois bancos, foi utilizado o teste de Mann-Witney. Para eliminar o efeito da diferença no esforço amostral, na comparação da densidade dos dois bancos, foram sorteadas aleatoriamente cinco conchas das 15 coletadas por mês, em cada nível do banco do Camaroeiro. Os indivíduos encontrados na triagem em peneira não foram contabilizados para este teste.

Em cada banco, a diferença nas densidades entre os meses e entre os níveis foram analisados com o teste de Kruskal-Wallis. Duas análises de correlação de Pearson foram feitas, uma para verificar se houve correlação da densidade com a área do banco e com os parâmetros abióticos (temperatura do ar e do sedimento, salinidade da água intersticial e teor de matéria orgânica e calcário) e outra para verificar se houve correlação entre o

tamanho dos indivíduos com a área do banco e com os parâmetros abióticos relacionados acima.

O teste t bicaudal foi utilizado para verificar se houve diferença no tamanho dos indivíduos em cada banco, e para comparar o tamanho dos indivíduos em cada mês foi aplicada uma ANOVA de medidas repetidas. Para verificar se houve uma relação entre a abundância e o tamanho dos indivíduos, foi realizada uma regressão linear. Todas as análises foram feitas utilizando o programa R, versão 2.13 (R Development Core Team, 2011).

Com o propósito de avaliar o tamanho de todos os indivíduos, mesmo dos fragmentados que apresentavam a região anterior com prostômio, foi utilizado o comprimento do proventrículo para agrupar os indivíduos em classes de tamanho, uma vez que este foi reconhecido como sendo o parâmetro que possui a melhor relação com o tamanho (ver capítulo 2). Os indivíduos foram agrupados em 15 classes de tamanho com intervalo de 10 µm. As distribuições de frequências das classes de tamanho de cada mês foram usadas de acordo com os procedimentos sugeridos por Gómez & Defeo (1999) e Defeo *et al.* (2001), que consiste em: (a) separar as distribuições de frequências de comprimento por meio da rotina Batthacharya e NORMSEP do programa FISAT II (Gayanilo *et al.*, 2005); (b) designar idades para as respectivas coortes e construir a relação idade-comprimento; (c) utilizar o resultado da relação idade-comprimento para estimar os parâmetros da curva de von Bertalanffy (VBGF). Para a população da praia do Camaroeiro foi utilizada a fórmula modificada para oscilação sazonal (VBGF com oscilação: Gayanilo *et al.*, 2005), enquanto que para a praia da Cidade foi utilizada a fórmula sem oscilação (VBGF).

$$\text{VBGF: } L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

VBGF com oscilação: $L_t = L_\infty \left[1 - e^{-K(t-t_0) + \left(\frac{CK}{2\pi}\right) \sin 2\pi(t-WP+0,5) - \left(\frac{CK}{2\pi}\right) \sin 2\pi(t_0-WP+0,5)} \right]$

onde: L_t = comprimento na idade t ; L_∞ = comprimento máximo teórico atingido pela espécie; K = constante de crescimento ou parâmetro de curvatura de von Bertalanffy; t_0 = idade com comprimento zero ($L_{t_0} = 0$); C = constante de oscilação sazonal em relação a $t = 0$; WP (*winter point*) = mês no qual o crescimento é mínimo (expresso em fração de ano).

O índice de crescimento phi-prima (Φ'), definido como: $\Phi' = 2 \log_{10} L_\infty + \log_{10} K$ (Pauly & Munro, 1984; Defeo *et al.*, 1992) foi usado para medir o desempenho do crescimento. A taxa instantânea de mortalidade (Z) foi obtida com a curva de captura convertida em tamanho (*Length converted catch curve*): $\ln \frac{N_i}{\Delta t_i} = a + bt_i$, onde $Z = -b$.

3.3. RESULTADOS

3.3.1. Densidade

No total foram amostrados 1856 indivíduos de *Exogone (Exogone) breviantennata*, 1494 no banco do Camaroeiro e 362 no da Cidade. Dentre estes indivíduos, foram utilizados para as análises 1804, dos quais 1456 do banco do Camaroeiro e 348 do da Cidade, os demais indivíduos não apresentaram condições de serem utilizados nas análises. O banco do Camaroeiro apresentou uma densidade média de 926,28 inds/m² (DP±1294,39), enquanto o da Cidade de 222,43 inds/m² (DP±317,51) (Fig. 3.2a). Após padronizar o esforço amostral nos dois bancos, foi possível observar que o do Camaroeiro foi o de maior densidade de *E. (E.) breviantennata* em relação ao da Cidade ($W = 21549,5$; $p = 0,012$; Fig. 3.2b), com uma média de 55,77 inds/m² e 33,33 inds/m², respectivamente, lembrando que,

para este teste, foram utilizados apenas os indivíduos coletados nas conchas de *M. charruana*.

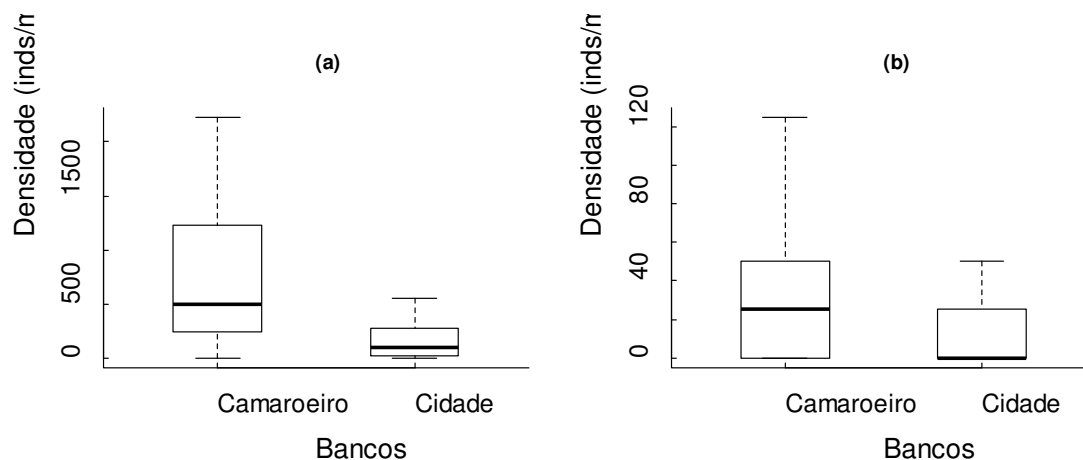


Figura 3.2 – *Exogone (Exogone) brevi antennata* – densidade (inds/m²) total (a) e após igualar o esforço amostral (b) nos dois bancos de *Mytella charruana*. As linhas escuras representam as medianas, as barras verticais indicam os valores máximos, e mínimos e as caixas representam 50% dos valores observados.

Comparando os valores totais de densidade, considerando o número de indivíduos obtidos nas conchas e sedimento, tem-se que o banco do Camaroeiro apresentou diferenças na densidade entre os meses amostrados ($K = 30,133$; $p = 0,002$; Fig. 3.3a), com maiores densidades em abril (2375 inds/m²) e maio (3625 inds/m²) e menores em setembro de 2006 a fevereiro de 2007. No banco da Cidade, não houve diferença significativa da densidade entre os meses amostrados ($K = 19,458$; $p = 0,078$; Fig. 3.3b), porém pode-se observar uma tendência a uma menor densidade a partir de outubro de 2006.

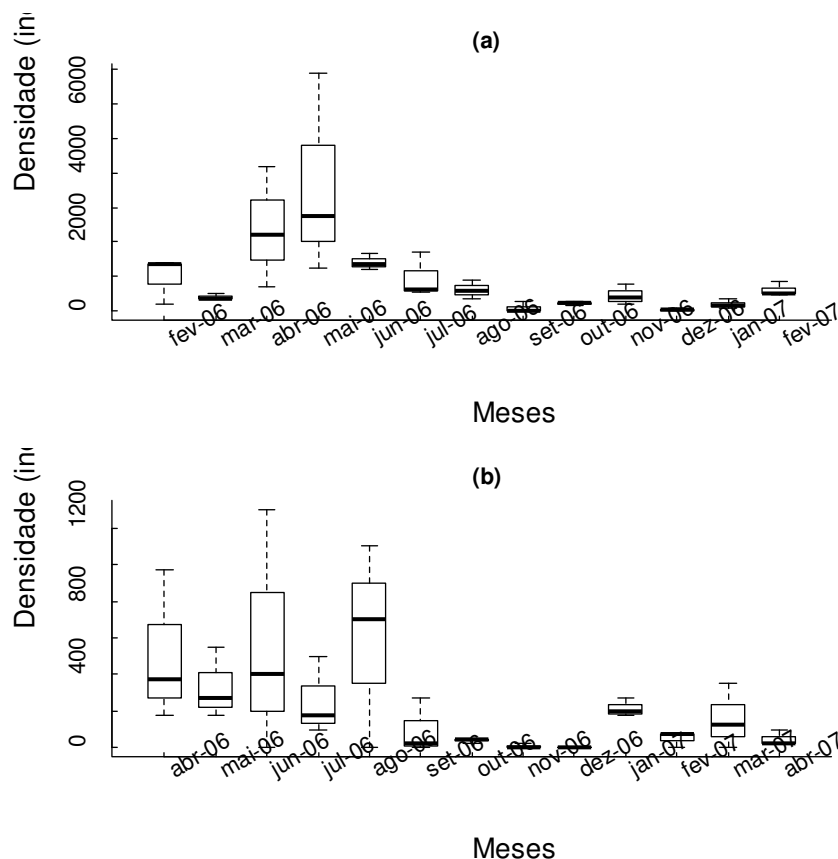


Figura 3.3 – *Exogone (Exogone) breviantennata* – densidade (inds/m²) no banco do Camaroeiro (a) e no da Cidade (b) nos meses amostrados (fevereiro 2006 a fevereiro 2007, no Camaroeiro e de abril 2006 a abril 2007, na Cidade). As linhas escuras representam as medianas, as barras verticais indicam os valores máximos e mínimos, e as caixas representam 50% dos valores observados.

Apesar de não apresentar diferenças significativas entre os níveis nos bancos do Camaroeiro ($K = 0,856$; $p = 0,652$; Fig. 3.4a) e da Cidade ($K = 3,800$; $p = 0,149$; Fig. 3.4b), é possível observar picos na densidade dos diferentes níveis em alguns meses. No banco do Camaroeiro (Fig. 3.5a), ocorreram picos acentuados em maio de 2006 nos níveis superior e médio e em abril de 2006 no inferior. No banco da Cidade (Fig. 3.5b), ocorreram picos de densidade no nível superior nos meses de abril e agosto de 2006, no médio em junho e agosto de 2006 e acentuada redução nos demais meses, também verificada no nível inferior.

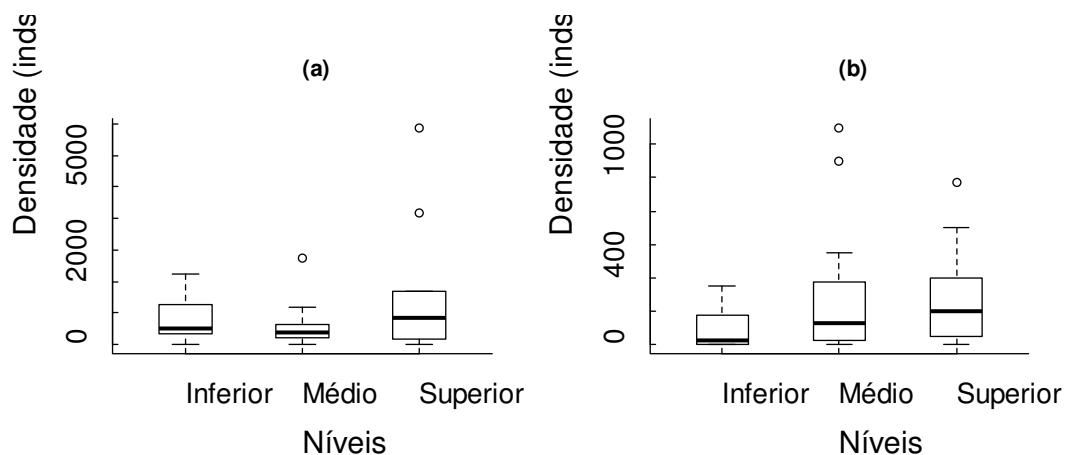


Figura 3.4 – *Exogone (Exogone) breviantennata* – densidade (inds/m²) em cada nível no banco do Camaroeiro (a) e no da Cidade (b). As linhas escuras representam as medianas, as caixas representam 50% dos valores observados, as barras verticais indicam os valores máximos e mínimos e os pontos os valores extremos.

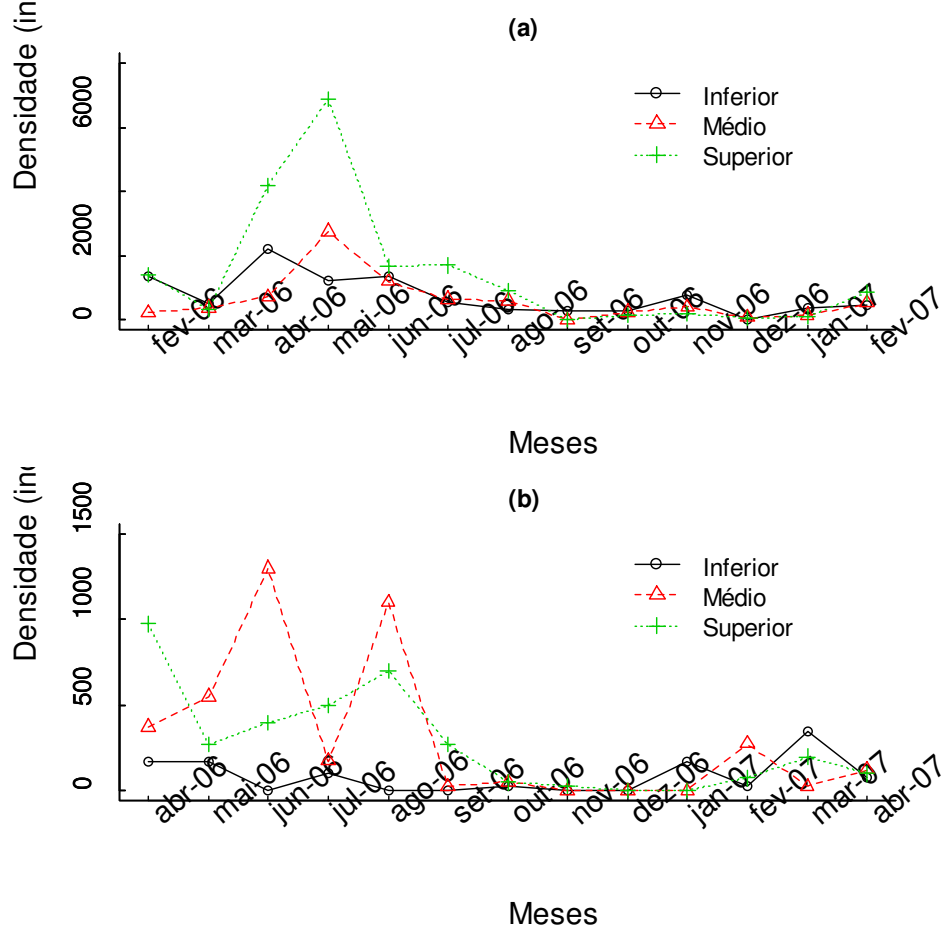


Figura 3.5 - *Exogone (Exogone) breviantennata* - densidade (inds/m²) em cada nível (inferior, médio e superior) nos períodos de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2007, no banco do Camaroeiro (a), e de abril de 2006 a abril de 2007, no da Cidade (b).

A análise de correlação de Pearson mostrou que a densidade de *E. (E.) breviantennata* no banco do Camaroeiro não possui uma alta correlação com a área do banco e com os dados abióticos (Tab. 3.1; Fig. 3.6). Na Cidade, a área do banco e os dados abióticos (Tab. 3.1; Fig. 3.7) apresentaram uma maior correlação com a densidade, possuindo uma correlação negativa com a temperatura do ar, do sedimento e com os teores de matéria orgânica e calcário. A salinidade da água intersticial e a área do banco apresentaram uma correlação positiva. Dentre as variáveis analisadas, tanto no Camaroeiro quanto na Cidade a área do banco apresentou uma maior correlação com a densidade de *E. (E.) breviantennata*, com um coeficiente de 0,36 e 0,75, respectivamente.

Tabela 3.1 - Valores da correlação de Pearson (ρ) para as densidades de *Exogone (Exogone) breviantennata* dos bancos do Camaroeiro e da Cidade com a área dos bancos e os dados abióticos. Tar = temperatura do ar; Tsed = temperatura do sedimento; Sal = salinidade da água intersticial; Área = área do banco de *Mytella charruana*; MO = % de matéria orgânica; CA = % de calcário.

Bancos	Tar	Tsed	Sal	Área	MO	CA
Camaroeiro	-0,26	-0,06	-0,09	0,36	0,34	0,20
Cidade	-0,67	-0,53	0,29	0,75	-0,69	-0,50

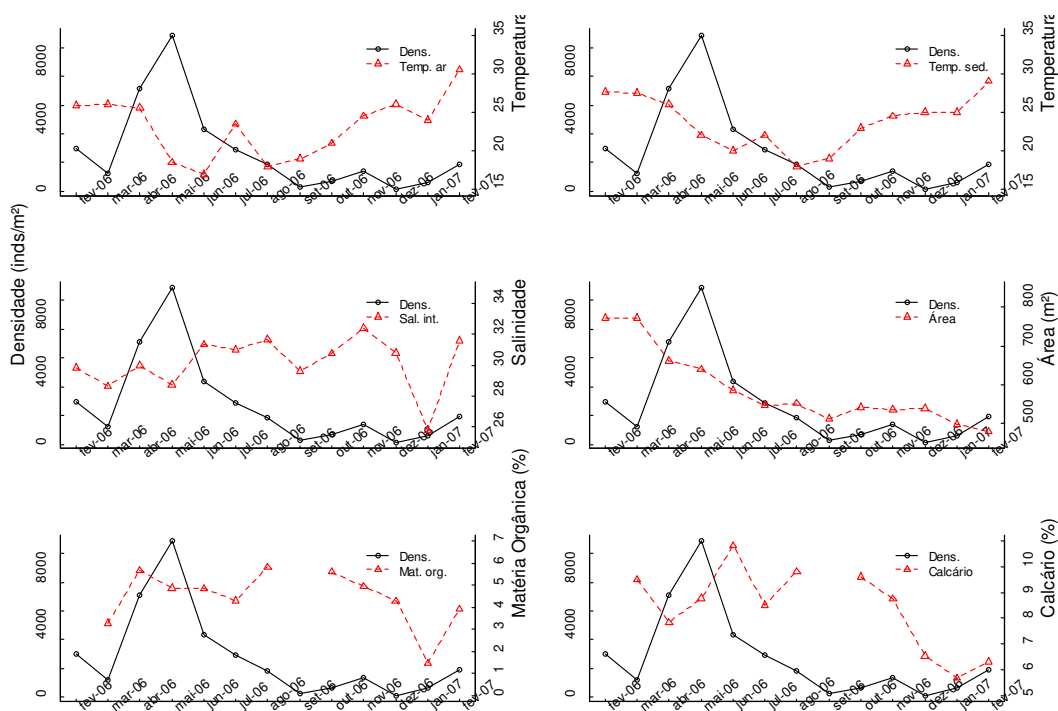


Figura 3.6 – Variação mensal dos parâmetros abióticos (temperatura do ar e sedimento, salinidade da água intersticial e porcentagens de matéria orgânica e calcário), área do banco de *Mytella charruana* e densidade de *Exogone (Exogone) breviautennata* (ind/m²) no banco do Camaroeiro.

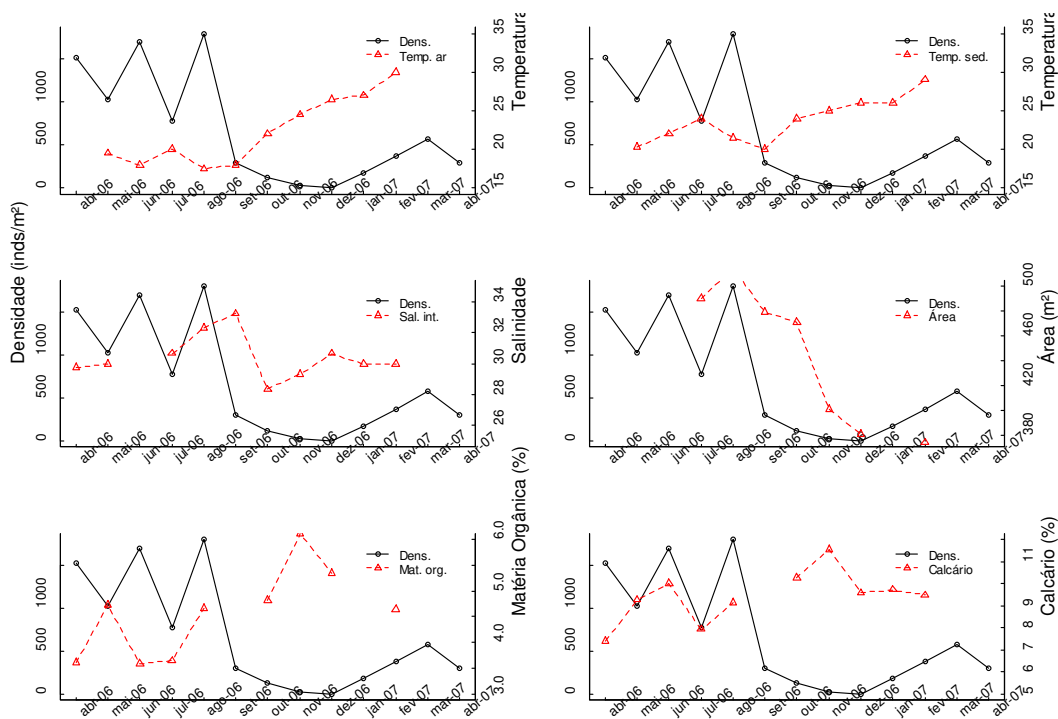


Figura 3.7 – Variação mensal dos parâmetros abióticos (temperatura do ar e sedimento, salinidade da água intersticial e porcentagens de matéria orgânica e calcário), área do banco de *Mytella charruana* e densidade de *Exogone (Exogone) breviautennata* (ind/m²) no banco da Cidade.

3.3.2. Estrutura populacional, crescimento e mortalidade

Como estimativa do tamanho de *E. (E.) breviantennata* foi utilizada a medida do comprimento do proventrículo. Os indivíduos do banco da Cidade tiveram um tamanho médio maior que do banco do Camaroeiro, com 135 μm (DP $\pm$ 20 μm) e 125 μm (DP $\pm$ 20 μm), respectivamente ($t = 7$; $p < 0,001$; Fig. 3.8). O tamanho dos indivíduos não diferiu entre os meses amostrados, tanto no Camaroeiro ($F_{2,1440} = 2,249$; $p = 0,106$; Fig. 3.9a) como na Cidade ($F_{2,339} = 0,065$; $p = 0,937$; Fig. 3.9b).

No banco do Camaroeiro não houve uma alta correlação do tamanho com os fatores abióticos (Tab. 3.2; Fig. 3.10). No banco da Cidade houve uma alta correlação somente com os teores de matéria orgânica e calcário, com coeficientes de 0,69 e 0,72, respectivamente, apresentando uma baixa correlação com os demais fatores abióticos (Tab. 3.2; Fig. 3.11).

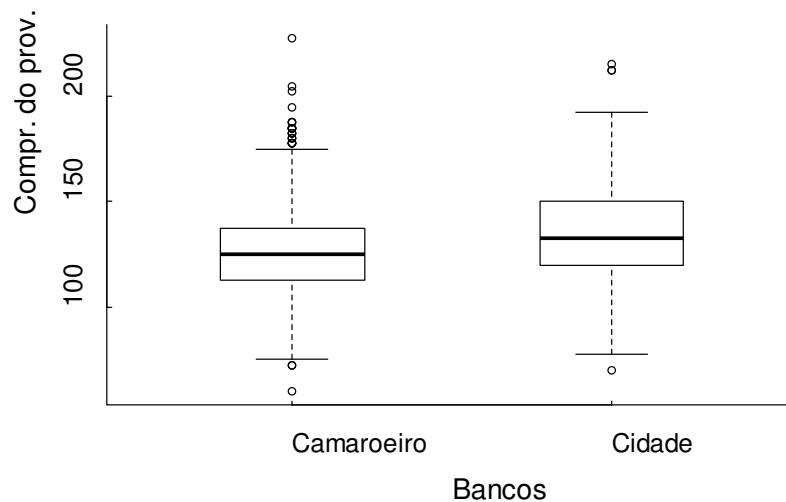


Figura 3.8 - *Exogone (Exogone) breviantennata* – Comprimento do proventrículo (µm) nos dois bancos de *Mytella charruana*. As linhas escuras representam as medianas, as caixas representam 50% dos valores observados, as barras verticais indicam os valores máximos e mínimos e os pontos os valores extremos.

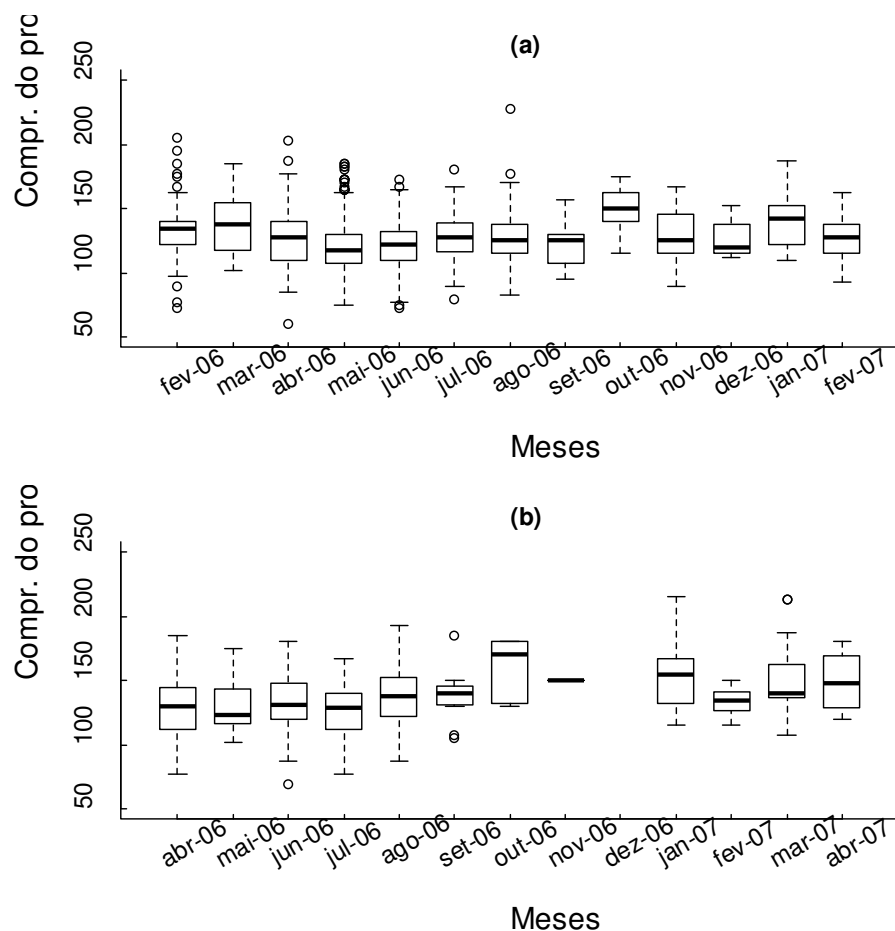


Figura 3.9 - *Exogone (Exogone) brevantennata* – Comprimento do proventrículo (μm) dos indivíduos do banco do Camaroeiro (a) e da Cidade (b) entre os meses amostrados (fevereiro 2006 a fevereiro 2007, no Camaroeiro, e abril 2006 a abril 2007, na Cidade). As linhas escuras representam as medianas, as caixas representam 50% dos valores observados, as barras verticais indicam os valores máximos e mínimos e os pontos os valores extremos.

Tabela 3.2 - Valores da correlação de Pearson (ρ) para o tamanho de *Exogone (Exogone) brevantennata* dos bancos do Camaroeiro e da Cidade com a área dos bancos e os dados abióticos. Tar = temperatura do ar; Tsed = temperatura do sedimento; Sal = salinidade da água intersticial; Área = área do banco de *Mytella charruana*; MO = % de matéria orgânica; CA = % de calcário.

Bancos	Tar	Tsed	Sal	Área	MO	CA
Camaroeiro	0,30	0,41	-0,21	0,10	-0,27	-0,07
Cidade	0,13	0,09	-0,34	-0,32	0,69	0,72

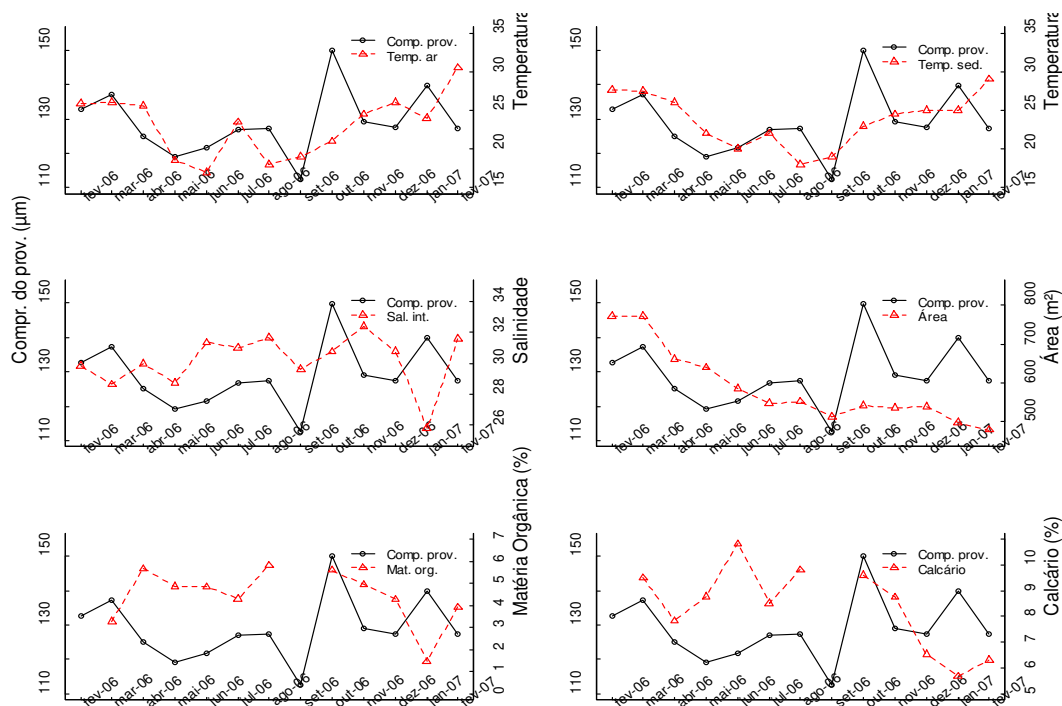


Fig. 3.10 – Variação mensal dos parâmetros abióticos (temperatura do ar e sedimento, salinidade da água intersticial e porcentagens de matéria orgânica e calcário), área do banco de *Mytella charruana* e tamanho de *Exogone (Exogone) brevientennata* (comprimento do proventrículo, mm) no banco do Camaroero.

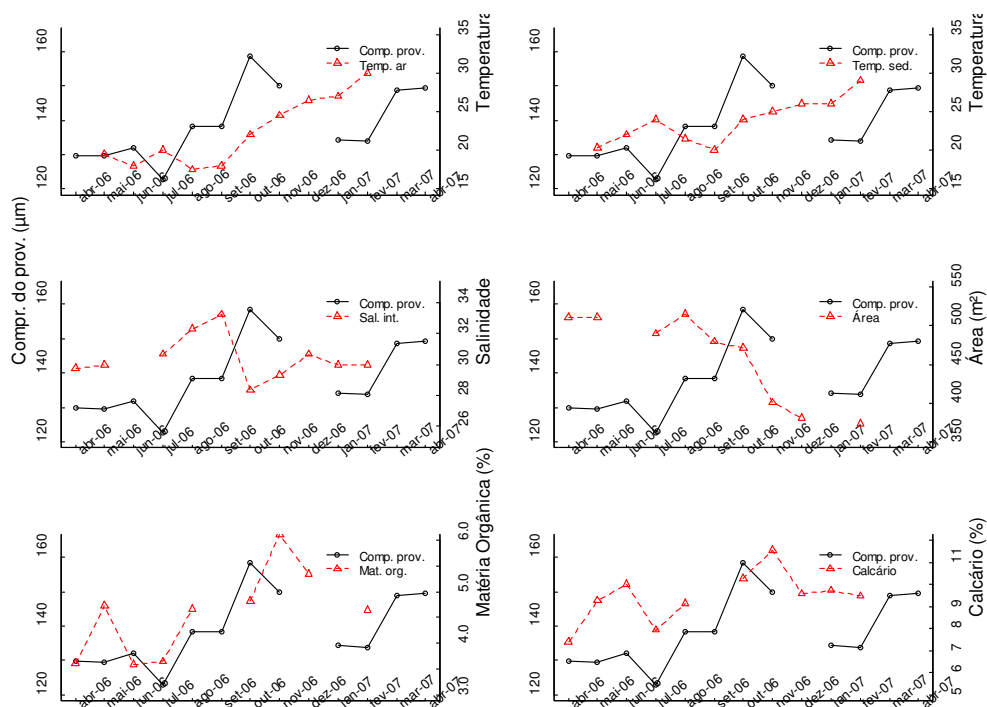


Fig. 3.11 – Variação mensal dos parâmetros abióticos (temperatura do ar e sedimento, salinidade da água intersticial e porcentagens de matéria orgânica e calcário), área do banco de *Mytella charruana* e tamanho de *Exogone (Exogone) brevientennata* (comprimento do proventrículo, mm) no banco da Cidade.

No banco do Camaroeiro foram encontrados 950 indivíduos inteiros de *E. (E.) brevi antennata* (cerca de 65% do total), com uma variação no comprimento total e largura do corpo de 570 a 3760 μm e de 60 a 240 μm , respectivamente, e no banco da Cidade, 243 indivíduos (cerca de 70% do total), variando de 640 a 3840 μm e de 80 a 230 μm .

No Camaroeiro, o comprimento do proventrículo variou de 60 a 205 μm (Fig. 3.12a), enquanto no da Cidade, de 70 a 215 μm (Fig. 3.12b). Em ambos os bancos os indivíduos foram separados em 15 classes de tamanho, com variação de 10 μm cada. Nos dois bancos houve uma maior abundância nas classes de tamanho intermediárias, com o ápice na classe de 120 a 130 μm , no Camaroeiro, e nas classes de 120-130 e 130-140 μm , na Cidade.

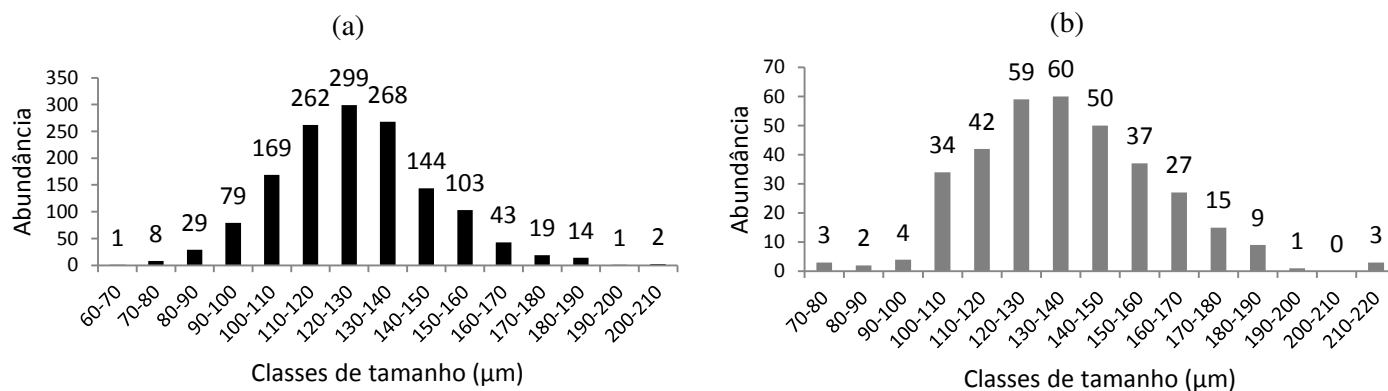


Figura 3.12 – Abundância das classes de tamanho de *Exogone (Exogone) brevi antennata* nos bancos do Camaroeiro (a) e da Cidade (b).

Durante o período amostrado foram reconhecidas cinco coortes nos dois bancos (Fig. 3.13). Em fevereiro de 2006, no banco do Camaroeiro, têm-se as coortes 1 e 2, a primeira pertencente à classe de tamanho 150-160 μm e a segunda na 120-130 μm . Em julho, a coorte 1 deixa de ser registrada, enquanto a coorte 2 está presente até janeiro de 2007. A coorte 3 começou a ser observada em abril de 2006, estando presente até setembro

de 2006. A coorte 4 se iniciou em julho de 2006 e foi registrada até fevereiro de 2007. A coorte 5 se iniciou em fevereiro de 2007.

No primeiro mês de amostragem, no banco da Cidade, também foram encontradas duas coortes, a primeira na classe de tamanho 130-140 μm e a segunda na de 100-110 μm . A coorte 1 foi registrada até outubro de 2006, e a coorte 2 até setembro de 2006. A coorte 3 se iniciou em julho de 2006 e foi observada até março de 2007, provavelmente se sobrepondo com a coorte 4 em abril de 2007. A coorte 4 se iniciou em janeiro de 2007 e foi observada até abril de 2007. A coorte 5 foi observada somente nos dois últimos meses de estudo.

A população do banco do Camaroeiro apresentou o comprimento assintótico máximo teórico (L_{∞}) de 174,80 mm. A constante de crescimento (K) foi de 0,90 e a constante de oscilação (C) foi de 0,58, mostrando um crescimento lento e uma oscilação moderada (Fig. 3.14). O ponto onde o crescimento é reduzido (WP) foi de 0,5, o que indica uma redução no crescimento em junho, o índice de crescimento (Φ') foi de 4,44 (Fig. 3.14).

Na população do banco da Cidade, o comprimento assintótico máximo teórico (L_{∞}) foi maior que o calculado para o Camaroeiro, com o valor de 339,16 mm. A constante de crescimento (K) foi de 0,49, com índice de crescimento (Φ') de 4,75 (Fig. 3.14).

A taxa de mortalidade (Z) para o Camaroeiro foi de 0,92/ano, ocorrendo uma mortalidade mais acentuada na idade 0,84 até 1,24 anos e em 1,86 a 2,27 anos. Já no banco da Cidade, a taxa de mortalidade foi de 3,67/ano, ocorrendo uma mortalidade mais acentuada após a idade de 0,89 anos.

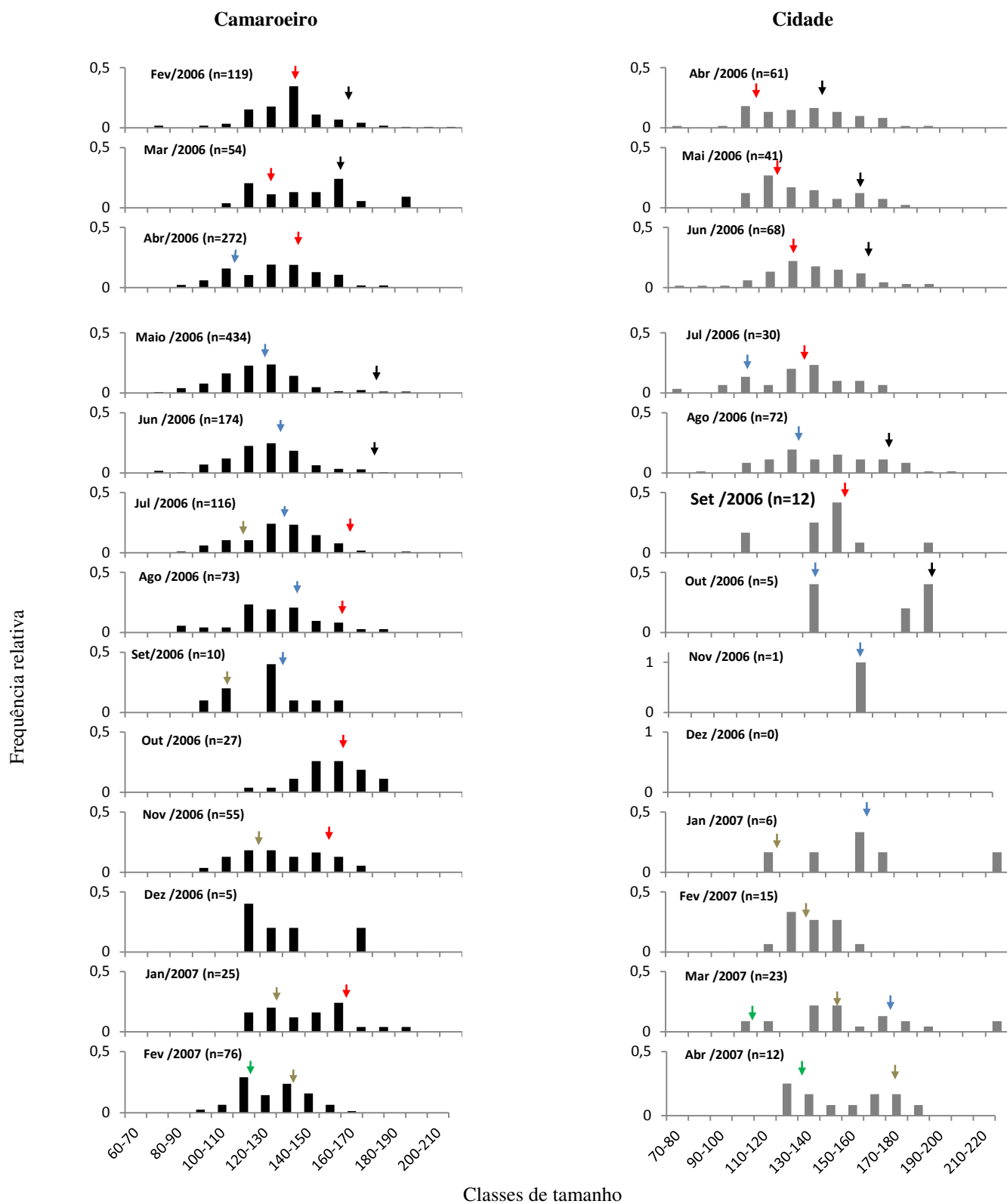


Figura 3.13 – Frequência relativa de *Exogone (Exogone) brevientennata* em cada classe de tamanho nos bancos do Camaroeiro e da Cidade. n: - número de indivíduos analisados a cada mês; setas indicam as diferentes coortes: preto = coorte 1; vermelho = coorte 2; azul = coorte 3; marrom claro = coorte 4; verde = coorte 5.

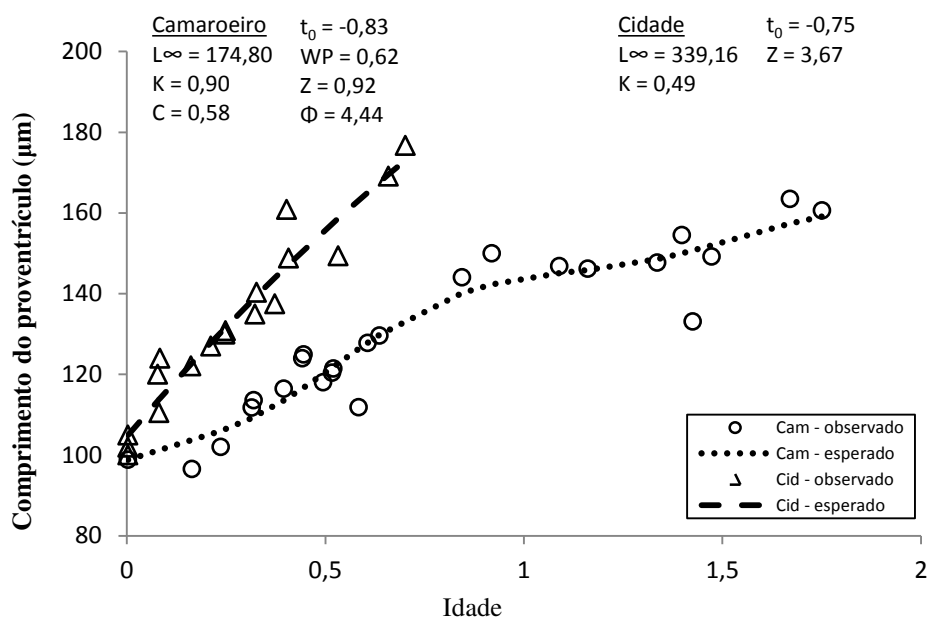


Figura 3.14 - Curva de crescimento de *Exogone (Exogone) breviantennata* nos bancos do Camaroeiro (círculo – valores observados; linha pontilhada – valores esperado) e da Cidade (triângulo – valores observados; linha tracejada – valores esperados). L_{∞} – comprimento assintótico máximo; K – constante de crescimento; C – constante de amplitude da oscilação sazonal; t_0 – idade teórica no comprimento zero; WP (*winter point*) – período de redução do crescimento, expresso como uma fração decimal do ano.

3.4. DISCUSSÃO

3.4.1. Densidade

As populações de *E. (E.) breviantennata* nos bancos estudados diferiram quanto aos processos que regularam a dinâmica populacional. No Camaroeiro, os fatores abióticos avaliados e a área do banco não demonstraram ter tido uma forte influência na densidade populacional. A flutuação da densidade, neste banco, pode ter sido causada por interações intra e/ou interespecífica. Em estudo realizado nos mesmos bancos, Yokoyama (2010) analisou a população do gastrópode *Nassarius vibex* (Say, 1822) e verificou que na região superior do banco do Camaroeiro, houve um aumento gradual na densidade entre março e agosto de 2006, quando a partir desta data se manteve em alta densidade e com reduções

em maio e julho de 2006. As densidades encontradas por Yokoyama (2010) podem demonstrar uma correlação negativa com as de *E. (E.) brevi antennata*, apesar de não ter sido testada esta correlação. Martin *et al.* (2004) observaram uma correlação semelhante para duas espécies de poliquetas, *Neanthes succinea* (Leuckart, 1847) e *Laeonereis culveri* (Webster, 1879), e posteriormente Martin & Bastida (2006a) constataram que a primeira espécie se alimentava da segunda, causando uma diminuição na densidade de *L. culveri* durante a primavera, época em que *N. succinea* era dominante nas regiões estudadas. Kelaher *et al.* (2003), em um estudo com o gastrópode *Ilyanassa obsoleta* (Say, 1822) na costa dos Estados Unidos, observaram que *I. obsoleta* auxiliava na estruturação da comunidade de poliquetas, afetando negativamente diversas espécies, devido à utilização destas em sua alimentação. Os estudos de Martin *et al.* (2004) e Kelaher *et al.* (2003) demonstram que a presença de predadores podem alterar a dinâmica populacional de poliquetas. Os resultados encontrados por Yokoyama (2010), assim como os do presente estudo, indicam que a variação da densidade populacional de *E. (E.) brevi antennata* apresentou uma regulação em diferentes graus por fatores bióticos e abióticos, onde no Camaroeiro os fatores bióticos devem ter tido maior interferência que o abiótico. Isso pode ter sido causado pela predação de *N. vibex*, visto que há registros da utilização de poliquetas na alimentação deste gastrópode (Forroni *et al.*, 2008). Outra possibilidade viável, assim como proposto por Martin & Bastida (2006a, b), é que o fator regulador da população pode ser a qualidade dos nutrientes disponíveis, o que explicaria a baixa correlação da densidade com a quantidade de matéria orgânica no Camaroeiro e a maior densidade de *E. (E.) brevi antennata* neste banco.

Em setembro de 2006, no banco do Camaroeiro, a densidade de *E. (E.) brevi antennata* sofreu uma grande redução, com valores muito inferiores aos observados

até então, ocorrendo no mesmo período em que alterações morfodinâmicas da praia começaram a ser observadas (ver cap. 1). A estabilidade ambiental é um fator importante para a estruturação de comunidades de praias (Allen & Moore, 1987), e a morfodinâmica da praia pode influenciar as taxas de crescimento e mortalidade (Santos, 1994).

Para o banco da Cidade, foi obtida uma correlação negativa mais expressiva com os parâmetros ambientais do que no do Camaroeiro. O banco da Cidade apresentou um impacto antrópico maior, por ser utilizado como ancoradouro de pequenos barcos de pesca e uma maior proximidade do centro da cidade, apresentando um formato elíptico e bastante recortado em sua parte central. Estes impactos, e consequentemente a maior fragmentação deste banco, provavelmente causaram uma limitação ambiental nesta população, ocasionando uma forte correlação positiva da densidade com a área do banco, o que não foi observado no Camaroeiro. Um fato para se notar foi a maior correlação obtida com a temperatura do ar do que com a temperatura do sedimento. Pode-se observar também que no banco da Cidade a correlação da densidade com a temperatura do ar foi maior que no Camaroeiro e em ambos os bancos a correlação foi negativa. No Camaroeiro havia uma poça de maré na parte central do banco, fazendo com que mesmo em maré baixa, os indivíduos ficassem submersos e, assim, não sofressem a influência da temperatura do ar. Na Cidade como não havia a formação deste tipo de poça, os indivíduos ficavam mais expostos durante a maré baixa. Assim, a dessecação ocasionada pela exposição ao ar deve ter influenciado na densidade, ocasionando o aumento da mortalidade, resultado semelhante ao observado por Omena & Amaral (2000).

A densidade de *Exogone (Exogone) breviantennata* foi maior no outono, resultado encontrado também em outros estudos em diversas espécies de poliquetas. Martin & Bastida (2006a, b), estudando duas áreas diferentes na baía Samborombón (rio da Prata,

Argentina) encontraram duas épocas de recrutamento para *Laeonereis culvieri* e para *Capitella capitata* (Fabricius, 1780), uma no outono e outra no inverno. Estes autores relacionaram a alta densidade de indivíduos à qualidade de nutrientes disponíveis e a baixa densidade, principalmente no verão, à intensa predação por aves, peixes e poliquetas carnívoros, como *Neanthes succinea*. Abrantes *et al.* (1999) também relacionaram as interações bióticas, como competição e predação, à dinâmica populacional de *Nereis diversicolor* Müller, 1776 para alguns locais do canal de Mira (rio de Aveiro, Portugal) e à fatores abióticos, tais como a salinidade e o tipo de substrato, para outros locais do mesmo canal. Omena & Amaral (2000), observaram que para *Laeonereis acuta* (Treadwell, 1923) na praia da Enseada (São Sebastião, SP, Brasil), a densidade foi maior no verão. Estas autoras consideraram que a diminuição da densidade de julho a setembro foi provocada pelas extremas marés de primavera, o que proporcionou uma exposição ao ar mais prolongada dos poliquetas e consequentemente uma maior dessecação e mortalidade. Garwood (1982) observou que para o sílideo *Streptosyllis websteri* Southern, 1914, a competição intraespecífica foi o processo responsável pela mortalidade durante os primeiros meses de vida, até a chegada do inverno. Este autor apontou as difíceis condições ambientais do inverno como as responsáveis pelo resultado da sobrevivência no restante do ano, verificando que quando o ambiente está com maior estresse as condições abióticas se sobressaem na regulação populacional, enquanto em condições mais amenas, as interações bióticas atuam mais fortemente na mortalidade e em sua regulação. A alta densidade encontrada em outono, neste e em outros estudos, podem indicar que há um benefício nesta estação que possibilita uma maior abundância.

No atual estudo pode-se observar que a regulação populacional ocorreu de forma conjunta com fatores denso-dependentes (bióticos) e fatores denso-independentes

(abióticos) (Turchin, 1999). Nos dois bancos estudados cada fator colaborou com um peso diferente para a regulação da densidade de *E. (E.) brevi antennata*. No banco do Camaroeiro, houve uma baixa regulação por fatores abióticos e possivelmente uma alta regulação por interações bióticas. Já na Cidade, a regulação causada por fatores abióticos foi maior, indicando condições distintas para esta espécie, em cada banco.

3.4.2. Estrutura populacional, crescimento e mortalidade

A população de *E. (E.) brevi antennata* do Camaroeiro apresentou um tamanho médio menor que a da Cidade, podendo ser um efeito da densidade populacional, visto que no Camaroeiro a densidade populacional foi maior. O efeito dependente da densidade também foi observado por Zajac (1986), que obteve um efeito negativo no crescimento somático dos indivíduos de *Polydora ligni*, atribuído à competição. Este autor verificou ainda que os indivíduos em locais com menores concentrações de nutrientes cresceram menos, mostrando uma relação positiva entre a disponibilidade de nutrientes e o crescimento. Outras variáveis como a temperatura (Ménard *et al.*, 1989; Sardá & San Martín, 1992) e o fotoperíodo (Omena & Amaral, 2000) também são relacionados com o crescimento de poliquetas. As duas populações de *E. (E.) brevi antennata* se encontravam em locais muito próximos, apresentando o fotoperíodo semelhante em ambas, podendo-se deduzir que este fator não foi o que ocasionou o maior tamanho no banco da Cidade.

Nas duas populações estudadas as variáveis ambientais não apresentaram uma forte correlação com o tamanho, exceto a matéria orgânica e o calcário na população do banco da Cidade. A disponibilidade de alimento influenciou nos padrões do ciclo de vida de *Laonereis acuta*, incluindo o tamanho do indivíduo (Omena & Amaral, 2000), assim como a qualidade do alimento foi um fator importante para o tamanho final do poliqueta *Perinereis rullieri* Pilato, 1974 (Prevedelli & Vandini, 2009).

As populações dos dois bancos apresentaram cinco coortes durante o período amostrado, caracterizando mais de um evento reprodutivo por ano. Pela estrutura das classes de tamanho é possível inferir que o evento reprodutivo mais marcante ocorreu durante o outono, gerando uma maior abundância de indivíduos de classes médias nos meses de abril e maio. Outros estudos de biologia populacional com poliquetas também mostraram a presença de mais de uma coorte por ano. Garwood (1982) verificou que o sílideo *Streptosyllis websteri* apresenta pelo menos duas coortes por ano, sendo organismos iteróparos. A capacidade de algumas espécies da família Syllidae se reproduzirem mais de uma vez por ano necessita que apresentem epigamia reversível, comum nas subfamílias Exogoninae e Eusyllinae. Zajac (1991) estudando *Polydora ligni*, em Connecticut (EUA), observou que a população se reproduziu continuamente durante todo o período (maio de 1982 a novembro de 1983), encontrando também uma maior abundância nas classes de tamanho intermediárias relacionando o recrutamento à sazonalidade ambiental. Omena & Amaral (2000), estudando *Laeonereis acuta* na praia da Enseada em São Sebastião (São Paulo, Brasil), encontraram quatro coortes, duas delas iniciando no verão e duas no outono. Souza & Borzone (2000, 2007) encontraram duas coortes para *Scoelepis squamata* (Müller, 1806) e para *Euzonus furciferus* Ehlers, 1987, em duas praias do litoral do Paraná (Brasil); o recrutamento ocorreu durante o outono e primavera para *Scoelepis squamata* e durante o outono e a primavera para *Euzonus furciferus*. García-Aberas & Rallo (2004), estudando *Streblospio benedicti* Webster, 1879, na costa Basca (norte da península Ibérica), encontraram duas coortes durante o período de maio 1991 a maio de 1992. Martin & Bastida (2006b) registraram duas coortes, uma iniciando no verão e outra no outono para a espécie *Capitella capitata* no estuário do rio da Prata. A presença de mais de uma coorte

durante o ano, em poliquetas, parece ser comum, indicando que este grupo se reproduz mais que uma vez ao ano.

Durante o período estudado, em ambos os bancos, parece ter ocorrido sobreposições de coortes, decorrentes do período de *winter point*. As coortes pertencentes às classes de tamanho maiores, ao entrar em período de *winter point*, diminuem o crescimento, fazendo com que as coortes mais novas as alcancem. O período de *winter point* na população do banco do Camaroeiro ocorreu no inverno, podendo ser uma consequência de baixa temperatura. A temperatura é fundamental para o crescimento somático, um processo metabólico que aumenta com o aumento da temperatura. No banco da Cidade, o *winter point*, diferente do Camaroeiro, ocorreu no verão, o que também foi observado por Omena & Amaral (2000) para *Laeonereis acuta*, que apresentou o *winter point* no período gametogênico, o que causou uma diminuição na taxa de crescimento.

Safarik *et al.* (2006) verificaram que a taxa de crescimento de *Diopatra aciculata* Knox & Cameron, 1971, é menor em condições de altas densidades. Os padrões no crescimento, assim como a frequência de indivíduos em processo de regeneração e mortalidade, fornecem evidências de que ocorre um aumento na intensidade de interações denso-dependentes à medida que aumenta a densidade. Estes autores também observaram uma redução nos níveis de oxigênio em densidades muito alta, o que pode causar um estresse adicional. No banco do Camaroeiro, que apresentou a maior densidade, a taxa de crescimento foi menor que no da Cidade; porém, a taxa de mortalidade também foi menor. É provável que a densidade tenha afetado os processos fisiológicos referentes ao crescimento, mas o efeito das interações intraespecíficas não foi forte o suficiente para atuar na mortalidade. Assim, outros tipos de interações devem ter sido mais determinantes para a mortalidade neste caso. As altas taxas de mortalidade e crescimento encontradas no

banco da Cidade devem estar relacionadas ao fato deste banco apresentar maior impacto antrópico. Distúrbios ambientais podem causar mudanças fisiológicas nos organismos e diferenças no crescimento e na reprodução. Arendt (1997) observou que espécies em ambientes com alto grau de distúrbio podem apresentar uma taxa de crescimento maior, para alcançar a época reprodutiva mais rapidamente, pois nestes ambientes a mortalidade tende a ser maior.

Defeo *et al.* (2001) mencionam que a predação pode atuar como uma pressão seletiva que beneficiaria altas taxas de crescimento. Além disso, já foi demonstrada a existência de uma relação direta entre a mortalidade e o crescimento (Cury & Pauly, 2000). Estes fatos, aliados à taxa de mortalidade mais alta na Cidade podem indicar que a maior densidade de gastrópodes, conforme registrado por Yokoyama (2010) pode estar afetando a taxa de mortalidade desta população.

As populações de *E. (E.) brevi antennata* dos dois bancos estudados apresentaram diferenças nos parâmetros de crescimento e mortalidade, provavelmente devido aos diferentes impactos, naturais e antrópicos, sofridos em cada área. No banco da Cidade, onde há maior distúrbio antrópico e maior proximidade ao rio Ipiranga, a população apresentou um crescimento mais rápido e indivíduos maiores, o que possibilitaria os indivíduos desta população atingir época reprodutiva mais rapidamente. A população do banco do Camaroeiro apresentou menores taxas de crescimento e mortalidade, provavelmente por estarem em um ambiente mais estável e favorável para a espécie. Esta mudança fenotípica para a otimização de uma população ao ambiente já foi registrada em outras populações de organismos marinhos (Stearns & Koella, 1986; Defeo *et al.*, 2001). Assim, *E. (E.) brevi antennata* parece estar regulando sua taxa de crescimento possibilitando

a otimização do *fitness* aos diferentes distúrbios antrópicos e ambientais sofridos pelos dois bancos estudados.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrantes, A., Pinto, F. & Moreira, M. H. (1999). Ecology of the polychaete *Nereis diversicolor* in the Canal de Mira (Ria de Aveiro, Portugal): population dynamics, production and oogenic cycle. **Acta Oecologica**, 20, 267-283.
- Aguado, M. T., Nygren, A. & Siddall, M. E. (2007). Phylogeny of Syllidae (Polychaeta) based on combined molecular analysis of nuclear and mitochondrial genes. **Cladistics**, 23, 552-564.
- Allen, P. L. & Moore, J. J. (1987). Invertebrate macrofauna as potential indicators of sandy beach instability. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 24, 109-125.
- Amaral, A. C. Z. (2005). Invertebrados aquáticos. In A. B. M. Machado, C. S. Martins & G. M. Drummond (Eds.), **Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção: incluindo as listas das espécies quase ameaçadas e deficientes de dados** (pp. 99-115). Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- Amaral, A. C. Z., Morgado, E. H. & Salvador, L. B. (1998). Polychaetes as bioindicators of organic pollution on the beaches of São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, 58, 307-316.
- Amaral, A. C. Z. & Nonato, E. F. (1996). **Annelida Polychaeta: características, glossário e chaves para famílias e gêneros da costa brasileira**. Editora Unicamp, Campinas.
- Amaral, A. C. Z., Nonato, E. F. & Petti, M. A. V. (1994). Contribution of the polychaetous annelids to the diet of some brazilian fishes. **Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle**, 162, 331-337.
- Andrewartha, H. G. & Birch, L. C. (1954). **The distribution and abundance of animals**. University of Chicago Press, Chicago.
- Arias, A. M. & Drake, P. (1995). Structure and production of the benthic macroinvertebrate community in a shallow lagoon in the Bay of Cadiz. **Marine Ecology Progress Series**, 115, 151-167.
- Arendt, J. D. (1997). Adaptative intrinsic growth rates: an integration across taxa. **The Quarterly Review of Biology**, 72, 149-177.
- Begon, M., Townsend, C. R. & Harper, J. L. (2006). **Ecology from individuals to ecosystems**. Blackwell Publishing, Boston.
- Berglund, A. (1986). Sex change by a polychaete: effects of social and reproductive costs. **Ecology**, 67, 837-845.

- Balogun, K. J., Ladigbolu, I. A. & Ariyo, A. A. (2011). Ecological assessment of a coastal shallow lagoon in Lagos, Nigeria: a bio-indicator approach. **Journal of Applied Sciences & Environmental Management**, 15, 41-46.
- Branch, G. M. (1975). Intraspecific competition in *Patella cochlear* Born. **Journal of Animal Ecology**, 44, 263-281.
- Brey, T. (1999). Growth performance and mortality in aquatic macrobenthic invertebrates. In A. J. Southward, P. A. Tyler, & C. M. Young (Eds.), **Advances in Marine Biology - Vol 35** Academic Press, cidade??. pp. 153-239.
- Bridges, T. S., Farrar, J. D., Gamble, E. V. & Dillon, T. M. (1996). Intraspecific density effects in *Nereis (Neanthes) arenaceodentata* Moore (Polychaeta: Nereidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 195, 221-235.
- Chatzinikolaou, E. & Richardson, C. A. (2008) Population dynamics and growth of *Nassarius reticulatus* (Gastropoda: Nassariidae) in Rhosneigr (Anglesey, UK). **Marine Biology**, 153, 605-619.
- Choi, J. W. & Lee, J. H. (1997). Secondary production of a nereid species, *Perinereis aibuhitensis* in the intertidal mudflat of the west coast of Korea. **Bulletin of Marine Science**, 60, 517-528.
- Costa, P. F. (1999). Reproduction and growth in captivity of the polychaete *Nereis diversicolor* O. F. Müller, 1776, using two different kinds of sediment: preliminary assays. **Boletín del Instituto Español de Oceanografía**, 15, 351-355.
- Cury, P. & Pauly, D. (2000). Patterns and propensities in reproduction and growth of marine fishes. **Ecological Research**, 15, 101-106.
- Defeo, O., Arreguín-Sánchez, F. & Sánchez, J. (1992). Growth study of the yellow clam *Mesodesma mactroides*: a comparative analysis of three length-based methods. **Scientia Marina**, 56, 53-59.
- Defeo, O., Gomez, J. & Lercari, D. (2001). Testing the swash exclusion hypothesis in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. **Marine Ecology Progress Series**, 212, 159-170.
- Florêncio, M. A. P. (2000). Dinâmica populacional e produção secundária de *Laeonereis acuta* (Treadwell, 1923) na praia de Enseada dos Corais – Cabo de Santo Agostinho – Pernambuco – Brasil. **Dissertação de mestrado** - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Forbes, V. E., Sibly, R. M. & Linke-Gamenick, I. (2003). Joint effects of population density and toxicant exposure on population dynamics of *Capitella* sp.I. **Ecological Applications**, 13, 1094-1103.
- Forroni, T. O., Yokoyama, L. Q. & Amaral, A. C. Z. (2008). Dieta alimentar de *Nassarius vibex* (Gastropoda: Nassariidae). In: **XXVII Congresso Brasileiro de Zoologia**, Curitiba, Paraná.

- García-Aberas, L. & Rallo, A. (2004). Population dynamics and production of *Streblospio benedicti* (Polychaeta) in a non-polluted estuary on the Basque coast (Gulf of Biscay). **Scientia Marina**, 68(2), 193-203.
- Garraffoni, A. R. S., Yokoyama, L. Q. & Amaral, A. C. Z. (2010). Allometry and population structure of *Nicolea uspiana* (Polychaeta: Terebellidae). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 90, 877-883.
- Garwood, P. R. (1982). The life-cycle and population dynamics of *Streptosyllis websteri* (Polychaeta: Syllidae) from a Northumberland Beach. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 62, 783-798.
- Gayaniilo, F., Sparre, P. & Pauly, D. (2005). **FAO-ICLARM stock assessment tools II (FISAT II)**. Computerized Information Series (Fisheries).
- Gillet, P., Mouloud, M., Durou, C. & Deutsch, B. (2008). Response of *Nereis diversicolor* population (Polychaeta, Nereididae) to the pollution impact – Authie and Seine estuaries (France). **Estuarine Coastal and Shelf Science**, 76, 201-210.
- Gillet, P. & Torresani, S. (2003). Structure of the population and secondary production of *Hadiste diversicolor* (O.F. Müller, 1776), (Polychaeta: Nereididae) in the Loire estuary, Atlantic Coast, France. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 56, 621-628.
- Gómez, J. & Defeo, O. (1999). Life history of the sandhopper *Pseudorchestoidea brasiliensis* (Amphipoda) in sandy beaches with contrasting morphodynamics. **Marine Ecology Progress Series**, 182, 209-220.
- Grassle, J. F. & Grassle, J. P. (1974). Opportunistic life histories and genetic systems in marine benthic polychaetes. **Journal of Marine Research**, 32, 253-284.
- Heip, C. & Herman, R. (1979). Production of *Nereis diversicolor* O.F. Müller (Polychaeta) in a shallow brackish-water pond. **Estuarine and Coastal Marine Science**, 8, 297-305.
- Ieno, E., Martin, J.P. & Bastida, R. (2000). Estimation of size classes in *Laeonereis acuta* (Polychaeta: Nereididae) based on jaw length and body width usable in trophic studies. **Bulletin of Marine Science**, 67, 39-43.
- Kelaher, B. P., Levinton, J. S. & Hoch, J. M. (2003). Foraging by the mud snail, *Ilyanassa obsoleta* (Say), modulates spatial variation in benthic community structure. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 292, 139-157.
- Kent, R. M. L. (1979). The influence of heavy infestations of *Polydora ciliata* on the flesh content of *Mytilus edulis*. **Journal of Marine Biological Association United Kingdom**, 59, 289-297.
- Kevrekidis, T. (2005). Population dynamics, reproductive biology and productivity of *Streblospio shrubsolii* (Polychaeta: Spionidae) in different sediments at low salinities in a mediterranean lagoon (Monolimni Lagoon, Northern Aegean). **International Review of Hydrobiology**, 90, 100-121.

- Knox, C. A. (1977). The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities. *In* D. J. Reish & K. Fauchald (Eds.), **Essays on Polychaetous Annelids in Memory of Dr. Olga Hartman** Allan Hancock Found, Los Angeles, pp. 547-604.
- Linke-Gamenick, I., Forbes, V. E. & Sibly, R. M. (1999). Density-dependent effects of a toxicant on life-history traits and population dynamics of a capitellid polychaete. **Marine Ecology Progress Series**, 184, 139-148.
- López, E. & Gallego, R. (2006). Temporal variation of a syllid (Syllidae: Polychaeta) taxocenosis associated with *Stypocaulon scoparium* (Stypocaulaceae: Phaeophyceae) in the western Mediterranean. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 86, 51-59.
- MacCord, F. S. (2005). Dinâmica populacional e biologia reprodutiva de duas espécies de *Scolelepis* (Spionidae) e de *Laeonereis acuta* (Nereididae) (Annelida: Polychaeta). **Tese de doutorado** – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Martin, J. P. & Bastida, R. (2006a). Population structure, growth and production of *Laeonereis culveri* (Nereididae: Polychaeta) in tidal flats of Río de la Plata estuary, Argentina. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 86, 235-244.
- Martin, J. P. & Bastida, R. (2006b). Life history and production of *Capitella capitata* (Capitellidae: Polychaeta) in río de La Plata Estuary (Argentina). **Thalassas**, 22, 25-38.
- Martin, J. P., Bastida, R. & Trassens, M. (2004). Polychaete assemblages of intertidal mixohaline flats of bahía Samborombón (La Plata river estuary – Argentina). **Thalassas**, 20, 30-53.
- Martin, D. & Grémare, A. (1997). Secondary production of *Capitella* sp. (Polychaeta: Capitellidae) inhabiting different organically enriched environments. **Scientia Marina**, 61, 99-109.
- Ménard, F., Gentil, F. & Dauvin, J. C. (1989). Population dynamics and secondary production of *Owenia fusiformis* Delle Chiaje (Polychaeta) from the Bay of Seine (eastern English Channel). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 133, 151-167.
- Méndez, N. (2006). Life cycle of *Capitella* sp. y (Polychaeta: Capitellidae) from Estero del Yugo, Mazatlán, Mexico. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 86, 263-269.
- Méndez, N., Romero J. & Flos J. (1997). Population dynamics and production of the polychaete *Capitella capitata* in the littoral zone of Barcelona (Spain, NW Mediterranean). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 218, 263-284.
- McQuaid, C. D. & Lindsay, T. L. (2000). Effect of wave exposure on growth and mortality rates of the mussel *Perna perna*: bottom-up regulation of intertidal populations. **Marine Ecology Progress Series**, 206, 147-154.
- Mortensen, S., Van der Meeren, T., Fosshagen, A., Hernar, I., Harkestad, L., Torkildsen, L. & Bergh, Ø. (2000). Mortality of scallop spat in cultivation, infested with tube dwelling bristle worms, *Polydora* sp. **Aquaculture International**, 8, 267-271.

- Nacorda, H. M. E. & Yap, H. T. (1997). Structure and temporal dynamics of macroinfaunal communities of a sandy reef flat in the northwestern Philippines. **Hydrobiologia**, 353, 91-106.
- Nicholson, A. J. (1933). The balance of animal populations. **Journal of Animal Ecology**, 2, 132-178.
- Omena, E. P. & Amaral, A. C. Z. (2000). Population dynamics and secondary production of *Laeonereis acuta* (Treadwell, 1923) (Nereididae: Polychaeta). **Bulletin of Marine Science**, 67, 421-431.
- Pagliosa, P. R. & Lana, P. da C. (2000). Population dynamics and secondary production of *Nereis oligohalina* (Nereididae: Polychaeta) from a subtropical marsh in southeast Brazil. **Bulletin of Marine Science**, 67, 259-268.
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality rate, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. **Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer**, 39, 175-192.
- Pauly, D. & Munro, J. L. (1984). Once more on growth comparison in fish and invertebrates. **Fishbyte, Newsletter of the Network of Tropical Fisheries Scientists**, 2, 21.
- Pearson, T. H. & Rosenberg, R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. **Oceanography and Marine Biology: An annual review**, 16, 229-311.
- Petti, M. A. V., Nonato, E. F. & Paiva, P. C. (1996). Trophic relationships between polychaetes and branchyuran crabs on the southeastern Brazilian coast. **Revista Brasileira de Oceanografia**, 44, 9-21.
- Prevedelli, D. & Vandini, R. Z. (2009). Survival and growth rate of *Perinereis rullieri* (Polychaeta, Nereididae) under different salinities and diet. **Italian Journal of Zoology**, 64, 135-139.
- R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. <URL <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 2011>.
- Safarik, M., Redden, A. M. & Schreider, M. J. (2006). Density-dependent growth of the polychaete *Diopatra aciculata*. **Scientia Marina**, 70S3, 337-341.
- Santos, P. J. P. (1991). Morphodynamical influence of a temporary freshwater stream on the population dynamics of *Scolelepis gaucha* (Polychaeta: Spionidae) on a sandy beach in Southern Brazil. **Bulletin of Marine Science**, 48, 657-664.
- Santos, P. J. P. (1994). Population dynamics and production of *Scolelepis gaucha* (Polychaeta: Spionidae) on the sandy beaches of Southern Brazil. **Marine Ecology Progress Series**, 110, 159-165.
- Sardá, R. & San Martín, G. (1992). *Streptosyllis verrilli* (Moore, 1907), new combination, life cycle, population dynamics and production from a salt marsh in southern New England. **Bulletin of Marine Science**, 51, 407-419.

- Schneider, D. C. & Harrington, B. A. (1981). Timing of shorebird migration in relation to prey depletion. **The Auk**, 98, 801-811.
- Schnute, J. (1981). A versatile growth model with statistically stable parameters. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 38, 1128-1140.
- Shimizu, R. M. (1997). Ecologia populacional de *Scolecipis squamata* (Müller, 1806) (Polychaeta: Spionidae) e *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) da Praia de Barequeçaba (São Sebastião, SP). **Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo**.
- Souza, J. R. B. & Borzone, C. A. (2000). Population dynamics and secondary production of *Scolecipis squamata* (Polychaeta: Spionidae) in an exposed sandy beach of southern Brazil. **Bulletin of Marine Science**, 67, 221-233.
- Souza, J. R. B. & Borzone, C. A. (2007). Population dynamics and secondary production of *Euzonus furciferus* Ehlers (Polychaeta, Opheliidae) in an exposed sandy beach of Southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 24, 1139-1144.
- Stearns, S. C. & Koella, J. C. (1986). The evolution of phenotypic plasticity in life-history traits: predictions of reaction norms for age and size at maturity. **Evolution**, 40, 893-913.
- Tsutsumi, H. (1990). Population persistence of *Capitella* sp. (Polychaeta; Capitellidae) on a mud flat subject to environmental disturbance by organic enrichment. **Marine Ecology Progress Series**, 63, 147-156.
- Turchin, P. (1995). Population regulation; old arguments and a new synthesis. In N. Cappuccino & P. W. Price (Eds.), **Population Dynamics: New Approaches and Synthesis**. Academic Press, pp. 19-40.
- Turchin, P. (1999). Population regulation: a synthetic view. **Oikos**, 84, 153-159.
- Turchin, P., Lorio, P. L., Taylor, A. D. & Billings, R. F. (1991). Why do populations of southern pine beetles (Coleoptera: Scolytidae) fluctuate? **Environmental Entomology**, 20, 401-409.
- von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). **Human Biology**, 10, 181-213.
- Yokoyama, L. Q. (2010). *Nassarius vibex* (Gastropoda, Nassariidae): crescimento e reprodução em bancos de mitilídeos de substrato areno-lamoso na costa Sudeste do Brasil. **Tese de doutorado – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo**.
- Zajac, R. N. (1986). The effects of intra-specific density and food supply on growth and reproduction in an infaunal polychaete, *Polydora ligni* Webster. **Journal of Marine Research**, 44, 339-359.
- Zajac, R. N. (1991). Population ecology of *Polydora ligni* (Polychaeta: Spionidae). I. Seasonal variation in population characteristics and reproductive activity. **Marine Ecology Progress Series**, 77, 197-206.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve por finalidade conhecer a biologia populacional do silídeo *Exogone (Exogone) breviantennata*, analisando o crescimento relativo e parâmetros como a densidade, crescimento e mortalidade, em dois bancos de *Mytella charruana*, localizados nas praias do Camaroeiro e da Cidade – enseada de Caraguatatuba, Litoral Norte do Estado de São Paulo.

Com os resultados obtidos na análise de crescimento relativo, ficou claro que os parâmetros morfológicos de *E. (E.) breviantennata* possuem uma grande variância, devido à alta elasticidade de seu corpo, e que o proventrículo, por ser uma estrutura muscular que apresenta uma maior rigidez, mostrou a melhor relação com o tamanho. É importante destacar que neste tipo de estudo é necessário a utilização de um conjunto de modelos, principalmente aqueles que levam em consideração a descontinuidade no coeficiente alométrico, como o *broken-stick* e de dois segmentos.

As populações de *E. (E.) breviantennata* nos dois bancos apresentaram cinco coortes durante o ano, indicando que a reprodução ocorre continuamente.

A estrutura populacional de *E. (E.) breviantennata* nos dois bancos foi afetada de forma conjunta com os fatores bióticos e abióticos, com cada um participando de diferentes modos para a regulação da densidade de *E. (E.) breviantennata* em cada banco. Tal fato resultou em diferenças nos parâmetros de crescimento e mortalidade entre as populações, provavelmente devido a diferenças de distúrbios antrópicos e naturais em cada área de estudo.

Alguns organismos marinhos apresentam uma alta plasticidade fenotípica, podendo se comportar de forma a otimizar o *fitness* às diferentes condições e distúrbios antrópicos e naturais. *Exogone (E.) breviantennata* apresentou padrões diferenciados em áreas com pressões

distintas, mostrando que esta espécie também tem a capacidade de se aclimatar a mudanças nas condições ambientais.

Tendo em vista os resultados obtidos neste trabalho, torna-se claro a necessidade de estudos mais aprofundados dos efeitos bióticos e abióticos, assim como a interação entre estes, na biologia populacional de animais bentônicos marinhos. Outro ponto importante que deve ser destacado é a escassez de estudos populacionais de silídeos, que apesar de serem abundantes em diferentes ecossistemas marinhos, ainda possuem uma grande lacuna no conhecimento de sua história de vida.

ANEXO I – FUNÇÃO DESENVOLVIDA PARA A ANÁLISE MORFOMÉTRICA

```
# Função que calcula as regressões linear, quadrática, cúbica e segmentadas (borken-
#stick e dois segmentos) para um mesmo conjunto de dados
# Os objetos de entrada são dois vetores de dados numéricos
# Como saída retorna um objeto da classe data frame com os valores dos coeficientes e os
#coeficientes de determinação de cada modelo, o valor de AIC de cada modelo, valor da
#diferença de AIC (di) e o peso de AIC (wi). Além de gerar gráficos com as linhas de
#tendências para cada modelo.

mod.regr=function(lx, ly, nomex="varx", nomey="vary", na.val="NA", AICc=FALSE, log=FALSE,
save.img=FALSE, show.img=TRUE, nomeIMG="imagem") {
  varx=lx
  vary=ly
  if(na.val!="NA")
  {
    varx[varx==na.val]=NA
    vary[vary==na.val]=NA
  }
  nax=!is.na(varx)
  nay=!is.na(vary)
  naxy=nax&nay
  n.nax=length(varx)-sum(nax)
  n.nay=length(vary)-sum(nay)
  n.naxy=length(varx)-sum(naxy)
  varx=varx[naxy]
  vary=vary[naxy]
  cat("\n\n Foram encontrados",n.nax,"NA's da variável x (", nomex,") e",n.nay,"da
  variável y (", nomey,")\n sendo excluidos",n.naxy,"conjuntos de dados.\n
  Foi analisado", length(varx),length(vary),"observações\n\n")
  if( log==TRUE) {
    varx=log(varx)
    vary=log(vary)
  }
  mod.l=lm(vary~varx)
  mod.q=lm(vary~varx+I(varx^2))
  mod.c=lm(vary~varx+I(varx^2)+I(varx^3))
  val.x=sort(unique(varx))
  rss=rep(NA,each=length(val.x))
  for(i in 1:length(val.x)){
    m=lm(vary~(varx*(varx<val.x[i])+varx*(varx>=val.x[i])))
    s=summary(m)
    rss[i]=sum(s$residuals^2)
  }
  rss.minimo=min(rss)
  bp.pos=match(rss.minimo,rss)
  bp=val.x[bp.pos]
  lhs = function(x) ifelse(x < bp,bp-x,0)
  rhs = function(x) ifelse(x < bp,0,x-bp)
  mod.bs = lm(vary ~ lhs(varx) + rhs(varx))
  mod.ds=lm(vary~varx*(varx<bp)+varx*(varx>=bp))
  coef.l=round( as.numeric(c( coef(mod.l)[1], NA, coef(mod.l)[2], NA, NA, NA,
    summary(mod.l)[9])), 3)
  coef.q=round( as.numeric( c( coef(mod.q)[1], NA, coef(mod.q)[2:3], NA, NA,
    summary(mod.q)[9]) ), 3)
  coef.c=round( as.numeric( c( coef(mod.c)[1], NA, coef(mod.c)[2:4], NA,
    summary(mod.c)[9])), 3)
  coef.bs=round( as.numeric( c( coef(mod.bs)[1]+coef(mod.bs)[2]*bp,
    coef(mod.bs)[1]-bp*coef(mod.bs)[3], -coef(mod.bs)[2], coef(mod.bs)[3], NA,
    bp, summary(mod.bs)[9])) , 3)
  coef.ds=round( as.numeric( c( coef(mod.ds)[1]+coef(mod.ds)[3], coef(mod.ds)[1],
    coef(mod.ds)[2]+coef(mod.ds)[5], coef(mod.ds)[2], NA, bp,
    summary(mod.ds)[9])) , 3)
  if(AICc==TRUE){
    library(AICcmodavg)
    akaike=round(c( AICc(mod.l), AICc(mod.q), AICc(mod.c), AICc(mod.bs),
      AICc(mod.ds)) , 3)
    cat("Foi utilizado o critério de akaike modificado para pequenas amostras
    - AICc\n\n\n")
  }
  else{
```



```

        akaike=as.vector(round(AIC(mod.l,mod.q,mod.c,mod.bs,mod.ds)[[2]],3))
        cat("Foi utilizado o critério de akaike - AIC\n\n\n")
    }

    min.aic=min(akaike)
    di=akaike-min.aic
    wi=round((exp(-0.5*(di))/sum(exp(-0.5*(di))))),3)
    tab.res=data.frame(
        linear=c(coef.l,akaike[1],di[1],wi[1]),
        quadratico=c(coef.q,akaike[2],di[2],wi[2]),
        cubico=c(coef.c,akaike[3],di[3],wi[3]),
        broken=c(coef.bs,akaike[4],di[4],wi[4]),
        doisSeg=c(coef.ds,akaike[5],di[5],wi[5]),
        n=length(varx)
    )
    rownames(tab.res)=c("a1","a2","b1","b2","b3","bp","r2","AIC","Dif. AIC","wi")
    if(save.img==TRUE){
        nomearq=nomeIMG
        png( file=paste(nomearq,".png"), width=2500, height=384, unit="px", res=150,
            restoreConsole=TRUE)
        par(mfrow=c(1,5),tcl=0.2,bty="l",cex.main=0.9,cex.lab=1,cex.axis=1,font.main=1)
        plot(vary~varx,xlab=nomex,ylab=nomey,main="Linear")
        abline(mod.l,col="red",lwd=2)
        plot(vary~varx,xlab=nomex,ylab=nomey,main="Quadrático")
        curve(mod.q$coef[1]+mod.q$coef[2]*x+mod.q$coef[3]*x^2,col="red",lwd=2,add=TRUE)
        plot(vary~varx,xlab=nomex,ylab=nomey,main="Cúbico")
        curve(mod.c$coef[1]+mod.c$coef[2]*x+mod.c$coef[3]*x^2+mod.c$coef[4]*x^3,add=TRUE,
            col="red",lwd=2)
        py = mod.bs$coef[1] + mod.bs$coef[2] * lhs(val.x) + mod.bs$coef[3] * rhs(val.x)
        plot( vary~varx, xlab=nomex, ylab=nomey, main = "Broken-stick",font.main=3)
        lines(val.x,py,col="red",lwd=2)
        abline(v=bp,lty=5)
        plot(vary~varx,xlab=nomex,ylab=nomey,main="Dois segmentos")
        abline(v=bp,lty=5)
        segments( min(val.x), (mod.ds$coef[1] + mod.ds$coef[3]) + (mod.ds$coef[2] +
            mod.ds$coef[5]) * min(val.x),
            bp, (mod.ds$coef[1] + mod.ds$coef[3]) + (mod.ds$coef[2] + mod.ds$coef[5]) * bp,
            col="red", lwd=2)
        segments(max(val.x), mod.ds$coef[1] + mod.ds$coef[2] * max(val.x), bp,
            mod.ds$coef[1] + mod.ds$coef[2] * bp, col="red", lwd=2)
        dev.off()
    }
    if(show.img==TRUE){
        x11()
        par(mfrow=c(2,3),tcl=0.2,bty="l",cex.main=1.2,cex.lab=1.3,cex.axis=1.2)
        plot(vary~varx,xlab=nomex,ylab=nomey,main="Linear")
        abline(mod.l,col="red",lwd=2)
        plot(vary~varx,xlab=nomex,ylab=nomey,main="Quadrático")
        curve( mod.q$coef[1] + mod.q$coef[2] * x + mod.q$coef[3] * x^2,
            col="red", lwd=2, add=TRUE)
        plot(vary~varx,xlab=nomex,ylab=nomey,main="Cúbico")
        curve( mod.c$coef[1] + mod.c$coef[2]*x + mod.c$coef[3]*x^2 +
            mod.c$coef[4]*x^3, add=TRUE, col="red", lwd=2)
        py = mod.bs$coef[1]+mod.bs$coef[2]*lhs(val.x)+mod.bs$coef[3]*rhs(val.x)
        plot(vary~varx,xlab=nomex,ylab=nomey,main="Broken-stick",font.main=3)
        lines(val.x,py,col="red",lwd=2)
        abline(v=bp,lty=5)
        plot(vary~varx,xlab=nomex,ylab=nomey,main="Dois segmentos")
        abline(v=bp,lty=5)
        segments( min(val.x), (mod.ds$coef[1] + mod.ds$coef[3]) + (mod.ds$coef[2]
            + mod.ds$coef[5])*min(val.x), bp, (mod.ds$coef[1] +
            mod.ds$coef[3]) + (mod.ds$coef[2] + mod.ds$coef[5])*bp, col="red",
            lwd=2)
        segments( max(val.x), mod.ds$coef[1] + mod.ds$coef[2]*max(val.x), bp,
            mod.ds$coef[1] + mod.ds$coef[2]*bp, col="red", lwd=2)
    }

    return(tab.res)
}

```