

CARACTERIZAÇÃO DO MACROZOOBENTOS NAS ÁREAS SOB A INFLUÊNCIA DA CARCINICULTURA NO ENTORNO DO ESTUÁRIO DO RIO CAMURUPIM, PIAUÍ, BRASIL

Characterization of the macrozoobenthos in areas under the influence of shrimp farming at the Camurupim River estuary, Piauí State, Brazil

Karine Fernandes Rolemberg¹, Cristina de Almeida Rocha-Barreira², Cristina Arzabe³

RESUMO

A macrofauna bentônica do estuário do Rio Camurupim (PI) foi analisada trimestralmente, de novembro de 2005 a agosto de 2006. As amostragens foram feitas em transectos constituídos por três pontos de coleta, sendo um em cada margem e um no leito do rio, com cinco observações para cada ponto. As coletas nas margens do estuário foram realizadas com um coletor de PVC, com diâmetro de 15 cm, introduzido 10 cm de profundidade. As amostragens do leito do rio foram feitas com uma draga Van Veen. O meio ambiente foi avaliado pela estimativa de salinidade, pH, densidade, fósforo, carbonato de cálcio, matéria orgânica e granulometria do solo. Foram identificados 3.848 organismos perfazendo um total de 83 táxons. Os poliquetas, crustáceos e moluscos destacaram-se em abundância com 47%, 33,5% e 11,4%, respectivamente. Os poliquetas capitelídeos estiveram presentes em todos os meses. O molusco *Anomalocardia brasiliana* predominou em quase todos os meses. De todos os organismos identificados, os tanaídeos dominaram sobre os demais, principalmente em agosto de 2006. Os valores obtidos para ponto de amostragem foram comparados através do teste de Kruskal-Wallis. Foram observadas diferenças significativas entre os meses considerando a densidade ($P=0,0001$), o número de táxons ($P=0,0065$) e equitabilidade ($P=0,0049$), mas não ocorreu diferença significativa entre os pontos de coleta em relação a nenhum descritor biótico observado. A abundância é maior na área de bombeamento, com 72,7% do total de organismos identificados, do que na área de drenagem da fazenda de camarão.

Palavras-chaves: bentos, macrofauna, estuário, carcinicultura.

ABSTRACT

The benthic macrofauna at the Camurupim River estuary was analyzed every three months, from November, 2005 to August, 2006. Sampling was carried out along three sampling-point transects, one at each river bank and one on the river bottom, with five replications at each site. Sampling at the river banks was made with 15-cm diameter PVC collector, introduced 10 cm deep. Sampling on the river bottom was done with a Van Veen dredge. The environment was appraised through estimation of salinity, pH, density, phosphorus, calcium carbonate, organic matter content and grain size. A number of 3,848 organisms were identified, making up 83 taxa. Polychaetes, crustaceans, and molluscs were found to be the most abundant with 47.0%, 33.5%, and 11.4%, respectively. Capitellid polychaetes were the only ones found were present in all sampling months. Amongst all identified benthos organisms, Tanaidaceae were predominant over the others, especially in August, but as to mollusks alone, *Anomalocardia brasiliana* proved to be the most abundant. The between samples comparison of the taxa numbers was made the Kruskal-Wallis test. There was significant difference for density ($P=0.0001$), for taxa ($P=0.0065$), for the evenness ($P=0.0049$) between months, but not for any biotic descriptor comparing the sampling sites. The abundance was found to be higher at the water pumping area of the shrimp farm, with 72.7% of the identified organisms, than on its downstream draining sector.

Key words: benthos, macrofauna, estuary, shrimp farming.

¹ Mestranda em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará. Av. Abolição, 3207 Fortaleza – CE 60165-081. Bolsista CNPq. E-mail: krolemberg@yahoo.com.br.

² Professora do Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará. E-mail: cristina@labomar.ufc.br .

³ Bióloga, Pesquisador da Embrapa Meio-Norte UEP/Parnaíba-PI. BR343, Km35. Cx Postal 341. 64200-970. E-mail: arzabec@yahoo.com.br .

INTRODUÇÃO

A carcinicultura marinha mundial vem se expandindo nos últimos anos, atraída pela demanda dos principais mercados, localizados na Europa, Japão e América do Norte. A lucratividade e a geração de divisas se tornaram as principais causas para o desenvolvimento da atividade, sendo incentivadas em países em desenvolvimento da Ásia e da América Latina, onde hoje se concentra a produção mundial de camarão marinho cultivado (Páez-Osuna, 2001).

O crescimento deste agronegócio trouxe para a região mais pobre do Brasil e a menos contemplada por programas governamentais de desenvolvimento, benefícios em termos de geração de emprego e de divisas, com exportação do camarão para mercados externos. No Brasil, as fazendas foram construídas em antigos viveiros de peixes estuarinos, salinas desativadas, apicuns e litoral superior, atrás dos mangues; nos estados do Piauí e Ceará, predominam as áreas de apicum (Gesteira & Paiva, 2003).

Os estuários são ambientes de transição entre o continente e o oceano, onde rios encontram o mar, resultando na diluição mensurável da água salgada (Miranda *et al.*, 2002). Estes ambientes recebem detritos provenientes do continente e do mar além dos produzidos pela flora e fauna locais, que dão suporte a ricas associações bênticas. Estas, por sua vez, são o principal integrante da dieta de peixes e crustáceos decápodos que utilizam essa área de criação (Couto *et al.*, 1995). Por apresentar as diversas características ressaltadas e, ainda, fisiografia e perfil ambiental de regiões tropicais, os manguezais constituem áreas preferenciais para a instalação de sistemas de cultivo de camarão marinho (Páez-Osuna, 2001).

Pelo fato do macrobentos representar um importante papel na dinâmica do sistema estuarino e, sob o ponto de vista do balanço energético, constituírem excelente fonte de alimento para muitos organismos marinhos e serem encontrados na maioria dos habitats, a presença de certas espécies pode revelar condições peculiares, fazendo com que sejam consideradas indicadoras do tipo e grau de poluição de uma determinada área (Warwick, 1993; Amaral & Nonato, 1996; Franklin-Júnior, 2000). O aspecto da diversidade de espécies pode ser de grande valia para o desenvolvimento de alternativas que contribuam para minimizar impactos ambientais.

O litoral do Piauí apresenta uma extensão de 66 km, e sua costa é constituída por formações dunares e desembocaduras dos cursos de água, formando estuários afogados, contendo manguezais (Cavalcanti, 2000). O clima da região caracteriza-se como quente e úmido, com chuvas no verão e pre-

cipitações máximas no outono (Andrade & Lins, 1965). A precipitação média anual é superior a 1.200 mm. A temperatura tem pequena amplitude anual e valores médios que variam entre 25 e 27°C (Deus *et al.*, 2003).

O Rio Camurupim nasce na cidade de Cocal, na Serra dos Macacos com o nome de Rio dos Campos, atravessa a Lagoa do Alagadiço e desemboca na mesma embocada do Rio São Miguel, só que do lado leste da Barra Grande, que divide as áreas dos municípios de Luis Correia e Cajueiro da Praia, Estado do Piauí (PIEMTUR, 2007). Este estudo teve como objetivos realizar uma caracterização da macrofauna bentônica do seu estuário, e avaliar a interação dos fatores bióticos e abióticos nas áreas sob influência da carcinicultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Procedimentos de campo

Para a realização deste estudo, foram definidos duas áreas de coleta no estuário do Rio Camurupim: próximo ao canal de bombeamento de água e na jusante do canal de drenagem do efluente de uma fazenda de cultivo de camarão (Figura 1). As amostragens foram feitas em transectos, constituídos por três pontos de coleta, sendo um em cada margem e um no leito do rio. A margem direita foi considerada o lado em que a fazenda está localizada e a esquerda, a margem oposta. Assim, as coletas foram realizadas no ponto a jusante do canal de drenagem do efluente no leito do rio - C1 (02°55'22"S-41°26'34"W), margem direita - C1MD (02°55'22"S- 41°26'32"W) e margem esquerda - C1ME (02°55'23"S-41°26'38"W) e no ponto de bombeamento de água no leito - C2 (02°55'29"S-41°26'36"W), margem direita - C2MD (02°55'29"S-41°26'32"W) e margem esquerda - C2ME (02°55'28"S-41°26'38"W). As amostragens foram feitas trimestralmente ao longo de um ano, com cinco repetições para cada ponto das estações de coleta. As coletas dos organismos bentônicos nas margens do estuário foram realizadas através de um coletor de PVC, com diâmetro de 15 cm, o qual foi introduzido 10 cm no substrato para retirada de uma amostra do sedimento. As amostragens no estuário foram feitas utilizando-se um busca-fundo tipo Van Veen (área de amostragem 19x15 cm, volume aproximado 3,0 L, com corda de 30 m). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas e fixadas em formol salino a 4%.

Procedimentos em laboratório

Em laboratório, a triagem foi feita por meio de peneiras com abertura de 0,5 mm, sendo os organis-

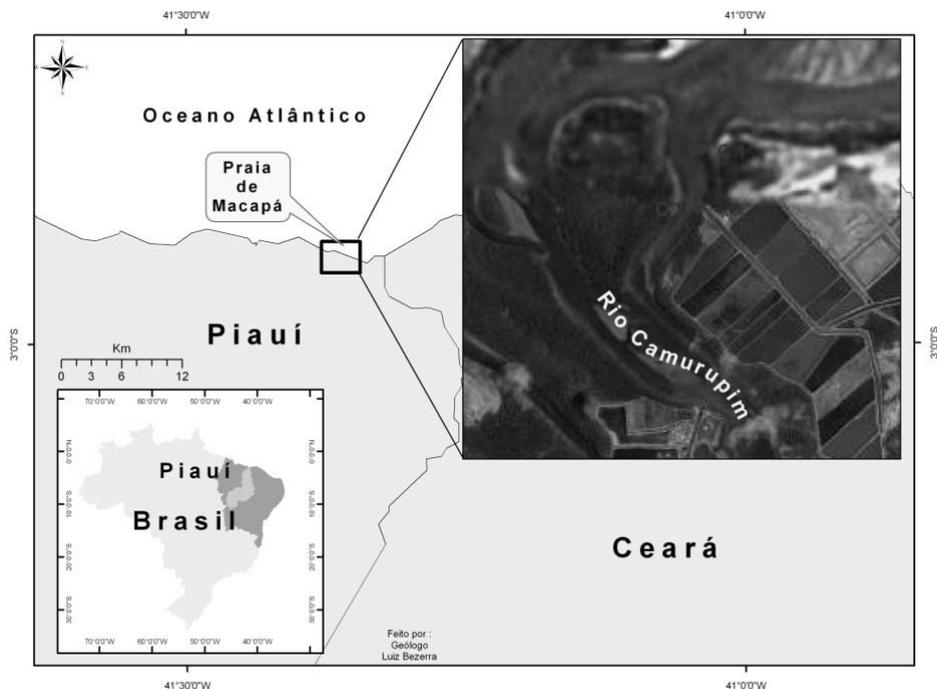


Figura 1 - Mapa da Praia de Macapá - PI, mostrando a localização das estações de coleta estabelecidas no Rio Camurupim, em áreas de influência da carcinicultura.

mos separados visualmente com o apoio de bandejas e transferidos para recipientes com álcool a 70%, e corados com corante Rosa Bengala.

A identificação dos organismos bentônicos foi realizada ao menor nível taxonômico possível, com auxílio de estereomicroscópio e chaves de identificação. Durante a triagem e identificação do material biológico foram encontrados táxons como nematódeos, ascídias, esponjas e peixes, que não foram incluídos nas análises quantitativas.

Análise dos dados

Os valores dos descritores da comunidade da macrofauna bentônica para cada estação de coleta foram comparados através do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, contido no software Statistica® versão 6.0.

A análise de grupamento das estações de coleta considerando os táxons da macrofauna bentônica foi realizada pela média não ponderada (UPGMA - "Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Average") (modo-Q), sendo utilizado o índice de similaridade de Bray-Curtis, baseado em dados transformados por $\log(x+1)$. Estas análises também foram realizadas utilizando o software PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) versão 6.0 (Clarke & Gorley, 2006).

A análise dos dados de correlações constituiu-se entre os parâmetros abióticos (granulometria,

densidade do solo, teor de matéria orgânica, fósforo, pH, carbonato de cálcio, salinidade, transparência e profundidade) e os bióticos (densidade, táxons, abundância), considerando-se todos os pontos amostrados. Utilizou-se, neste caso, o coeficiente de correlação não-paramétrico de Spearman (r_s) contido no software Statistica® versão 6.0.

A salinidade foi determinada através de um refratômetro óptico. Os valores pluviométricos foram obtidos da Estação Meteorológica de Parnaíba, no Campus Experimental da EMBRAPA Meio-Norte/UEP - Parnaíba.

As análises granulométricas e do teor de matéria orgânica do sedimento

foram realizadas no Laboratório de Solos da EMBRAPA Meio Norte - UEP/Parnaíba. Os teores de carbonato de cálcio foram estimados através do método do *Calcímetro de Bernard* modificado, no Laboratório de Geologia Marinha do Instituto de Ciências do Mar.

RESULTADOS

Caracterização do ambiente físico

De acordo com as análises granulométricas, observou-se uma diferença na classificação textural ao longo das estações. Para o mês de novembro/05, os pontos do leito do rio (C1 e C2) e das margens esquerdas (C1ME e C2ME), caracterizaram-se como areia grossa, e os da margem direita (C1MD e C2MD), como franco arenosos. A densidade do solo foi mais elevada em C1ME (1,62 g/cm³) e C2ME (1,60 g/cm³). Os maiores teores de matéria orgânica e de carbonato de cálcio foram observados em C1MD (4,77% e 32,58%) e C2MD (5,64% e 18,18%). O valor mais alto do pH foi observado em C1ME e do fósforo, em C2 (Tabela I).

No mês de fevereiro/06, os pontos C1MD e C2ME foram classificados como franco arenosos. Os pontos dos leitos C1 e C2 foram caracterizados como areia grossa e franco argiloso, e os pontos C1ME e C2MD, como franco argilo arenoso e areia franca, respectivamente. A densidade do solo foi maior nos

Tabela 1 – Valor das variáveis ambientais para os pontos das estações de coleta do Rio Camurupim – PI, em áreas de influência da carcinicultura. (Convenções: C1, CIMD e CIME - pontos do leito do rio, margens esquerda e direita do ponto à jusante de drenagem da fazenda de camarão marinho; C2, C2MD e C2ME - pontos do leito do rio, margens esquerda e direita do ponto de bombeamento da fazenda de camarão marinho; M.O. - matéria orgânica; P - fósforo; S - salinidade; T - transparência da água; PF - profundidade).

Pontos	Identificação		Granulometria (%)					Classificação Textual	Dens. Solo (g/cm ³)	% M.O.	P(mg/L)	pH	% Carbonato	Salinidade	T (m)	PF (m)
	Mês	Data Coleta	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila										
C1		16/11/2005	2,5	63,8	19,2	0	Areia Grossa	1,6	0,4	6,2	8,6	3,0	>40	0,7	0,8	
CIMD		16/11/2005	1,0	43,0	27,5	28,6	Franco Arenoso	1,2	4,8	1,2	8,3	32,6	>40	0	0	
CIME	Novembro	16/11/2005	98,6	1,6	0,3	0	Areia Grossa	1,6	0,4	10,9	8,6	6,8	>40	0	0	
C2		16/11/2005	98,95	0,2	1,3	0	Areia Grossa	1,5	0,4	24,6	8,4	1,5	>40	0,85	0,85	
C2MD		16/11/2005	1	69	20,4	9,6	Franco Arenoso	1,1	5,6	2,9	8,2	18,2	>40	0	0	
C2ME		16/11/2005	95,1	3,7	1,7	0	Areia Grossa	1,6	0,5	11,7	8,6	14,4	>40	0	0	
C1		15/2/2006	43,8	39,1	5,6	0	Areia Grossa	1,5	0,6	7,9	8,6	17,3	44	0,71	1,2	
CIMD		15/2/2006	27,5	47,7	12,3	12,6	Franco Arenoso	1,3	4,3	1,6	8,3	17,9	45	0	0	
CIME	Fevereiro	15/2/2006	0,5	29,0	31,0	39,6	Franco Argilo Arenoso	1,2	6,6	1,5	8,3	31,2	45	0	0	
C2		15/2/2006	37	45,9	8,5	8,6	Franco Argiloso	1,2	10,3	1,1	8,1	39,3	45	0,72	0,9	
C2MD		15/2/2006	42,7	38,0	6,8	12,6	Areia Franca	1,3	2,3	18,2	8,3	5,8	47	0	0	
C2ME		15/2/2006	28,7	59,8	5,0	6,6	Franco Arenoso	1,2	5,7	1,7	8,3	27,2	45	0	0	
C1		11/5/2006	99,4	0,4	0,3	0	Areia Grossa	1,7	0,4	8,1	8,5	7,2	25	0,3	0,7	
CIMD		11/5/2006	2,5	49,8	22,2	25,6	Franco Argilo Arenoso	1,2	8,7	3,3	7,9	42,8	26	0	0	
CIME	Maio	11/5/2006	3,5	61,7	17,3	17,6	Franco Arenoso	1,2	6,2	6,5	7,9	25,6	28	0	0	
C2		11/5/2006	77,8	19,1	3,1	0	Areia	1,7	0,8	5,4	8,3	9,4	24	1,1	3,1	
C2MD		11/5/2006	91,7	7,5	0,8	0	Areia Grossa	1,7	0,3	18,3	8,4	0,6	25	0	0	
C2ME		11/5/2006	1,05	74,2	11,2	13,6	Franco Arenoso	1,2	4,4	4,2	8,0	12,8	26	0	0	
C1		2/8/2006	97,6	2,1	0,4	0	Areia Grossa	1,6	0,5	9,4	9,0	16,6	40	0,8	0,8	
CIMD		2/8/2006	7,6	55,7	16,1	20,6	Franco Argilo Arenoso	1,2	6,8	5,3	8,2	33,7	40	0	0	
CIME	Agosto	2/8/2006	90,5	8,7	0,9	0	Areia Grossa	1,2	7,1	6,0	8,2	24,6	40	0	0	
C2		2/8/2006	4,8	61,7	14,0	19,6	Franco Arenoso	1,7	0,7	8,2	9,0	21,7	40	1,1	1,1	
C2MD		2/8/2006	1,6	56,9	17,9	23,6	Franco Argilo Arenoso	1,2	6,1	5,5	8,3	24,6	39	0	0	
C2ME		2/8/2006	1,1	68,9	13,4	16,6	Franco Arenoso	1,2	6,4	4,8	8,2	30,3	40	0	0	

pontos C1 (1,48 g/cm³) e C1MD (1,34g/cm³), seguidos por C2MD e ME, e com menores valores em C1ME e C2. Os maiores valores de matéria orgânica e carbonato foram observados nos pontos C1ME (6,62% e 31,21%) e C2 (10,26% e 39,31%). O pH teve o valor mais elevado em C1 e o fósforo, em C2MD (Tabela I).

A classificação textural no mês de maio de 2006 foi de areia grossa para os pontos C1 e C2MD, franco argilo arenoso o ponto C1MD, franco arenoso as margens esquerda dos pontos C1 e C2 e como areia o ponto C2. Os maiores valores da densidade do solo ocorreram nos pontos C2, C2MD e C1 com 1,68; 1,67 e 1,65 g/cm³ respectivamente. Os teores mais elevados de matéria orgânica nas margens direita e esquerda do ponto C1 com 8,71% e 6,16%, e bem os de carbonato de cálcio, com 42,78% e 25,56%, respectivamente. O ponto C1 teve o maior valor de pH e o ponto C2MD, o de fósforo (Tabela I).

Para o mês de agosto de 2006, os pontos C1 e C1ME foram caracterizados como areia grossa e as margens direita dos pontos C1 e C2 foram classificadas como franco argilo arenoso. Já os pontos C2 e C2 ME foram classificados como franco arenosos. As maiores densidades do solo foram observadas em C2 (1,65 g/cm³) e C1 (1,63 g/cm³). Os maiores teores de matéria orgânica foram registrados para os pontos C1ME e C1MD com 7,11% e 6,76% M.O., respectivamente. Os maiores valores de carbonato de cálcio foram nos pontos C1MD e C2 ME com 33,71% e 30,29% respectivamente. Os maiores valores, ambos de pH e de fósforo, ocorreram no ponto C1 (Tabela I).

Em novembro de 2005, a profundidade e a transparência no ponto C1 foi de 0,8m e 0,7m respectivamente, sendo que em C2 esses parâmetros apresentaram o mesmo valor de 0,85 cm.

O valor médio da salinidade no mês de fevereiro de 2006 foi de 45. A transparência no ponto C1 e C2 foi de 0,71m e 0,72m, em profundidades de 1,2 m e 0,9 m, respectivamente. No mês de maio de 2006, a salinidade média foi de 25, a transparência foi de 0,3 m e 1,1 m nos os pontos C1 e C2 respectivamente. A profundidade para os mesmos pontos foi de 0,7m e 3,1m. Em agosto, a transparência e a profundidade alcançaram os mesmos valores para os pontos do leito do rio. No ponto C1 foi de 0,8m e no C2, de 1,1m (Tabela I).

A intensidade de chuva no município de Parnaíba oscilou consideravelmente durante o período de estudo, tendo sido observado nos meses de coleta os seguintes índices pluviométricos: novembro de 2005 com 0,0 mm, fevereiro de 2006 com 224, 5 mm, maio de 2006 com 288,3 mm e agosto com 8,5 mm.

Análise quali-quantitativa da macrofauna

Em todo o estudo, foram identificados 3.848 organismos, perfazendo um total de 83 táxons e pertencentes a dez grupos taxonômicos: moluscos, poliquetas, oligoquetas, crustáceos, insetos, cefalocordados, cnidários, quelicerados, turbelários e nemertinos. Os poliquetas, crustáceos e moluscos destacaram-se em abundância do total de organismos identificados, com 47%, 33,5% e 11,4%, respectivamente.

No mês de novembro de 2005, apresentou uma densidade média de 7.833,3 ind./m², observando-se nas margens direita dos pontos C1 e C2 com 596,5 ind./m² e 736,8 ind./m² respectivamente (Tabela II). No ponto C1, os poliquetas das famílias Paraonidae e Capitellidae representaram juntos mais de 50% dos organismos coletados. No ponto C2, os poliquetas da família Paraonidae representaram 52,3%.

Em fevereiro de 2006, observou-se uma densidade média de 4.805 ind./m², sendo 2.491,2 ind./m² no ponto C1. Foram identificados 47 táxons, com a seguinte distribuição numérica em pontos diversos: C1 (22), C1MD (2), C1ME (21), C2 (15), C2MD (9) e C2ME (18). No ponto C1, os poliquetas da família Phyllodocidae corresponderam a 38,6% do total de organismos, constituindo-se no táxon dominante. O ponto C1 também foi o mais abundante em relação aos demais (Tabela II).

No mês de maio de 2006, foi observada uma densidade de 5.498,5 ind./m², com 2.771,9 ind./m² ocorrendo no ponto C2, seguido do ponto C2ME, com 1.920,5 ind./m². Foram observados 60 táxons, com a seguinte distribuição numérica em pontos diversos: C1 (5), C1MD (11), C1ME (13), C2 (48), C2MD (9) e C2ME (29) (Tabela II).

Em agosto de 2006, observou-se uma densidade média de 19.201,6 ind./m², sendo a maior densidade entre os meses de coleta. O ponto C2MD apresentou a maior densidade, 13.840,9 ind./m². Os 40 táxons identificados estavam assim distribuídos: 14 em C1, 12 em C1MD, 7 em C1ME, 17 nos pontos C2 e C2MD, e 22 em C2 ME (Tabela II). No ponto C2ME havia 97 organismos, com destaque para os poliquetas da família Capitellidae, com 55,7% do total. A maior densidade observada no ponto C2MD foi representada pela grande quantidade de tanaidáceos encontrada (Figura 2).

Analisando todos os pontos a jusante da drenagem, percebe-se que a densidade foi menor (27,3%) quando comparada com os pontos da zona de bombeamento, que contribuíram com 72,7% dos organismos identificados (Tabela III).

Tabela II – Diversidade taxonômica, número de táxon (s) e número de indivíduos (n), para todos os meses e pontos de coleta localizados no rio Camurupim, em áreas de influência da carcinicultura.

Organismos	Novembro						Fevereiro						Maio						Agosto					
	CI	CI MD	C1 ME	C2	C2 MD	C2 ME	CI	CI MD	C1 ME	C2	C2 MD	C2 ME	CI	CI MD	C1 ME	C2	C2 MD	C2 ME	CI	CI MD	C1 ME	C2	C2 MD	C2 ME
CNIDARIA																								
Antimíria	7,0	11,4	-	-	22,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,02	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthozoa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,02	-	-	-	-	-	-	-	-
PLATYHELMINTHES																								
Turbellária	21,1	-	113,6	-	-	378,9	-	-	11,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,0	-	-
NEMERTEA	35,1	22,7	102,3	14,0	11,4	68,2	21,1	-	22,7	7,0	-	22,7	-	-	11,4	42,11	22,7	-	-	-	11,4	112,3	-	34,1
MOLLUSCA																								
<i>Abra aequalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Abra</i> sp.	-	-	-	-	34,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acteocina bullata</i>	-	-	-	-	-	7,02	-	-	11,4	-	-	-	-	-	-	-	-	22,7	-	-	-	-	-	22,7
<i>Anachis attenuata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	-	90,9	-	-	204,5	-	-	-	125	35,1	79,5	45,5	-	45,5	45,5	35,1	22,7	45,5	-	-	11,4	-	22,7	-
<i>Asaphis deflorata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Bivalve juvenil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bulla striata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caecum achironum</i>	7,0	0	34,1	-	-	14,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,4	-	-	-	-	-	-
<i>Caecum</i> sp.	-	-	-	-	-	14,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caecum strigosum</i>	203,5	-	45,5	-	-	42,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56,8	-	-	-	-	-	68,2
<i>Chione cancellata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	11,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corbula caribaea</i>	-	-	-	-	11,4	11,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	-	22,7	-	-	-	-	-	-
<i>Corbula cymella</i>	-	-	-	-	34,1	-	-	-	-	-	-	11,4	-	-	-	21,1	-	-	-	-	-	-	22,7	-
<i>Crassinella lunulata</i>	-	68,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Iphigenia brasiliua</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Littoraria</i> sp.	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lophodoris</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lucina pectinata</i>	-	-	-	-	34,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macoma constricta</i>	-	-	-	-	11,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macoma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,4
<i>Mitrella lunata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Modiolus americanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mytella guyanensis</i>	-	-	-	-	11,4	-	-	-	-	-	-	-	11,4	1312,3	-	-	-	34,1	-	-	-	-	-	11,4
<i>Natica livida</i>	-	-	-	-	-	7,0	-	-	11,4	-	-	-	-	-	-	7,0	-	22,7	-	-	-	-	-	-
Nuculidae jovem	-	-	-	-	-	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

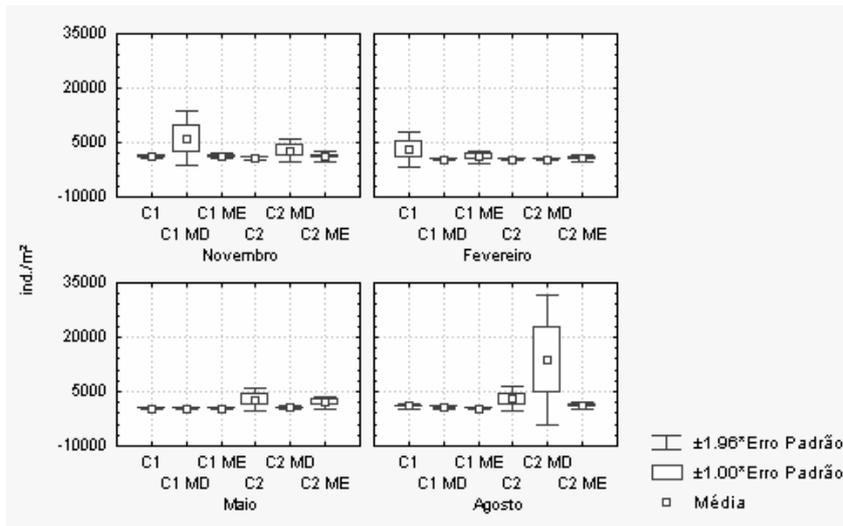


Figura 2 - Abundância e densidade dos táxons da macrofauna bentônica obtidos nas estações de coleta estabelecidas no Rio Camurupim, em áreas de influência da carcinicultura.

Na análise comparativa dos descritores bióticos da macrofauna bentônica entre os meses estudados, observou-se diferença significativa para densidade ($p = 0,0001$), número de táxons ($p = 0,0065$) e equitabilidade de Pielou (J') ($p = 0,0049$). Essas diferenças foram marcadamente notadas pela grande abundância de crustáceos tanaidáceos na margem direita do ponto de bombeamento no mês de agosto de 2006. Na comparação entre os pontos ao longo do período de estudo, não ocorreu diferença significativa para nenhum descritor biótico analisado.

Os descritores da comunidade não apresentaram uma forte correlação com os fatores ambientais, tendo-se verificado a ocorrência de agrupamento dos pontos C1 e C2 das margens direita e esquerda separadamente, com uma similaridade em torno de 50% (Figura 3).

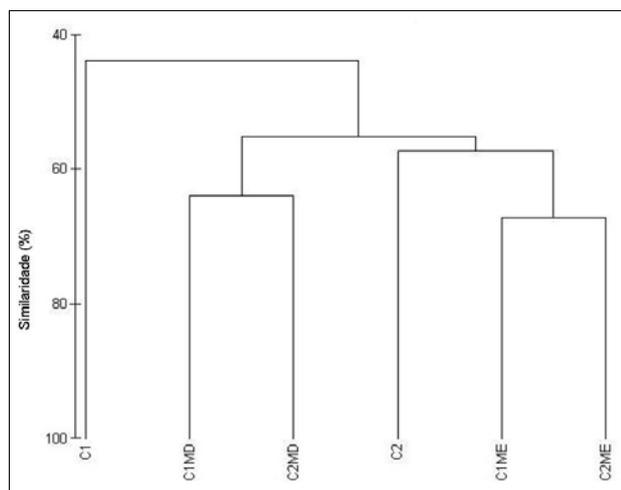


Figura 3 - Análise de similaridade entre os organismos das estações de coleta dos pontos do Rio Camurupim, em áreas de influência da carcinicultura.

DISCUSSÃO

Observando os pontos de coleta localizados no estuário do rio Camurupim, verificou-se que os mesmos possuem características ambientais aparentemente semelhantes, tais como complexidade de habitats, funções ecológicas e posição em relação à desembocadura do rio, e divergem apenas quanto à sua localização nas áreas de bombeamento e de drenagem do efluente na fazenda em estudo.

As águas das planícies fluviais apresentam diferentes índices de salinidade em consequência das oscilações dos fluxos de água doce e marinha, que vão influir diretamente na distribuição das espécies

da flora e da fauna, e em seu desenvolvimento e reprodução (Cavalcanti, 2000). No presente estudo, a salinidade variou de 24 a 47, permitindo uma boa condição para os organismos zoobentônicos, principalmente poliquetas. Em estudos feitos com a espécie *Hydroides elegans* (Poliqueta: Serpulidae), Qui & Qian (1997) verificaram que em salinidades ≥ 20 havia uma sobrevivência de 85% dos indivíduos estudados e valores ≤ 15 os poliquetas tornavam-se letais num espaço de 24 horas.

O pH do solo mostrou pouca variação, mantendo-se básico na faixa de 7,9 - 9,0 em todos os pontos amostrados, confirmando os resultados obtidos por Lopes (1999) e Carvalho (2004). Para Angonesi (2000), o pH no sedimento oscilou na faixa de 5,19 a 7,85, com ocorrência dos maiores valores nos primeiros 5 cm e decaindo com a profundidade.

Os valores do fósforo variaram de 1,1mg/L a 18,3 mg/L, mostrando-se maiores quando existia um menor teor de matéria orgânica no sedimento e, menores, quando esses teores se elevavam. De acordo com Lopes (1999), os elevadíssimos valores de fósforo (117 - 120 ppm) obtidos em viveiros de cultivo de camarão podem estar relacionados à ausência de adubação e calagem, já que a matéria orgânica no solo mantém-se equilibrada mesmo sem adubação (Boyd, 1997). Nas áreas naturais do entorno das fazendas estudadas também se observou uma interação entre os teores de fósforo e de matéria orgânica, mas esta se apresentou inversamente proporcional, provavelmente por causa da dinâmica da área.

A alternância no suprimento de águas superficiais está condicionada principalmente pelo regime pluvial, que apresenta uma substancial concentração nos meses de março, abril e maio na região estudada.

Por outro lado, a diminuição do fluxo de água doce durante o período seco traz as seguintes alterações: diminuição do transporte de sedimentos e nutrientes para o interior das unidades ambientais; modificações na abundância e distribuição das espécies da fauna aquática; e alteração do gradiente de salinidade do solo, influenciando diretamente sobre a vegetação e algumas espécies da fauna (Cavalcanti, 2000). Apesar de não ter sido observada correlação significativa entre este parâmetro ambiental e as características da comunidade, observou-se um pequeno declínio no número de poliquetas com a pluviosidade de 288,3 mm (maio de 2006), e uma maior abundância de crustáceos com a pluviosidade de 8,5 mm (agosto de 2006).

A densidade do solo foi maior nos pontos em que ocorreu maior quantidade de areia grossa ou fina nas amostras granulométricas, pois a planície fluvial do Rio Camurupim é composta por sedimentos arenosos depositados ao longo do curso devido à baixa energia (Cavalcanti, 2000). Com relação aos materiais do meio, observou-se um maior percentual de areias, que se modificam gradualmente, estando correlacionadas com as argilas. As margens possuem depósitos de grãos mais grossos, os quais são formados por areias classificadas de grãos moderado a grosso, com exceção dos canais de marés, em que as argilas são mais abundantes, com grãos relativamente finos.

Os maiores teores de argila e silte ocorreram na margem direita ao longo dos quatro meses amostrados, com exceção do mês de fevereiro de 2006, quando foram observados na margem esquerda. Os valores de matéria orgânica foram mais elevados na margem direita do ponto C1 em novembro/2005 e maio e agosto/2006, na margem direita do ponto C2 em novembro de 2005, e no leito do ponto C2 em fevereiro de 2006. A ocorrência de matéria orgânica em áreas próximas a planícies fluviais e flúvio-marinhas significa que esses ambientes são ricos em oxigênio e substâncias alimentícias, como o comprova a elevada contribuição de material vegetal e animal em decomposição para o substrato sedimentar.

As maiores concentrações de matéria orgânica ocorreram em áreas com maior ocorrência de sedimentos finos, confirmando as observações realizadas por outros autores como Couto *et al.* (1995) no Saco do Limoeiro, Paraná; Oliveira e Mochel (1999), em um manguezal impactado do Maranhão; Franklin-Júnior (2000), em áreas estuarinas do rio Manganhuape, na Paraíba; e Silva (2006), em bancos arenolamosos dos estuários do Pacoti e Pirangi, no Ceará.

Os maiores valores de carbonato de cálcio estão associados aos pontos com maior teor de matéria orgânica, devendo-se também destacar uma prová-

vel correlação com a abundância de moluscos, cujos fragmentos de conchas constituem uma das principais fontes de cascalho no sedimento.

A identificação dos organismos no presente estudo permitiu verificar uma clara dominância de poliquetas, crustáceos e moluscos, os quais juntos representaram 91,9% da macrofauna bentônica. Os poliquetas tendem a dominar em regiões protegidas, de baixa energia e compostas por sedimento mais finos, enquanto que os moluscos ocupam sedimentos intermediários (Dexter, 1983). Nos estuários, a composição do sedimento e a salinidade são fatores abióticos que influenciam na composição da comunidade moluscos, crustáceos, peixes, aves e alguns mamíferos (Mannino & Montagna, 1997; Cavalcanti, 2000).

Os poliquetas, principalmente da família Capitellidae, predominaram em todos os meses, representando 47% do total de organismos identificados, sendo a dominância desses organismos em áreas estuarinas fato comum nos resultados obtidos por trabalhos de caracterização da macrofauna bentônica (Couto *et al.*, 1995; Oliveira & Mochel, 1999; Franklin-Júnior, 2000; Faraco & Lana, 2003; French *et al.*, 2004; Sampaio, 2004). Segundo Silva (2006), as espécies *Laonereis culveri* e *Capitella capitata* foram as mais representativas do grupo no banco areno-lamoso do rio Pacoti, e são comumente encontradas em áreas estuarinas por causa de sua elevada tolerância a variações de temperatura e salinidade (Blake, 2000).

As principais espécies de moluscos identificadas na planície flúvio-marinha do estuário rio Camurupim foram *Mellampus coffeus*, *Thais haemastoma*, *Neritinea virginea*, *Ostrea rhizophorae*, *Crassostrea* sp., *Anomalocardia brasiliana*, e *Chione* sp. (Cavalcanti, 2000). Destas, *Anomalocardia brasiliana* foi predominante por ser uma espécie filtradora e escavadora, típica de zona entremarés de fundos areno lamosos, enterrando-se a pequenas profundidades, apresentando grande resistência à deficiência de oxigênio, e tolerância a temperaturas de até 42°C (Schaffner, 1990).

Dentre os crustáceos, os de maior dominância foram os isópodes, em novembro de 2005 e fevereiro de 2006, e os tanaidáceos, em maio e agosto de 2006, estes últimos ocorrendo principalmente em sedimentos franco-argilo-arenosos, com predominância de areia fina e argila, caracterizados por alto teor de matéria orgânica (Silva, 2006). As relações entre a distribuição dos bentos e as variáveis sedimentológicas têm sido discutidas por muitos autores (McCall, & Tevesz, 1982; Reise, 1985; Alongi & Christffersen, 1992).

Segundo Esteves (1998), a concentração de oxigênio dissolvido na água pode ser considerada o principal agente de controle da distribuição dos zoo-

bentos no interior do sedimento, seguido pela textura do substrato. Warwick (1993) cita que os invertebrados macrozoobentônicos são organismos que se caracterizam por apresentar mobilidade restrita pelos limitados padrões de migração e modo de vida que os tornam ideais para estudar condições localizadas. Neste estudo, como as coletas foram feitas em pontos fixos, os resultados mostram uma tendência para distribuição agregada, principalmente no mês de agosto de 2006.

As associações de invertebrados bentônicos têm sido extensivamente utilizadas como indicadora de status ambiental. A infauna bentônica é particularmente útil por sua relativa longevidade e pelo hábito sedentário, integrando respostas a pressões ambientais pretéritas (Clarke & Warwick, 1994; Gray *et al.*, 1998). Segundo Cavalcanti (2000), os impactos ocorridos em áreas estuarinas no Piauí referem-se ao constante descontrole da pesca e poluição dos recursos hídricos pelo despejo de efluentes, resíduos e detritos, resultando na degradação dos manguezais e diminuição do número de espécies e de sua produtividade biológica.

No presente estudo, apesar de não terem sido observadas diferenças significativas na comparação entre os pontos ao longo das margens e do leito do estuário, a maior abundância da macrofauna bentônica foi registrada na zona de bombeamento em relação à área a jusante da drenagem da fazenda. Entretanto, com os dados obtidos neste estudo, não foi possível relacionar este fato com a atividade de carcinicultura instalada no entorno do estuário do Rio Camurupim.

Agradecimentos - à Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério de Ciência e Tecnologia (FINEP-MCT), Fundação de Amparo à Pesquisa do Piauí (FAPEPI), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Unidade Meio-Norte (EMBRAPA Meio-Norte) e Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR/UFC).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alongi, D.M. & Christoffersen, P. Benthic infauna and organism-sediment relations in a shallow, tropical coastal area: influence of outwelled mangrove detritus and physical disturbance. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, v.81, p.229-245, 1992.

Amaral, A.C.Z. & Nonato, E.F. *Annelida Polychaeta: características, glossário e chaves para famílias e gêneros da costa brasileira*. Editora da UNICAMP, 124 p., Campinas, 1996.

Andrade, G.O. & Lins, R.C. Os climas do Nordeste, p. 94-108, in Vasconcelos Sobrinho, J. (ed.), *As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização*. Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, Recife, 1965.

Angonesi, L.G. *Efeitos da descarga de esgotos urbanos sobre os macroinvertebrados bentônicos de fundos moles na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS-Brasil*. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Biológica, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2000.

Blake, J.A. Family Capitellidae Grube, 1862, in Blake, J.A.; Hilbig, B. & Scott, P.H. (eds.), *The Annelida, Part 4. Polychaeta (Flabelligeridae to Ampharetidae)*. Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and western Santa Bárbara Channel - vol. 7. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara, 2000.

Boffi, A.V. *Moluscos brasileiros de interesse médico e econômico*. HUCITEC, 182 p., São Paulo, 1979.

Boyd, C. *Manejo do solo e da qualidade da água em viveiros para aquíicultura*. Associação Americana de Soja, 1997.

Carvalho, P.V.V.C. *O macrozoobentos na avaliação da qualidade ambiental de áreas estuarinas no litoral norte de Pernambuco-Brasil*. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

Cavalcanti, B.P.A. *Impactos e condições ambientais da zona costeira do Estado do Piauí*. Tese de Doutorado em Geografia. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

Clarke, K.R. & Gorley R.N. *Primer v6. User manual/tutorial*. Plymouth Marine Laboratory, 190 p., Plymouth, 2006.

Clarke, K.R. & Warwick, R.M. *Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Natural Environmental Research Council, 144 p., Plymouth, 1994.

Couto, E.C.G.; Almeida, M.V.O. & Lana, P.C. Diversidade e distribuição da macrofauna bêmica do Saco do Limoeiro, Ilha do Mel, Paraná-outono de 1990. *Publ. Esp. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, v.11, p.239-247, 1995.

Deus, M.S.M.; Sampaio, E.V.S.B.; Rodrigues, S.M.C.B. & Andrade, V.C. Estrutura da vegetação lenhosa de três áreas de manguezal do Piauí com diferentes históricos de antropização. *Brasil Florestal*, v.78, p.53-60, 2003.

Dexter, D.M. Community structure of intertidal sandy beaches, p.461 - 472, in Mclachlan, A. & Erasmus, T. (eds.), *Sandy beaches as ecosystems*. Dr. W. Junk Publications, The Hague, 1983.

- Esteves, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. Editora Interciência, xiii + 602 p., Rio de Janeiro, 1998.
- Faraco, L.F.D. & Lana P.C. Response of polychaetes to oil spills in natural and defaunated subtropical mangrove sediments from Paranaguá Bay (SE Brazil). *Hydrobiologia*, v.496 p.321-328, 2003.
- Franklin-Júnior, W. *Macrofauna bentônica da região entre-marés de bancos areno-lamosos em um estuário tropical: Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências Exatas e da Natureza. Universidade Federal da Paraíba, João pessoa, 2000.
- French, K.; Robertson, S. & O'Donnell M.A. Differences in invertebrate infaunal assemblages of constructed and natural tidal flats in New South Wales, Australia. *Est. Coast. Shelf Sci.*, p.173-183, 2004.
- Gesteira, T.C.V. & Paiva, M.P. Impactos ambientais dos cultivos de camarões marinhos no Nordeste. *Arq.Ciên. Mar*, Fortaleza, v.36, p.23-28, 2003.
- Gray, J.S.; Aschan, M.; Carr, M.R.; Clarke, K.R.; Green, R.H.; Pearson, T. H.; Rosenberg, R. & Warwick, R.M. Analysis of community attributes of the benthic macrofauna of Frierfjord-Langesundfjord and in a mesocosm experiment. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, v.4, p.151-165, 1988.
- Lopes, P.H.M. *Estudo dos poliquetas em viveiro de engorda do camarão Litopenaeus vannamei (Farfante & Kesley, 1997), no estuário do Rio Pirangi - CE*. Monografia de Graduação, Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.
- Mannino, A. & Montagna, P.A. Small-scale variation of macrobenthic community structure. *Estuaries*, v.20, n.1, p.159-173, 1997.
- McCall, P.L. & Tevesz, M.J.S. *Animal-sediment relations. The biogenic alteration of sediments - vol. 2*. Plenum Press, 336 p., 1982.
- Miranda, L.B.; Castro, B.M.; Kjerfve, B. *Princípios de Oceanografia Física de estuários*. EDUSP, 413 p., São Paulo, 2002.
- Mochel, F.R. & Oliveira, V.M. Macroendofauna benthica de substratos móveis de um manguezal sob impacto das atividades humanas no sudoeste da Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. *Bol. Lab. Hidrobiol.*, São Luís, v.12, n.1, p.75-93, 1999.
- Oliveira, A.M.E.; Irving, M.A. & Lima, H.H. Aspectos bioecológicos do estuário do Rio Pacoti, Ceará, Brasil. *Arq. Ciên.Mar*, Fortaleza, v.27, p.91-100, 1988.
- Páez-Osuna, F. The environmental impact of shrimp aquaculture: a global perspective. *Environ. Poll.*, v.112, p.229-231, 2001.
- PIEMTUR - Piauí Turismo. *Aspectos geográficos e históricos do litoral Piauiense*. Disponível em: <http://www.piemtur.pi.gov.br/conheca_o%20piaui.htm>. Acesso em: 09 jun. 2007.
- Qui, J-W & Qian, P.-Y. Combined effects of salinity, temperature and food on early development of the polychaete *Hydroides elegans*. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, v.152, p.79-88, 1997.
- Reise, K. *Tidal flat ecology. An experimental approach to species interactions*. Springer-Verlag, 191 p., 1985.
- Sampaio, D.S. *Comparação da macrofauna bentônica em bosques de mangue sob diferentes graus de degradação no Município de Bragança - Pará - Brasil*. Dissertação de Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Costeiros e Estuarinos, Universidade Federal do Pará, Bragança, 2004.
- Schaffner L.C. Small-scale organism distributions and patterns of species diversity: evidence for positive interactions in a benthic community. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, v.61, p.107-117, 1990.
- Silva, A.F. *Caracterização da macrofauna bentônica dos bancos areno-lamosos dos estuários dos Rios Pacoti e Pirangi - Ceará, Brasil*. Dissertação de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- Warwick, R.M. Environment impact studies on marine communities: pragmatical considerations. *Aust. J. Ecol.*, v.18, p.63-80, 1993.