

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR  
MESTRADO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS**

**Aline Ferreira da Silva**

**CARACTERIZAÇÃO DA MACROFAUNA BENTÔNICA DE  
BANCOS ARENO-LAMOSOS DOS ESTUÁRIOS DOS RIOS  
PACOTI E PIRANGI - CEARÁ, BRASIL**

Fortaleza – CE

2006

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**CARACTERIZAÇÃO DA MACROFAUNA BENTÔNICA DOS BANCOS  
ARENO-LAMOS DOS ESTUÁRIOS DOS RIOS PACOTI E PIRANGI-  
CEARÁ, BRASIL**

**Aline Ferreira da Silva**

Dissertação apresentada à Coordenação do curso de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais como parte dos requisitos à obtenção do grau de mestre em Ciências Marinhas Tropicais.

ORIENTADORA: Profa. Dra. Cristina de Almeida Rocha Barreira.

**Instituto de Ciências do Mar  
Universidade Federal do Ceará**

Fortaleza 2006

*A Deus pela vida e a saúde,  
A minha família pela educação  
e ao amigos, pela companhia.*

*Que o amor ao próximo destrua a discrepância  
social e tudo se resolverá naturalmente!*

*Aline Silva*

## Agradecimentos

A Deus, pois com ele tudo posso.

A minha tão querida orientadora Cristina Rocha, por acreditar que todos, sem exceção, são capazes. A ela eu serei sempre grata. Cris, pra mim você é uma grande estrela, doutora em tudo que faz, uma mulher admirável. Trabalhar com você foi um grande presente de Deus, porque aprender a ser determinada, responsável, humilde e transparente é o que basta para que o resto venha naturalmente. E a você cabe a frase de Einstein “O único lugar que sucesso vem antes de trabalho é no dicionário”.

A grande amiga Kilvia por tudo;

A minha família que tanto amo, Lenise, Deodato, Rosângela, Marcio, Roberto, Susan, Saull, Robyane, Joan, Sofia, Sibebe, Roger.

A meu papai que pra mim deixou valiosos tesouros, honestidade, educação e sabedoria, isso está no meu sangue, na minha alma, ninguém tira. A mamãe que me ensinou a ser simples, humilde e humana. São vocês dois meus tesouros, meu espelho, meus grandes amores que eu devo honra e respeito.

A três pessoas inacreditáveis Rossana (que admiro muito, você é massa), Tati e Wilson por me fazerem trabalhar sempre feliz. Cada um me ensinou algo muito especial, grandes lições de vida. A um grande amigo que eu jamais esquecerei, Cleyton Rodrigues. Aos amigos do coração, Giordano, Júnior, Diegão, Gustavo, Fabiano, Pedrinho, Daniel (fofo, te adoro), P.A., Fabão, Budinha, André. A um amigo muito especial, Carlitos Grossi, companheiro pra todas as horas, te agradeço por ser assim, tão legal. Às gatas do zoo, Nice, Beliza, Sany, Karol, Adriana (você é show), Liana (a distemida), Marina, Luciana (obrigada pela grande força), Ismália, Elizabeth (minha flor que eu amo muito), Márcia. A todos da turma de mestrado. Aos do labomar, Maria, Francisco, Rose, Jandy, Cristiane, Najla, seu Edílson, Moisés, Miguel, Rodrigão. Ao Leo (Geologia), muito obrigada pelas várias vezes que me ajudou, você é uma pessoa de ouro. A Dr. Cyntia pela dedicação em me ajudar com identificação dos poliquetas. A Cida, Dany, pelos auxílios no trabalho.

A Funcap pelo financiamento do projeto.

Na verdade todo mundo é merecedor de um obrigado, as pessoas sempre tem algo de bom pra nos oferecer. E com certeza, todo o mundo precisa de todo mundo.

## Índice

<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>viii</b>
<b>Lista de Tabelas .....</b>	<b>xi</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>xii</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>xiii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ÁREAS DE ESTUDO.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Estuário do Rio Pacoti.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Estuário do Rio Pirangi. ....</b>	<b>9</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS. ....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Atividades de Campo. ....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Atividades de laboratório.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.1 Análise granulométrica.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3 Análise estatística.....</b>	<b>15</b>
<b>4. Resultados. ....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 Descritores abióticos do banco areno-lamoso do estuário do rio Pacoti.....</b>	<b>17</b>
<b>4.2 Descritores abióticos do banco areno-lamoso do estuário do rio Pirangi. ....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 Análise comparativa dos fatores bióticos entre os bancos areno-lamosos dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi.....</b>	<b>22</b>
<b>4.4 Descritores bióticos dos bancos areno-lamoso do rio Pacoti e Pirangi. ....</b>	<b>27</b>
<b>4.4.1 Banco areno-lamoso do estuário do rio Pacoti. ....</b>	<b>27</b>
<b>4.4.2 Banco areno-lamoso do estuário do rio Pirangi.....</b>	<b>32</b>
<b>4.5 Correlações entre os descritores bióticos e abióticos do banco areno-lamoso dos rios Pacoti e Pirangi.....</b>	<b>37</b>
<b>4.6 Análise Comparativa da macrofauna bentônica dos bancos areno-lamoso dos rios Pacoti e Pirangi.....</b>	<b>40</b>
<b>4.7 Análise de agrupamento da macrofauna bentônica nos banco areno-lamoso dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi. ....</b>	<b>42</b>

<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>49</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>68</b>
<b>7 BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE</b>	
<b>Lista de táxons da macrofauna bentônica identificados na área dos bancos areno-lamosos dois rios Pacoti e Pirangi.....</b>	<b>71</b>



## Lista de Figuras

<b>Figura 01 – Localização da área de estudo no estuário do Rio Pacoti, município de Fortaleza, Ceará – Brasil. A seta indica o banco areno-lamoso estudado.....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 02 – Localização da área de estudo no estuário do Rio Pirangi, município de Beberibe, Ceará – Brasil. A seta indica o banco areno-lamoso estudado. ....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 03 - Banco areno-lamoso dos estuários dos rios Pacoti (A) e Pirangi (B). ....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 04 – Plano amostral do banco areno-lamoso dos estuários do rio Pacoti e Pirangi.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 05 - Valores de temperatura da água (°C) de percolação nos bancos areno-lamosos dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi - CE observados durante o período de estudo. ....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 06 - Valores de salinidade da água de percolação nos banco areno-lamoso dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi - CE observados durante o período de estudo. ....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 07 - Teor de oxigênio dissolvido (mg/L) na água de percolação nos banco areno-lamoso dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi - CE observados durante o período de estudo.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 08 - Teor de matéria orgânica no sedimento dos bancos areno-lamoso dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi - CE observados durante o período de estudo. ....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 09 - Teores de cascalho (A) e carbonato de cálcio (B) no sedimento dos bancos areno-lamosos dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi - CE observados durante o período de estudo.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 10 - Percentuais de areia (A) e finos (B) dos bancos areno-lamosos dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi - CE.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 11 - Percentual de ocorrência de crustáceos, moluscos e poliquetas ao longo dos pontos de coleta no banco areno-lamoso do rio Pacoti - CE. ....</b>	<b>32</b>

<b>Figura 12 - Percentual de ocorrência de crustáceos, moluscos e poliquetas observados ao longo dos pontos de coleta no banco areno-lamoso do rio Pirangi - CE.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 13 - Gráficos da análise de correlação de Spearman com os fatores bióticos e abióticos que apresentaram correlação significativa (<math>p &lt; 0,05</math>) do banco areno-lamoso do estuário do Rio Pacoti - CE. ....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 14 - Gráficos da análise de correlação de Spearman com os fatores bióticos e abióticos que apresentaram correlação significativa (<math>p &lt; 0,05</math>) do banco areno-lamoso do estuário do Rio Pirangi - CE.....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 15 - Valores percentuais dos grupos taxonômicos dos bancos areno-lamosos do rio Pacoti e Pirangi - CE. ....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 16 - Análise comparativa dos descritores bióticos entre os bancos areno-lamosos dos rios Pacoti e Pirangi. A- Abundância, B- Equitabilidade, C- Riqueza, Diversidade - CE.....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 17 - Ordenação MDS por amostra da macrofauna bentônica do banco areno-lamoso do estuário do rio Pacoti - CE obtida dos dados de abundância média das espécies coletadas.....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 18 - Resultado da análise de agrupamento utilizando a similaridade de Bray Curtis, pelo método UPGMA, com os pontos amostrados do banco areno-lamoso do rio Pacoti - CE.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 19 - Ordenação MDS por amostra da macrofauna bentônica do banco areno-lamoso do estuário do rio Pirangi - CE obtida dos dados de abundância média das espécies coletadas.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 20 - Resultado da análise de agrupamento utilizando a distância de Bray Curtis, pelo método UPGMA, com os pontos amostrados do banco areno-lamoso do rio Pirangi . - CE.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 21 - Ordenação MDS por amostra da macrofauna bentônica do banco areno-lamoso dos estuários dos rios Pacoti (Pac) e Pirangi (Pir) - CE obtidas dos dados de abundância média das espécies coletadas.....</b>	<b>47</b>

**Figura 22 - Análise de agrupamento da macrofauna bentônica entre os dezoito pontos amostrados dos bancos areno-lamosos dos rios Pacoti e Pirangi - CE. ....48**

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 01 - Características gerais do sedimento do banco areno-lamoso do estuário do rio Pacoti - CE observadas durante o período de estudo .</b> .....	<b>18</b>
<b>Tabela 02 - Valores dos parâmetros físico-químicos da água de percolação do sedimento do banco areno-lamoso do estuário do rio Pacoti - CE observados no período de estudo .</b> .....	<b>19</b>
<b>Tabela 03 - Características gerais do sedimento do banco areno-lamoso do estuário do rio Pirangi - CE observadas durante o período de estudo .</b> .....	<b>21</b>
<b>Tabela 04 – Valores dos parâmetros físico-químicos da água de percolação do sedimento do banco areno-lamoso do estuário do rio Pirangi - CE.</b> .....	<b>22</b>
<b>Tabela 05 – Valores de densidade (ind./m<sup>2</sup>), riqueza, Equitabilidade e Diversidade da macrofauna bentônica ao longo dos pontos de coleta no banco areno-lamoso do estuário do rio Pacoti - CE.</b> .....	<b>29</b>
<b>Tabela 06 – Valores médios de abundância, densidade (ind./m<sup>2</sup>), riqueza, Equitabilidade e Diversidade da macrofauna bentônica ao longo dos pontos de coleta no banco areno-lamoso do estuário do rio Pirangi - CE.</b> .....	<b>34</b>
<b>Tabela 07 - Resultados da análise de correlação de Spearman entre os parâmetros bióticos e abióticos do banco areno-lamoso do estuário do Pacoti – CE .</b> .....	<b>38</b>
<b>Tabela 08 - Resultados da análise de correlação de Spearman entre os parâmetros bióticos e abióticos do banco areno-lamoso do estuário do Rio Pirangi – CE .</b> .....	<b>40</b>

## Resumo

A distribuição dos organismos em relação ao seu habitat é de importância central para a ecologia. A natureza dessa distribuição fornece visão inicial sobre os tipos de processos ecológicos que regulam as assembléias e populações. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar e comparar a estrutura da macrofauna bentônica, correlacionando-a com as condições ambientais de bancos areno-lamosos nos estuários dos rios Pacoti e Pirangi, Ceará. Em fevereiro de 2005, foram coletadas 45 amostras em cada estuário e preservadas em formol, lavadas em água corrente, coradas com rosa bengala, triadas com o auxílio de microscópio eletrônico e os organismos identificados ao menor nível taxonômico possível. Os parâmetros temperatura, matéria orgânica,  $\text{CaCO}_3$ , cascalho, areia e finos apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os dois estuários. No Pacoti, a espécie *Laeonereis culveri* (Annelida: Polychaeta) apresentou maior densidade (10422,98 ind/m<sup>2</sup>) e, no Pirangi, *Tagelus plebeius* (Mollusca: Bivalvia) com 910,35 ind/m<sup>2</sup>. A análise apontou forte correlação negativa entre a abundância média com a matéria orgânica e argila no estuário do Pirangi e uma forte correlação positiva entre a riqueza com média do grão, matéria orgânica, silte e correlação negativa com a areia no estuário do rio Pacoti. A abundância média foi mais elevada no Pacoti, porém riqueza, equitabilidade e diversidade foram mais elevadas no rio Pirangi. No rio Pacoti, a análise de agrupamento revelou um banco areno-lamoso altamente homogêneo, com elevado grau de similaridade entre os pontos. Já o Pirangi mostrou-se mais heterogêneo com menor grau de similaridade. A análise do BIOENV discriminou seleção do grão, carbonato de cálcio e teor de matéria orgânica como os fatores abióticos que melhor explicaram a estrutura da macrofauna bentônica do banco areno-lamoso do rio Pacoti e a porcentagem de cascalho e de finos no banco areno-lamoso do rio Pirangi.

## ABSTRACT

The distribution of organisms regarding their habitat plays an important role in ecological studies. The nature of this distribution provides an initial view on the types of ecological processes regulating the assemblages and the populations. The present study aims to characterize and to compare the benthic macroinfauna community structure, correlating it with the environmental conditions at the muddy-sand flats at the Pacoti and the Pirangi estuaries. In February 2005, 45 samples were collected in each estuary, sample were preserved in formol, passed through a 0,3mm mesh, dyed with rose, sorted and the organisms identified. The amount of shingle, sand, silt, and clay presented significant differences ( $p < 0,05$ ) between the two estuaries. At Pacoti estuary, *Laeonereis culveri* presented the highest density (10,423 ind/m<sup>2</sup>) and, at Pirangi estuary, *Tagelus plebeius* was the dominant species with a density of 910.35 ind/m<sup>2</sup>. Analysis pointed out a strong negative correlation between the average abundance and the organic matter, and between the average abundance and clay at the Pirangi estuary. At the Pacoti estuary, a strong positive correlation was observed out between the richness and several parameters such as the mean grain size, organic matter, and silt. A negative correlation between the richness and the amount of sand was also evidenced at the same estuary. The average abundance was higher at Pacoti, whereas richness, equitability, and diversity were higher at Pirangi. At the Pacoti estuary, the cluster analysis revealed a highly homogeneous muddy-sand flat, with strong similarity among samples. On the other hand, Pirangi was more heterogeneous with a lower similarity degree. The BIOENV analysis discriminated grain selection, CaCO<sub>3</sub>, and the amount of organic matter as the abiotic factors that best explain the structure of benthic macroinfauna communit's in the muddy-sand flat at Pacoti. At the Pirangi estuary, the relevant abiotic factors were the shingle and fine sediment percentage.



## 1. INTRODUÇÃO

As regiões costeiras atuais do Brasil tiveram sua origem na separação da América do Sul e África com início no Mesozóico, estabelecendo as grandes linhas do seu arcabouço geológico regional. Num tempo geológico mais recente (final do Terciário-Quaternário), a evolução da região costeira esteve intrinsecamente associada às interações entre, a litosfera e as mudanças globais no clima e no nível relativo do mar, formando assim os mais diferentes ecossistemas costeiros, tais como, manguezais, falésias, dunas, estuários etc (Dominguez *et al.*, 2002).

O ecossistema de manguezal é uma associação única de plantas, animais e microrganismos adaptados a viver em ambientes sujeitos a zona tropical entremarés estando sujeitos a inundações periódicas pelas marés e água doce, caracterizados por serem sistemas abertos com entrada e saída de matéria e energia (Cintrón e Novelli, 1983).

De acordo com Kjerfve *et al.* (1997), atualmente as áreas de manguê dominam a zona costeira em regiões tropicais da África e América Latina. Eles correspondem a uma fração significativa do litoral brasileiro, estando associados a estuários e lagunas presentes ao longo de cerca de 92% da linha de costa ( $\pm 6.800$  km) entre o extremo norte no Oiapoque, no Estado do Amapá, até seu limite sul na Praia do Sonho em Santa Catarina (Monteiro, 2005). São grandes sistemas na região Norte e Nordeste, principalmente em áreas litorâneas do Maranhão e do Pará (Schmiegelow, 2004).

No estado do Ceará, os campos de mangues se apresentam em toda extensão, associados a estuários e lagunas (Monteiro, 2005).

Esses ecossistemas terrestres estão entre os mais produtivos e diversos no mundo, e mais de 80% de captura marinha são direta ou indiretamente dependentes do manguê e de outros ecossistemas costeiros a nível mundial (Kjerfve *et al.*, 1997). E ainda, desempenham papel fundamental na estabilidade da geomorfologia costeira, na conservação da biodiversidade e na manutenção de amplos recursos pesqueiros (Monteiro, 2005).

Em média, as águas estuarinas são biologicamente mais produtivas que as do rio e do mar, devido às características hidrodinâmicas da circulação que



aprisionam nutrientes, algas e outras plantas e estimulam a produtividade desses corpos d'água (Miranda *et al.*, 2002).

Esses ambientes constituem a base da cadeia trófica de espécies de importância ecológica; área de abrigo, reprodução, desenvolvimento e alimentação de espécies marinhas, estuarinas, límnicas e terrestres, tais como, crustáceos e peixes marinhos de interesse comercial que passam uma parte do ciclo de vida nesses ambientes, onde o alimento é abundante e há proteção contra predadores nos estágios iniciais de desenvolvimento (Odum, 1986).

Nas planícies flúvio-marinhas a maior parte dos sedimentos grossos acumula-se nas planícies de inundação dos rios e, as frações mais finas são levadas ao estuário (Pinheiro, 2003). Nele, os processos estuarinos atuam como filtro à entrada de sedimentos e pode ocorrer uma mistura com os sedimentos trazidos do mar, formando planícies ou baixios de maré com feições comuns de regiões litorâneas, tanto em áreas estuarinas como em costas abrigadas (Couto *et al.*, 1995). Lana *et al.* (1997) conceituou as planícies de maré como ambientes deposicionais de baixa energia que tendem a ser colonizadas por algas ou vegetação de macrófitas tanto em ambientes temperados como tropicais.

Reise (1985) apontou as circunstâncias necessárias para a formação de um plano mareal que incluem uma escala de maré mensurável e a ausência da ação forte da onda. O mesmo cita que o sedimento de origem marinha e continental é carregado depositando-se ao longo do tempo, formando assim, as planícies de maré. Esses bancos de sedimentos são regularmente expostos e submergidos pelas marés, os quais levemente se declinam para o mar constituindo uma zona de transição (ecótono) entre a terra e o oceano (Reise, 1985). A inclinação da costa e a variação da maré determinam a extensão da área dessas planícies de sedimento. Estes ambientes recebem detritos provenientes do continente e do mar, além dos produzidos pela flora e fauna locais, que dão suporte a ricas associações benthicas. Estas, por sua vez, são principal integrante da dieta de peixes e decápodos que utilizam essa área de criação (Couto *et al.*, 1995).

Planos intermareais ou infralitorais, em locais rasos protegidos e desprovidos de uma densa cobertura de macrófitas enraizadas, são ambientes onde reconhecidamente se processa uma intensa transferência trófica nos quais o zoobentos atua como um elo fundamental entre os detritos depositados e os níveis tróficos superiores do sistema (Bemvenuti, 1992). De acordo com Amaral e Migoto

(1980), os poliquetas contribuem com mais de 80% do alimento ingerido por vários animais.

Dentre as várias comunidades biológicas presentes em planos de lama, o zoobentos enquadra-se como um conjunto diverso e extremamente rico de animais, pertencentes aos mais diferentes grupos zoológicos: poliquetas, crustáceos, moluscos, equinodermos, nematódeos sipunculídeos etc. São organismos que escavam ou se encontram enterrados no sedimento ou rocha, podendo ocupar mais da metade da superfície do nosso globo (Reise, 1985). Resultados de vários trabalhos confirmaram que os poliquetas, moluscos e crustáceos são os mais abundantes em estuários (Flint e Kalke, 1986; Schaffner, 1990; Jonoy e Viéites, 1990; Bemvenuti, 1992; Morrissey *et al.*, 1992; Franklin-Júnior, 2000; Rosa-Filho e Bemvenuti, 1982; Ysebaert *et al.*, 2003, French *et al.*, 2004, dentre outros).

O zoobentos pode ser classificado de acordo com o tamanho dos indivíduos, sendo esta uma classificação pragmática baseada no tamanho da malha de peneira usada para separá-lo do sedimento. Neste contexto, os animais retidos por uma malha de 0,5mm compreendem a macrofauna (Soares-Gomes *et al.*, 2002).

Como os fundos inconsolidados são substratos formados por partículas móveis, cujas escalas de tamanho são menores ou da mesma ordem que os organismos que nele vivem, sua relação com a fauna bentônica é obviamente muito íntima. Essa influência se dá na capacidade de escavação da fauna mais vágil, na fixação de organismos sésseis, na oxigenação dos espaços intersticiais no acúmulo de alimento, na criação de microhabitats, etc (McCall e Tevesz, 1982). Esses animais são responsáveis por um intenso revolvimento do sedimento e trocas entre a água intersticial e a massa d'água adjacente, devido as suas atividades e hábitos alimentares, destacando-se os poliquetas que são fundamentais na aeração do substrato (Franklin-Júnior, 2000). Tita *et al.* (2000) mostraram que poliquetas do gênero *Nereis* podem causar um intenso revolvimento da superfície do sedimento durante sua atividade de alimentação, e ainda, expressiva bioirrigação, resultante dos buracos construídos, atraindo outros grupos da infauna para o local.

Nos fundos de lama e areia fina, mais estáveis e estruturalmente mais coesos, predominam formas da fauna bentônica sésil e sedentárias que vivem em tubos ou constroem galerias no endopsâmon (Soares-Gomes *et al.*, 2002). Segundo Franklin-Júnior (2000), a fauna bentônica de substratos inconsolidados é rica em

espécies detritívoras e suspensívoras (filtradoras), e ainda, estão presentes várias espécies carnívoras que se locomovem entre os grãos do sedimento ou sobre ele.

Segundo Reise (1985), os padrões de zonação de ambientes costeiros são estudados desde o século XIX e levam em consideração o nível de maré e a distribuição dos indivíduos. Os organismos são frequentemente restritos a uma seção particular de gradientes ambientais (Ysebaert *et al.*, 2003). Assim, no sentido terra-água são definidas três zonas principais: supra, meso e infralitoral. O mesolitoral é provavelmente, o ambiente marinho mais pesquisado, onde os organismos estão adaptados à variação diária de salinidade, temperatura, pH, oxigênio dissolvido etc.

A distribuição dos organismos em relação ao seu habitat é de importância central para a ecologia. A natureza dessa distribuição fornece visão inicial sobre os tipos de processos ecológicos que regulam as assembléias e populações (Nanami *et al.*, 2005). De acordo com Flint e Kalke (1997), os elementos bióticos de origem marinha que dominam essas áreas encontram seus limites de distribuição devido às mudanças nas condições físicas do meio, o qual reflete segundo Jimenez e Springer (1995), em uma heterogeneidade física espacial podendo estar relacionada ao próprio ambiente e ao fluxo de energia.

Newell (1979) destacou a importância dos processos dinâmicos, como a variação de maré e a distância da onda, e fatores estáticos, como o tamanho do grão do sedimento e o conteúdo orgânico determinando a estrutura da comunidade dos macrobentos. McCall e Tevesz (1982) afirmaram que a distribuição do zoobentos é devida principalmente às mudanças nas condições físicas, como é o caso de ondas, níveis e correntes de marés, estabilidade e composição do sedimento e sucessões de habitat que são determinados pelo seu tamanho, mobilidade e modo de alimentação. Esse padrão também é afetado pelo clima e a geomorfologia do local, que constituem a matriz ambiental dos bancos arenolamosos (Reise, 1985).

Assim, mudanças no ambiente afetam a adaptabilidade dos organismos. Por conta disso, os indivíduos desenvolveram evolutivamente estratégias para escapar do estresse ao longo do dia, como por exemplo, se enterrar mais profundamente evitando a dessecação, distribuir-se em manchas ou aglomerados diante de temperaturas baixas, etc (Ysebaert *et al.*, 2003). Embora a dessecação controle a distribuição de organismos que vivem em regiões entremarés, para as comunidades

bentônicas de planos de lama, este não é um fator limitante diante dos que vivem protegidos, em algum grau, pelo sedimento no qual habitam (Newell, 1979). Na baixa-mar, uma quantidade significativa de água fica retida abaixo da superfície por forças capilares, tornando esses ambientes menos estressantes que regiões de supralitoral ou costões rochosos (Soares-Gomes *et al.*, 2002).

Historicamente, estudos sobre a ecologia de fundos lamosos permanecem ainda escassos. Pesquisas sobre ecologia abrangendo toda a biota de planícies de marés iniciaram-se somente após os anos 50 (século XX), embora na década de 30 alguns autores tentassem identificar espécies associadas a esses ambientes e sua ligação com os diferentes habitats (Reise, 1985). Nos últimos anos, vários trabalhos procuram caracterizar a distribuição das espécies relacionando a densidade, riqueza e equitabilidade com parâmetros físico-químicos específicos; como tipo de sedimento e matéria orgânica (Brasil e Silva, 2000); salinidade, tamanho do grão e zonação das plantas (Lana *et al.*, 1997); o nível de maré incluindo o efeito das ondas (Soares-Gomes *et al.*, 2002), entre outros.

Um grande número de fatores tem sido citado como controladores da distribuição espacial e temporal da abundância e da diversidade dos organismos bentônicos em estuários (Rosa-filho, 1997). Lana *et al.* (1997) afirmaram que no ambiente natural são várias as causas que podem definir a distribuição e abundância dos organismos, seja de origem natural ou antrópica.

Visto a importância dos ecossistemas costeiros para o equilíbrio ambiental, é urgente a necessidade de se investir intensamente na pesquisa científica, preservação e conservação desses ambientes. Estudos desse nível podem ser de grande relevância, no sentido de que se faça necessário o levantamento da fauna de uma região para se conhecer a composição faunística da área.

A utilização da macrofauna bentônica para a avaliação de condições ambientais representa uma importante estratégia ecológica, pois é a comunidade que melhor reflete a dinâmica ambiental em ecossistemas aquáticos porque respondem rapidamente as condições ambientais.

Segundo Gray (1980), os organismos que compõem a fauna dos sedimentos apresentam condições de mobilidade limitada após fixação da larva ao substrato, e, sendo assim permanecem numa determinada área por praticamente todo o período da vida. A resposta destes diante as propriedades físicas do substrato em que vivem é bem evidente. No caso de distúrbio ambiental, esses organismos não serão

capazes de, ativamente afastar-se das condições desfavoráveis então presentes em seu habitat. A única estratégia viável nessas condições para a maior parte dos organismos pertencente aos bentos, é permanecer no local e adaptar-se a condições de estresse ambiental. Por esse motivo, a fauna benthica além de fornecer informações ecológicas sobre uma área num determinado momento, reflete também toda uma situação ambiental pré-existente, condicionante da composição faunística então observada.

De acordo com Alongi (1990), as pesquisas sobre caracterização da macrofauna bentônica de estuários são numerosas, principalmente em regiões temperadas. Este mesmo autor menciona que a maior parte dos trabalhos sobre estuários e sistemas lagunares tropicais tem sido realizada na costa da Índia, Oriente Médio, Austrália e Flórida. No Brasil, a maior parte dos trabalhos sobre macroinfauna em ambientes inconsolidados estuarinos, concentra-se nas regiões Sul e Sudeste: interações biológicas (Bemvenuti, 1992); diversidade e distribuição (Couto *et al.*, 1995); poliquetofauna (Lana *et al.*, 1997); associações de macroinvertebrados de Estuários do Rio Grande do Sul (Rosa-Filho, 1997); oceanografia física (Miranda, 2002); dentre outros. Na região norte, Sampaio (2004), comparou a macrofauna bentônica de bosques de mangue em Bragança (PA). Na região Nordeste, vários trabalhos sobre caracterização da macrofauna bentônica já foram realizados (Oliveira e Mochel, 1999; Franklin-Júnior, 2000; Mochel 1995; Monteiro 2003; Pinheiro, 2005) dentre outros.

Nos estuários dos Rios Pacoti e Pirangi, no estado do Ceará, estudos concentram-se principalmente na fauna e flora da região. Oliveira *et al.*, (1988) pesquisaram os aspectos bioecológicos do rio Pacoti e Bezerra (2003) avaliou a influência dos fatores abióticos e a vegetação na distribuição do caranguejo *Uca maracoani* no estuário desse rio. Mais recentemente, Monteiro (2005) realizou um estudo das áreas de mangue entre os estados Piauí e Pernambuco com um enfoque para o Estado do Ceará. Apesar destes, estudos sobre a macroinfauna bentônica local ainda encontram-se escassos.

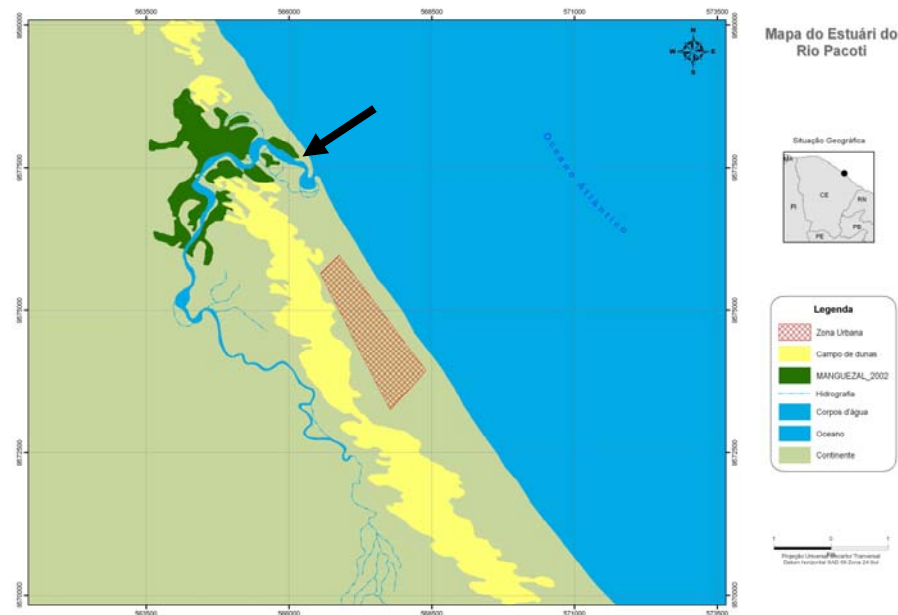
Tendo em vista as considerações feitas acima, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar e comparar a estrutura da comunidade da macroinfauna bentônica em bancos arenolamosos dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi, Ceará-Brasil, correlacionando a composição específica, abundância, diversidade, riqueza e equitabilidade com parâmetros ambientais temperatura, salinidade e oxigênio

dissolvido na coluna d'água, e carbonato de cálcio, matéria orgânica e características texturais granulométricas dos sedimentos.

## 2. ÁREAS DE ESTUDO

### 2.1 Estuário do Rio Pacoti

Uma das áreas escolhidas para este estudo situa-se na margem esquerda da foz do rio Pacoti ( $3^{\circ}49'13''S$ ;  $38^{\circ}24'8''W$ ) (Figura 1).



**Figura 1** – Localização da área de estudo no estuário do Rio Pacoti, município de Fortaleza, Ceará – Brasil. A seta indica o banco arenolamoso estudado.

O estuário do rio Pacoti localiza-se no litoral leste do estado do Ceará, estando inserido na bacia inferior do rio Pacoti, a qual abrange uma área de cerca de  $700\text{km}^2$  nos municípios de Aquiraz, Pacatuba e Euzébio. A bacia é dominada por planícies fluvio-marinha apresentando tipologia dos solos pouco diversificada e o clima quente com precipitação média anual variando de 1.380 e 1.560 mm. (Lacerda e Sena, 2005).

Segundo (Gorayeb *et al.*, 2004), somente na zona estuarina do rio são estimadas em 158 hectares de manguezais, distribuídos ao longo dos cursos d'água até onde se faz sentir a influência das marés. Contígua à área de mangue, existe uma zona de transição formada por gramíneas, caracterizando a mudança da tipologia vegetal. Após essa estreita faixa de transição, observa-se vegetação

característica de zona litorânea, onde se inclui o tabuleiro litorâneo e a vegetação de dunas.

O rio Pacoti é um dos principais representantes dos recursos hídricos do Ceará e o maior dos cursos d'água que atravessam a região metropolitana de Fortaleza. A fauna do ecossistema manguezal do rio Pacoti é bem diversificada, possuindo invertebrados pertencentes aos grupos de crustáceos decápodes e moluscos. Dentre as espécies mais comuns podem ser citados, caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), caranguejos do gênero *Uca* (*Uca leptodactyla*, *Uca maracoani*, *Uca rapax*), ostras (*Crassostrea rhizophorae*), siri (*Callinectes spp*), além de aves, répteis e mamíferos. E ainda uma vegetação de mangue como *Rhizophora mangle*, *Avicenia Shaueriana* e *Laguncularia ranceosa* (Irving *et al.*, 1988; Gorayeb *et al.*, 2003, Bezerra, 2005).

Em 15 de fevereiro de 2000, o decreto nº 25.778 criou a Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Pacoti, com 2.915 ha.

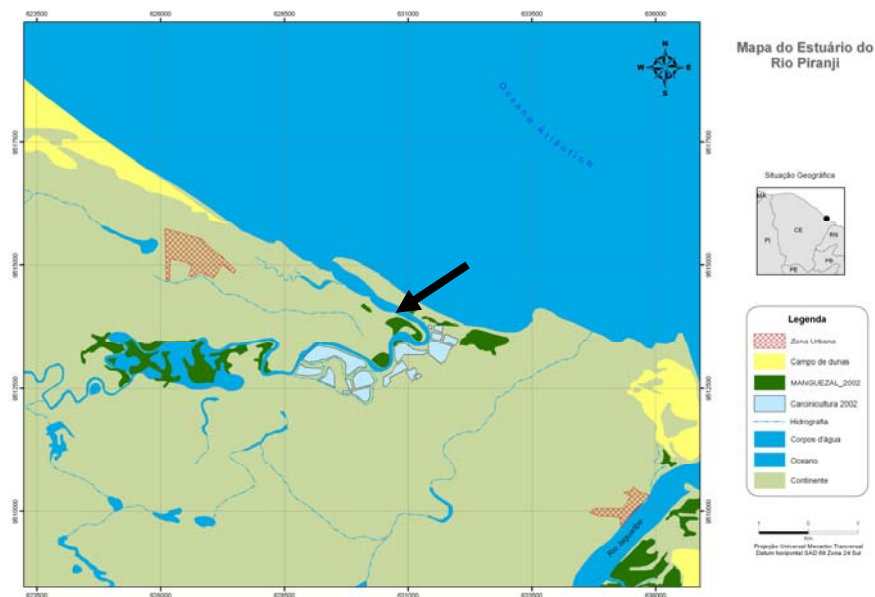
De acordo com Bezerra (2005), o rio Pacoti situa-se nas vias de expansão da cidade de Fortaleza, o que tem levado este ecossistema a sofrer inúmeras agressões, principalmente quanto à especulação imobiliária para a instalação de equipamentos turísticos de grande porte, além de adensamentos urbanos, o que torna necessária a realização de um maior número de estudos na área, principalmente quanto a aspectos da fauna e flora, para que se possa ter um conhecimento atualizado da diversidade que pode ser encontrada no local.

## **2.2 Estuário do Rio Pirangi**

O estuário do Rio Pirangi localiza-se no litoral leste do estado do Ceará, distrito de Parajuru, município de Beberibe (4°23'6"S; 4°24'36,6"W) (Figura 2).

A bacia inferior do rio Pirangi incluindo o estuário cobre cerca de 1.627 km<sup>2</sup> englobando o município de Beberibe. A bacia é dominada por planícies fluvio-marinha e o clima é considerado quente com precipitação média anual de 914 mm (Lacerda e Sena, 2005).





**Figura 2** – Localização da área de estudo no estuário do Rio Pirangi, município de Beberibe, Ceará – Brasil. A seta indica o banco areno-lamoso estudado.

Durante a coleta foi registrada a presença de uma vegetação típica de mangue (*Rhizophora mangle*, *Avicenia shaueriana* e *Laguncularia racemosa*) e diversos organismos pertencentes aos grupos de moluscos, como o gastrópode *Neritina virginea* e o bivalve *Tagelus plebeius*, crustáceos como o caranguejo do gênero *Uca*, e ainda, aves e peixes.

O acesso à região estudada fica a 120 km de Fortaleza, sendo feito através da rodovia CE 040 (Pinheiro, 2003). Vale ressaltar que o rio Pirangi possui porto de embarcações pesqueiras e fazendas de camarões na região do entorno. A instalação de empreendimentos desse porte pode levar a agressão ao ambiente, comprometendo principalmente a biota da região.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, as atividades foram divididas em campo e laboratório. As de campo foram desenvolvidas em bancos areno-lamosos dos Rios Pacoti e Pirangi (figura 3 A e B). As atividades de laboratório foram realizadas no Instituto de Ciências do Mar no Laboratório de Zoobentos e parte do trabalho de identificação e poliquetas no Laboratório de Bentos da Universidade Federal do Paraná.



A



B

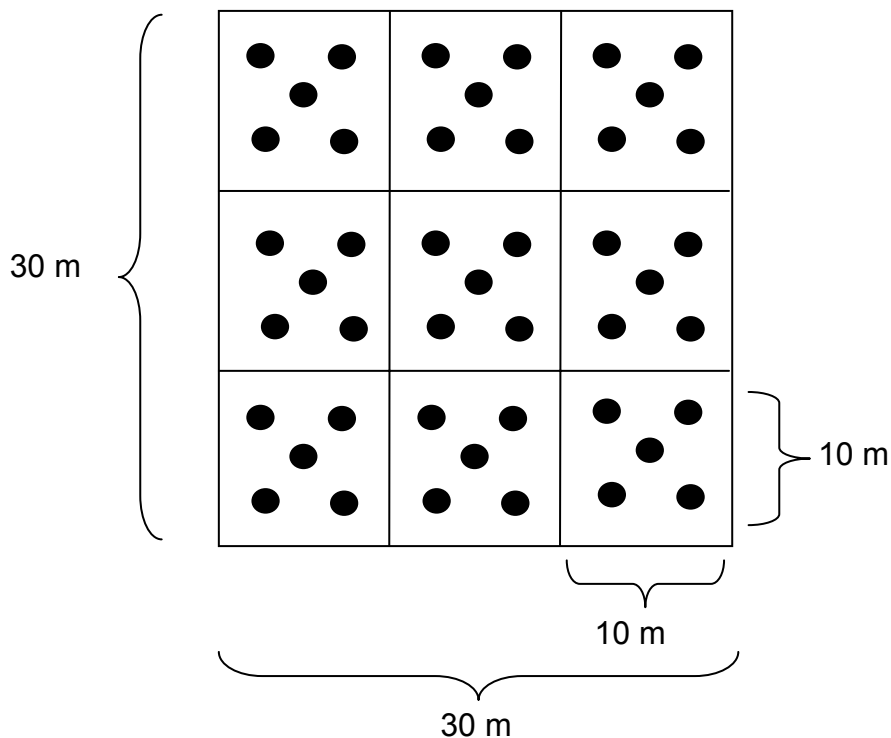
**Figura 03** - Bancos areno-lamosos dos estuários dos rios Pacoti - CE (A) dia 10/02/2005 e Pirangi - CE (B) dia 11/02/2005.

### 3.1 Atividades de Campo

Uma saída-piloto para os dois estuários foi realizada para determinar as áreas ideais para a realização do estudo. De acordo com as características dos bancos arenolamosos, considerando semelhança no tipo de sedimento, profundidade, posição dentro do estuário e vegetação faunística e florística das duas regiões, foram demarcadas as áreas de coleta. As coletas para a realização do estudo realizaram-se nos dias 10 de fevereiro de 2005 no estuário do rio Pacoti e no dia 11 de fevereiro de 2005 no estuário do rio Pirangi.

Para a realização da coleta foi demarcada sobre o banco arenolamoso, com o auxílio de uma trena de 50m, uma área de 30x30m, dividida em 9 subáreas de 10x10m (Figura 4). De cada subárea, foram retiradas aleatoriamente cinco amostras de sedimento para análise biológica, totalizando 45 amostras em cada estuário. As amostras foram obtidas com o uso de um amostrador cilíndrico de PVC com 15cm de diâmetro, o qual foi enterrado a 10cm de profundidade do sedimento, de acordo com as recomendações sugeridas por Franklin-Júnior (2000). As amostras foram armazenadas em sacos plásticos, etiquetadas, preservadas em solução salina de formalina a 4%.

Dentro da área de amostragem demarcada em cada banco arenolamoso, foram retiradas aleatoriamente cinco amostras do sedimento para análise granulométrica, utilizando o mesmo amostrador das amostras biológicas. O teor de oxigênio, salinidade e temperatura da água de percolação do banco arenolamoso foram mensurados no momento da coleta com o oxímetro, refratômetro e termômetro respectivamente.



**Figura 4** – Desenho amostral dos bancos areno-lamosos dos estuários do rio Pacoti e Pirangi - CE.

### 3.2 Atividades de laboratório

Em laboratório, as amostras foram peneiradas em uma malha de 0,3 mm de abertura, para uma maior retenção dos indivíduos juvenis da macrofauna, e lavadas com água corrente. Depois foram armazenadas em potes plásticos, contendo álcool 70% e coradas com Rosa Bengala. Após um período mínimo de 24 horas, foi feita a triagem das amostras e separação dos animais em grupos taxonômicos. Posteriormente, os organismos foram identificados até o menor nível taxonômico possível utilizando-se bibliografia especializada. Os poliquetas foram identificados em nível específico junto à especialista Dr<sup>a</sup> Cyntia Santos no laboratório de Bentos do Centro de Estudos do Mar – Universidade Federal do Paraná.

A triagem e identificação dos organismos foram realizadas utilizando-se estereomicroscópio, com aumento de até 40x, e microscópio óptico com aumento de até 1000x.

Durante a triagem e identificação do material biológico foram encontrados táxons como oligoquetas, copépodes harpacticóides, nematódeos, larva de inseto e peixes os quais não foram inclusos nas análises.

### 3.2.1 Análise granulométrica

As análises granulométricas do sedimento foram realizadas no Laboratório de Geologia Marinha da Divisão de Oceanografia Abiótica do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará.

Após a chegada de campo, as amostras foram lavadas e posteriormente secas em estufa a uma temperatura 60°C. A seguir, foram quarteadas, para obtenção de uma quantidade próxima a 50g de sedimento. As frações de sedimento grosseiro (areias) foram quantificadas através do método de peneiramento seco e as frações de sedimento fino (silte e argila) através do método de pipetagem. Os parâmetros estatísticos, média, desvio padrão, seleção, assimetria, curtose e classificação textual foram obtidos, através do programa SYSGRAN<sup>®</sup> versão 2.0.

Os teores de carbonato de cálcio foram determinados através do método do *Calcímetro de Bernard* modificado, onde as amostras são atacadas com ácido clorídrico (HCL) diluído em 10% em um sistema de vasos comunicantes. O sedimento foi inicialmente seco a 60°C em estufa, separando-se 5,0g que foram acondicionados em erlenmeyer adaptado a um tubo de ensaio onde foi ligado a um sistema de provetas onde existe certa porção de água. O gás carbônico desprendido pela reação HCL (amostra + carbonato de cálcio) faz com que a coluna d'água dentro das provetas se desloque. É admitido um valor máximo de deslocamento para uma amostra de 99% de carbonato de cálcio (Bezerra, 2006).

A matéria orgânica presente no sedimento foi determinada por técnica gravimétrica após calcinação da amostra em forno mufla a 450°C. Primeiramente levou-se o cadinho, limpo e seco, para um forno mufla a 450°C por uma noite, em seguida transferiu-o para um dessecador. Após esfriar, pesou-se em uma balança analítica e adicionou aproximadamente 2,0g do sedimento seco. Anotou-se o peso obtido (cadinho+sedimento) ( $m_1$ ), logo após, o cadinho foi submetido à calcificação em mufla, à temperatura controlada em 450°C por 16 horas. Transferiu-se o cadinho para um dessecador e após frio, pesou-se novamente para obtenção da massa residual. Retornou-se o cadinho ao forno mufla a 450°C e, após 2 horas, transferiu-se para um dessecador e pesou depois de frio, repetindo-se este procedimento até atingir peso constante.

### 3.3 Análise estatística

Os valores referentes aos parâmetros abióticos (temperatura, salinidade, oxigênio, silte, argila, finos, média do grão, matéria orgânica, cascalho, carbonato de cálcio), foram previamente testados quanto à homogeneidade das variâncias e a normalidade dos dados, sendo então comparados, entre os bancos, através de análise de variância não-paramétrica. Estes parâmetros foram correlacionados com os descritores da comunidade através do teste de correlação não-paramétrico de Spearman, com um nível de significância de 95%.

As comunidades da macrofauna bentônica dos bancos areno-lamosos dos dois estuários foram caracterizadas através da determinação dos índices de Diversidade de Shannon-Winer ( $H'$  pelo  $\log_e$ ), Riqueza ( $D$  de Margalef) e Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) a partir dos valores de abundância média, considerando as 5 réplicas analisadas para cada ponto amostrado. Os dados obtidos foram também testados quanto a normalidade e homogeneidade de variâncias, tendo sido comparados, entre os pontos de coleta em cada banco e entre os bancos, através de testes não-paramétricos.

O grau de associação entre a macrofauna bentônica dos pontos de coleta em cada um dos bancos areno-lamosos em ambos os estuários (análise normal - modo Q) foi determinado, com base na abundância média por ponto, através da análise de agrupamento do tipo hierárquico aglomerativo utilizando-se o coeficiente de Bray-Curtis e como regra de união a média não ponderada (UPGMA). Para reduzir as discrepâncias entre os dados analisados, as matrizes originais sofreram transformação prévia do tipo  $y = \log(x+1)$ . As matrizes de similaridade foram calculadas e submetidas à ordenação por escalonamento multidimensional (MDS). E ainda, foi realizada a análise SIMPER (Clarke e Warwick, 1994) com a finalidade de identificar as espécies que tiveram maior contribuição para a formação dos grupos observados nas análises de cluster e nos MDS.

Foram examinadas também as relações entre os descritores da estrutura da comunidade e as variáveis ambientais através do procedimento BIOENV (Clarke e Warwick, 1994). Para subsidiar a seleção dos descritores ambientais a serem utilizadas na análise BIOENV, utilizou-se a rotina DRAFTSMAN PLOT entre todas as variáveis, visando determinar eventuais colinearidades ( $r_s > 0,95$ ), retirando das análises os parâmetros variáveis altamente correlacionadas.

As análises de variância e correlação foram realizadas utilizando o programa STATISTICA for windows® versão 6.0. A determinação dos descritores da comunidade, bem como, as análises de agrupamento, MDS, Simper e BIOENV foram realizadas utilizando-se o programa PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) for windows ® versão 5.2.4.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Descritores abióticos do banco areno-lamoso do estuário do rio Pacoti

O sedimento do banco areno-lamoso, considerando os pontos de amostragem, caracterizou-se predominantemente por areia fina, com exceção do ponto 1 constituído por areia média. A área apresentou também uma pequena parcela de cascalho composto por fragmentos de conchas vazias de moluscos bivalves e restos de troncos da vegetação de mangue.

O ponto 1 representou a área com menor percentagem de cascalho com 0,09% e o ponto 6 com maior valor atingindo 0,82%. Nesses locais, pontos 1 e 6, a percentagem do teor de carbonato de cálcio apresentou valor mínimo e máximo de 0,67% e 14,14% respectivamente. O diâmetro médio dos grãos variou de 1,82  $\Phi$  no ponto 1 a 2,67 $\Phi$  no ponto 5. O maior percentual de areia foi no ponto 1 com 91,61% e o menor percentual no ponto 2 com 73,20%. Nesses locais também se observou a maior variação da quantidade de finos, que passou de 8,31% no ponto 1 para 26,58% no 2 (Tabela 1).

Os valores registrados para o teor de matéria orgânica dos pontos amostrados apontaram a menor percentagem no ponto 1 com 2,29% e maior no ponto 2 com 6,87% (Tabela 1).



**Tabela 01** - Características gerais do sedimento do banco areno-lamoso do estuário do rio Pacoti (CE) observadas durante o período de estudo.

Ponto	Média do grão ( $\Phi$ )	Seleção do grão	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose	Cascalho (%)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Finos (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Matéria orgânica (%)	Classificação
1	1,82	0,84	0,60	0,22	1,08	0,09	91,61	7,51	0,80	8,31	0,67	2,29	Areia Média
2	2,60	1,42	0,72	0,10	1,19	0,22	73,20	25,69	0,89	26,58	6,73	6,87	Areia Fina
3	2,60	1,54	0,74	0,11	1,19	0,13	75,90	21,97	1,99	23,96	4,71	4,15	Areia Fina
4	2,47	1,57	0,69	0,06	1,14	0,38	80,92	16,31	2,39	18,70	3,37	3,23	Areia Fina
5	2,67	1,71	0,65	0,20	1,10	0,35	73,60	22,26	3,79	26,06	6,73	5,02	Areia Fina
6	2,54	1,53	0,64	0,21	1,10	0,82	77,52	19,53	2,13	21,66	14,14	3,12	Areia Fina
7	2,38	1,32	0,64	0,10	1,01	0,79	82,62	14,94	0,79	15,73	3,37	2,87	Areia Fina
8	2,31	1,45	0,72	0,09	1,14	0,42	83,95	13,60	2,03	15,63	4,04	2,44	Areia Fina
9	2,37	1,49	0,69	0,06	1,13	0,22	83,71	13,35	0,79	14,14	6,40	2,55	Areia Fina

Os valores de oxigênio dissolvido foram baixos. O ponto 6 foi o único com valor de 1,23 mg/L e os demais pontos apresentaram concentrações abaixo deste, sendo o ponto 8, o de menor concentração do gás, com 0,16mg/L (Tabela 02). A temperatura registrada no sedimento apresentou valores relativamente uniformes, variando de 31,7 °C a 34,0 °C. A salinidade foi mais elevada nos pontos 2 e 3 com 40 e o menor valor foi retratado no ponto 6 com 36 (Tabela 02).

**Tabela 02** - Valores dos parâmetros físico-químicos da água de percolação do sedimento do banco areno-lamoso do estuário do rio Pacoti - CE observados no período de estudo.

Pontos	Salinidade	Oxigênio (mg/l)	Temperatura (°C)
1	37	0,50	34,0
2	40	0,26	33,3
3	40	0,31	33,6
4	38	0,31	31,8
5	39	0,22	31,7
6	36	1,23	32,0
7	38	0,76	32,0
8	39	0,16	33,5
9	39	0,22	34,0

#### 4.2 Descritores abióticos do banco areno-lamoso do estuário do rio Pirangi

No estuário do rio Pirangi, o banco areno-lamoso constituiu-se predominantemente por areia muito fina (Tabela 03). Foi encontrada uma pequena parcela de cascalho composto por fragmentos de conchas do molusco bivalve *Anomalocardia brasiliiana* e restos de troncos da vegetação de mangue. O ponto 1 representou o local com menor porcentagem de cascalho com 0,08% e o ponto 3 com maior valor atingindo 0,24%. Ainda no ponto 3, o teor de carbonato de cálcio teve valor máximo de 24,24%, sendo o mínimo registrado no ponto 8 com 16,84%.

O diâmetro médio do grão não apresentou variações relevantes, com valor máximo no ponto 1 com 3,94  $\Phi$  e mínimo no ponto 9 com 3,31  $\Phi$ . Os percentuais de finos variaram de 31,93% a 41,97% nos pontos 4 e 6 respectivamente. A matéria

orgânica apresentou valor mínimo no ponto 4 com 3,42% e máximo de 7,65% no ponto 6.

**Tabela 03** - Características gerais do sedimento do banco areno-lamoso do estuário do rio Pirangi (CE) observadas durante o período de estudo.

Pontos	Média do grão ( $\Phi$ )	Desvio Padrão	Seleção do grão	Assimetria	Curtose	Cascalho (%)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Finos (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Matéria orgânica (%)	Classificação
1	3,94	0,83	2,07	-0,54	1,15	0,08	55,66	38,01	0,79	38,80	23,91	4,03	Areia Muito Fina
2	3,70	0,83	1,35	-0,50	0,97	0,18	62,40	33,99	0,79	34,78	20,88	5,29	Areia Muito Fina
3	3,84	0,63	1,15	-0,37	1,47	0,24	63,12	33,70	2,94	36,64	24,24	6,31	Areia Muito Fina
4	3,37	0,98	1,52	-0,40	0,69	0,10	67,98	29,75	2,18	31,93	19,87	3,42	Areia Muito Fina
5	3,59	0,89	1,47	-0,46	0,77	0,09	60,44	36,89	2,58	39,47	21,21	6,88	Areia Muito Fina
6	3,62	0,97	1,71	-0,47	0,72	0,19	57,84	37,44	4,54	41,97	23,57	7,65	Areia Muito Fina
7	3,51	0,96	1,35	-0,42	0,71	0,17	59,08	40,09	0,67	40,75	19,87	5,76	Areia Muito Fina
8	3,44	0,93	1,21	-0,42	0,73	0,15	63,83	34,19	1,83	36,02	16,84	4,62	Areia Muito Fina
9	3,31	0,94	1,23	-0,36	0,71	0,19	67,37	31,68	0,77	32,45	17,51	4,22	Areia Muito Fina

Os valores de salinidade, oxigênio e temperatura da água de percolação do banco areno-lamoso no estuário do rio Pirangi estão apresentados na tabela 04. O teor de oxigênio dissolvido teve valor máximo no ponto 1, com 1,20 mg/l, e menor valor no ponto 5 com 0,32 mg/l. A temperatura da água do sedimento variou de 29,1 °C a 32, 2 °C. A salinidade máxima foi observada no ponto 1 (40,5) e a mínima (36) no ponto 9.

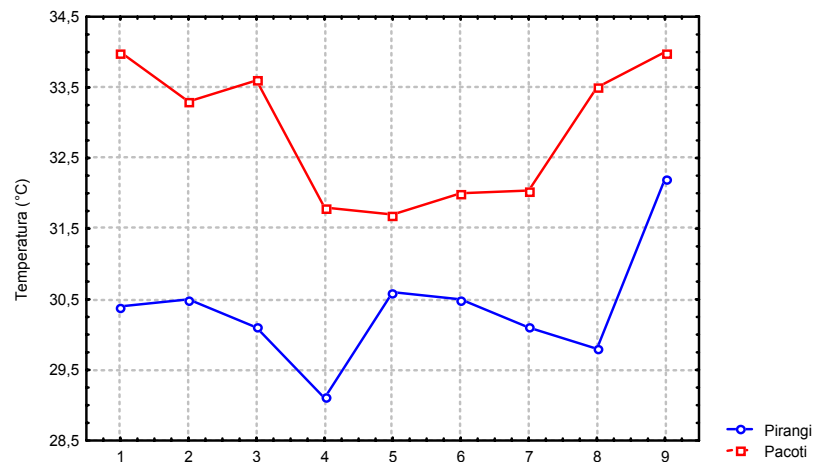
**Tabela 04** - Valores dos parâmetros físico-químicos da água de percolação do sedimento do banco areno-lamoso do estuário do rio Pirangi - CE.

Pontos	Salinidade	Oxigênio (mg/L)	Temperatura (°C)
1	40,5	1,20	30,4
2	40	0,50	30,5
3	40	0,45	30,1
4	40	0,42	29,1
5	39	0,32	30,6
6	40	0,95	30,5
7	38	0,90	30,1
8	39	0,35	29,8
9	36	0,76	32,2

#### **4.3 Análise comparativa dos fatores abióticos entre os bancos areno-lamosos dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi.**

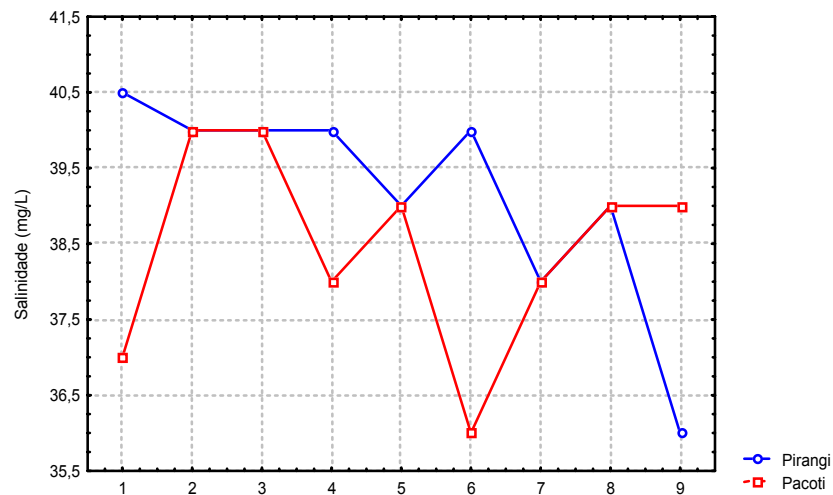
Considerando os parâmetros abióticos (temperatura, salinidade, oxigênio, matéria orgânica, CaCO<sub>3</sub>, cascalho, areia e finos) registrados nos bancos areno-lamosos, somente a salinidade e o oxigênio não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os estuários dos rios Pacoti e Pirangi.

A temperatura da água de percolação foi significativamente mais elevada no rio Pacoti ( $p = 0,000023$ ), sendo os valores registrados desse parâmetro mais altos em todos os pontos de coleta nesse rio (Figura 05).



**Figura 05** - Valores de temperatura da água de percolação nos bancos areno-lamosos dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi - CE observados durante o período de estudo.

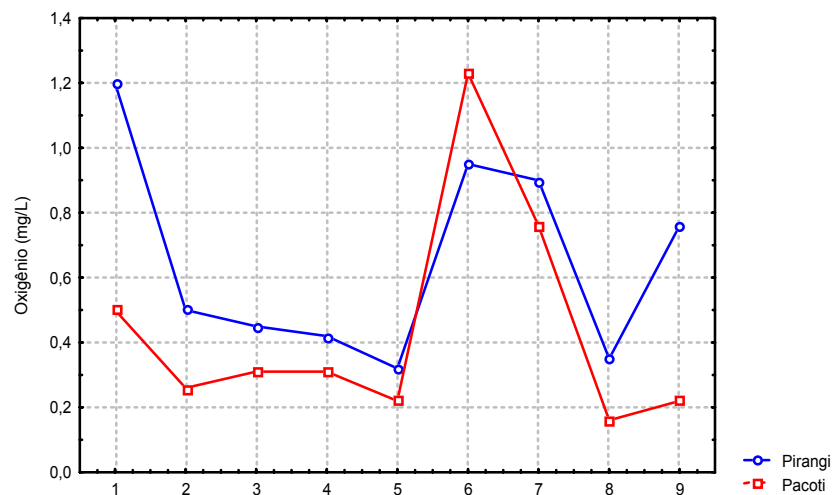
Embora tenha sido observada uma variação da salinidade em alguns pontos de coleta nos dois bancos areno-lamosos, não foram evidenciadas diferenças significativas entre os dois estuários ( $p=0,185336$ ) (Figura 06).



**Figura 06** - Valores de salinidade da água de percolação nos bancos areno-lamosos dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi - CE observados durante o período de estudo.

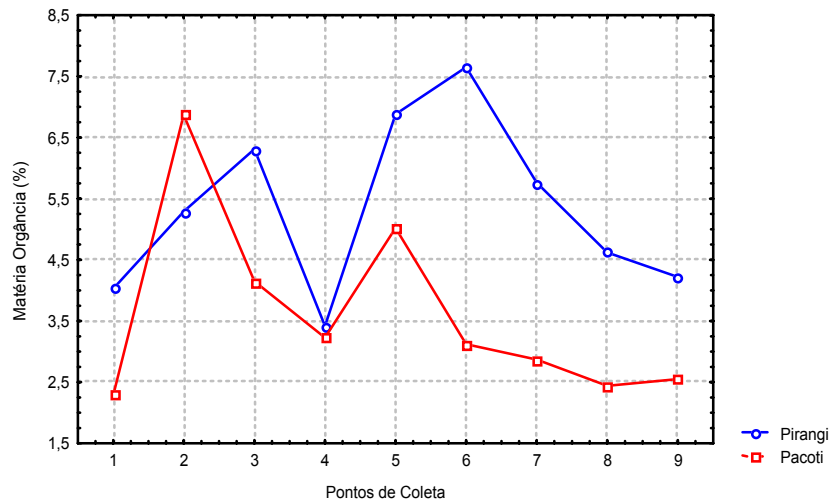
As regiões estudadas apresentaram características tipicamente estuarinas em relação à quantidade de oxigênio dissolvido. Não houve diferenças significativas

( $p=0,057640$ ) entre os valores deste parâmetro quando comparados os dois bancos areno-lamosos, mas foi possível observar baixas concentrações de oxigênio na água de percolação ao longo dos pontos amostrados tanto na área do rio Pacoti como do rio Pirangi (Figura 07).



**Figura 07** - Teor de oxigênio dissolvido (mg/L) da água de percolação nos bancos areno-lamoso dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi - CE observados durante o período de estudo.

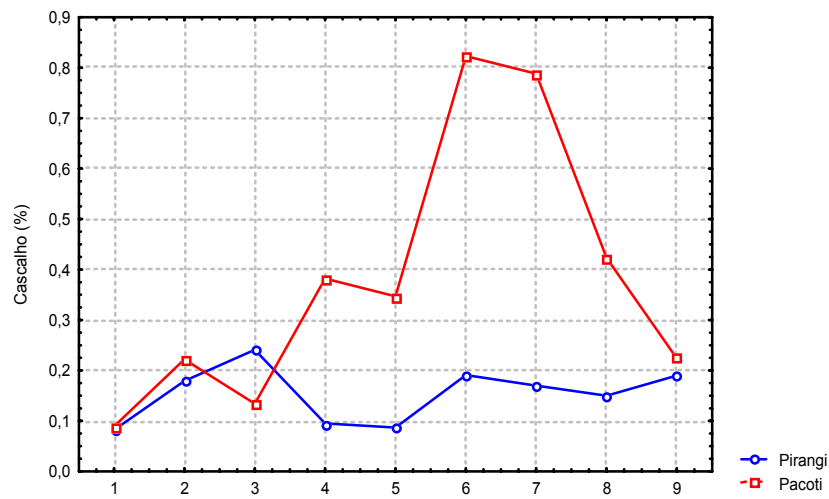
Os valores registrados para a porcentagem de matéria orgânica encontrados nos bancos areno-lamosos estudados estão plotados na figura 08. A análise estatística apontou diferenças significativas ( $p=0,022464$ ) na distribuição da matéria orgânica entre os dois bancos areno-lamoso. Foi possível observar semelhança na forma de distribuição da matéria orgânica ao longo dos bancos nos rios Pacoti e Pirangi.



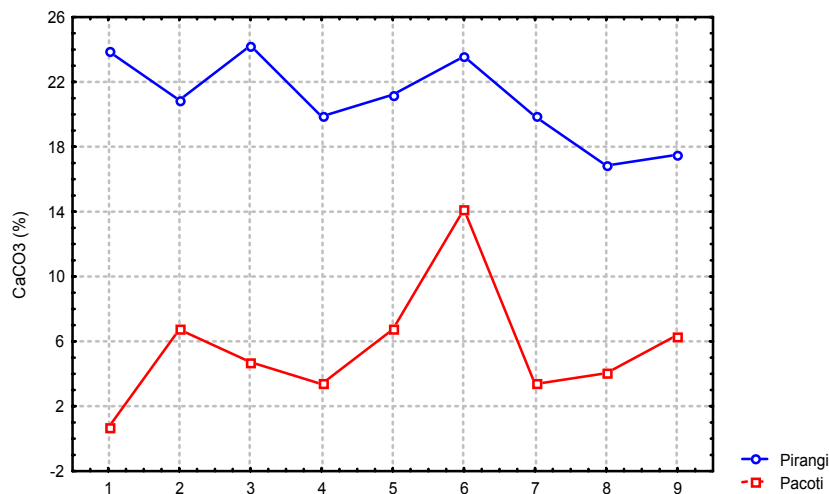
**Figura 08** - Teor de matéria orgânica no sedimento dos bancos areno-lamosos dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi - CE observados durante o período de estudo.

Os resultados percentuais de cascalho apresentaram diferenças significativas ( $p=0,024348$ ) entre as áreas amostradas. Os valores foram mais discrepantes no rio Pacoti e mais aproximados no Pirangi (figura 09 A). O teor de carbonato de cálcio apontou diferenças altamente significativas entre os valores registrados nos dois bancos areno-lamosos ( $p=0,000349$ ). As maiores porcentagens corresponderam ao banco areno-lamoso do estuário do rio Pirangi comparado ao Pacoti (figura 09 B).





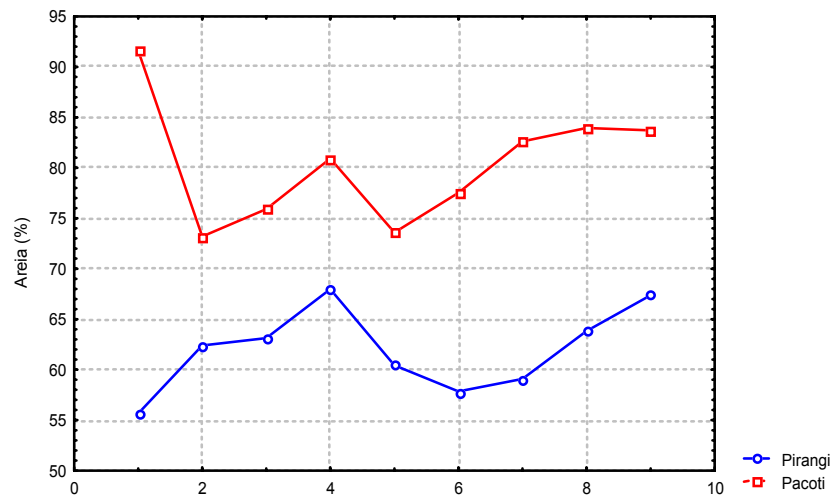
A



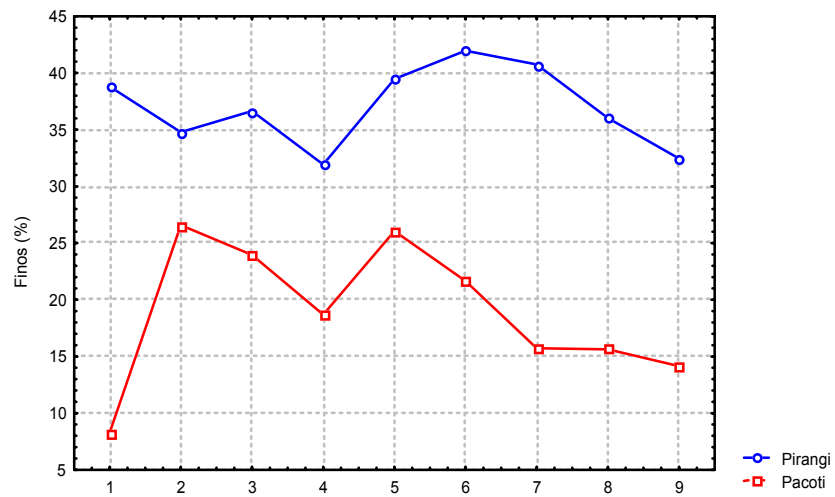
B

**Figura 09** - Teores de cascalho (A) e carbonato de cálcio (B) no sedimento dos bancos areno-lamosos dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi - CE observados durante o período de estudo.

Os percentuais de areia e finos encontrados nas duas áreas apresentaram diferenças significativas ( $p=0,000001$  e  $p=0,000001$  respectivamente). Em relação aos finos foi possível verificar altos valores no estuário do rio Pirangi e baixos valores no rio Pacoti. Na figura 10 A, observa-se que o percentual de areia apresentou valores inversos aos dos finos com baixa quantidade no banco areno-lamoso do rio Pirangi e altas quantidades no rio Pacoti (figura 10 B).



A



B

**Figura 10** - Percentuais de areia (A) e finos (B) dos bancos areno-lamosos dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi - CE.

## 4.4 Descritores bióticos dos bancos areno-lamosos do rio Pacoti e Pirangi

### 4.4.1 Banco areno-lamoso do estuário do rio Pacoti

Com a análise de 45 amostras de macroinvertebrados provenientes do banco areno-lamoso do rio Pacoti, foram identificados cerca de 12.125 indivíduos, registrados em 31 táxons da macrofauna bentônica e distribuídos em 15 espécies de poliquetas, 8 espécies de moluscos e 8 grupos de crustáceos (Apêndice 1). A tabela 05 apresenta os valores médios do número de indivíduos encontrados.

Considerando o total de organismos encontrados no banco areno-lamoso do rio Pacoti, as espécies *Laeonereis culveri* com 68% e *Capitella capitata* com 14% apresentaram maior abundância média em todos os pontos amostrados com densidade de 10.423 ind./m<sup>2</sup> e 2.141 ind./m<sup>2</sup> respectivamente. Em seguida, o crustáceo da família Apseudidae representou 10% do total de indivíduos com densidade de 1.641 ind./m<sup>2</sup>, superando valores de abundância média dos poliquetas e moluscos apenas no ponto 4. Com valores inferiores a 1%, os moluscos ocorreram em menor frequência ao longo dos 9 pontos amostrados, *Tagelus plebeius* se sobressaiu apresentando uma densidade de 81 ind./m<sup>2</sup> (Tabela 05).

A espécie *Laeonereis culveri* representou 77% do total das espécies de poliquetas, seguida de crustáceos da família Apseudidae com 99% do total de indivíduos do grupo e, por fim, o bivalve *Tagelus plebeius* com 42% do número total de moluscos (Tabela 05).

Foi observada uma baixa equitabilidade no banco areno-lamoso do rio Pacoti, com valor mais elevado no ponto 4 e menos elevado no ponto 6. Ainda no ponto 4, ocorreram os maiores índices de diversidade e abundância e os menores desses descritores foram registrados nos pontos 6 e 2 respectivamente. Quanto a riqueza, o maior índice foi no ponto 3 e menor no ponto 1 (Tabela 05).

**Tabela 05** – Valores de densidade (ind./m<sup>2</sup>), riqueza de Margalef, Equitabilidade de Pielou e Diversidade de Shannon da macrofauna bentônica nos pontos de coleta no banco areno-lamoso do estuário do rio Pacoti - CE.

Estuário do Rio Pacoti												
Espécies / Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ind/m <sup>2</sup>	%ind*	%ind**
<b>Poliquetas</b>												
<i>Laonereis culveri</i>	<b>227,0</b> (70,2)	<b>167,8</b> (69,6)	<b>195,4</b> (61,5)	<b>133,8</b> (57,2)	<b>212,8</b> (83,2)	<b>208,4</b> (51,5)	<b>176,2</b> (68,9)	<b>160,4</b> (38,0)	<b>169,2</b> (31,0)	<b>10422,98</b>	<b>77,45</b>	<b>68,04</b>
<i>Capitella capitata</i>	<b>52,6</b> (17,8)	<b>34,8</b> (23,6)	<b>54,8</b> (25,1)	<b>35,8</b> (19,0)	<b>37,2</b> (27,9)	<b>20,8</b> (20,4)	<b>42,0</b> (32,5)	<b>34,8</b> (28,5)	<b>26,4</b> (24,7)	2141,41	15,91	13,98
<i>Heteromastus similis</i>	<b>5,2</b> (6,1)	<b>2,0</b> (1,6)	<b>12,4</b> (5,4)	<b>21,8</b> (8,6)	<b>7,2</b> (8,0)	<b>4,2</b> (4,0)	<b>5,6</b> (4,0)	<b>9,8</b> (5,5)	<b>8,4</b> (6,9)	483,59	3,59	3,16
<i>Sigambra grubei</i>	<b>12,4</b> (3,6)	<b>4,8</b> (6,1)	<b>5,6</b> (5,9)	<b>5,0</b> (2,0)	<b>4,8</b> (6,5)	<b>3,6</b> (3,0)	<b>5,6</b> (3,9)	<b>2,4</b> (2,7)	<b>4,0</b> (4,2)	304,29	2,26	1,99
<i>Streblospio cf. benedict</i>	<b>3,0</b> (2,2)	<b>0,8</b> (0,8)	<b>1,8</b> (3,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>1,2</b> (1,3)	<b>0,8</b> (1,3)	<b>1,6</b> (2,3)	<b>0,4</b> (0,5)	<b>0,0</b> (0,0)	60,61	0,45	0,40
<i>Glycinde multidentis</i>	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>1,2</b> (0,8)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,6</b> (0,9)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,4</b> (0,5)	16,41	0,12	0,11
<i>Marphysa formosa</i>	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,6</b> (0,5)	<b>0,4</b> (0,5)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,4</b> (0,5)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	11,36	0,08	0,07
<i>Typosyllis sp.</i>	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,4</b> (0,5)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	5,05	0,04	0,03
<i>Typosyllis hyalina</i>	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	2,53	0,02	0,02
<i>Ophiodromus sp.</i>	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,4</b> (0,5)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	2,53	0,02	0,02
<i>Parandalia cf. tricuspis</i>	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	1,26	0,01	0,01
<i>Exogone sp.</i>	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	1,26	0,01	0,01
<i>Aricidea sp.</i>	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	1,26	0,01	0,01
<i>Lumbrineris curtolobata</i>	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,2</b> (0,4)	1,26	0,01	0,01
<i>Paranaites cf. capensis</i>	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	1,26	0,01	0,01

<b>Moluscos</b>												
<i>Tagelus plebeius</i>	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>1,6</b> (1,7)	<b>3,0</b> (1,6)	<b>2,4</b> (2,9)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>1,8</b> (2,0)	<b>2,4</b> (2,7)	<b>1,2</b> (1,6)	<b>80,81</b>	<b>41,29</b>	<b>0,53</b>
<i>Macoma constricta</i>	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,8</b> (1,3)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>1,2</b> (1,3)	<b>2,6</b> (1,5)	<b>1,2</b> (1,3)	<b>0,8</b> (1,3)	<b>1,0</b> (1,2)	<b>0,6</b> (0,9)	53,03	27,10	0,35
<i>Anomalocardia brasiliana</i>	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,4</b> (0,9)	<b>1,0</b> (2,2)	<b>1,0</b> (1,7)	<b>1,6</b> (1,8)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,6</b> (0,5)	<b>0,4</b> (0,5)	<b>0,8</b> (1,1)	36,62	18,71	0,24
<i>Lucina Pectinata</i>	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,4</b> (0,5)	<b>0,6</b> (0,5)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,4</b> (0,9)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,8</b> (1,1)	16,41	8,39	0,11
<i>Macoma tageliformis</i>	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,4</b> (0,9)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,4</b> (0,9)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	5,05	2,58	0,03
<i>Amygdalum dendriticum</i>	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	1,26	0,65	0,01
<i>Corbula caribaea</i>	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	1,26	0,65	0,01
<i>Corbula cymella</i>	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	1,26	0,65	0,01
<b>Crustáceos</b>												
Apseudidae	<b>1,4</b> (1,1)	<b>0,4</b> (0,5)	<b>7,8</b> (5,0)	<b>153,6</b> (240,4)	<b>16,6</b> (13,2)	<b>5,5</b> (7,9)	<b>12,3</b> (14,4)	<b>43,8</b> (78,2)	<b>38,8</b> (44,2)	<b>1641,41</b>	<b>98,56</b>	<b>10,72</b>
Amphipoda	<b>1,0</b> (1,2)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	8,84	0,53	0,06
Caprellidea	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,4</b> (0,9)	<b>0,3</b> (0,5)	<b>0,4</b> (0,9)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	7,58	0,45	0,05
Mysidacea	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	2,53	0,15	0,02
Brachyura	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	1,26	0,08	0,01
Axiidae	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	1,26	0,08	0,01
Cumacea	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	1,26	0,08	0,01
Penaeoidea	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,2</b> (0,4)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	<b>0,0</b> (0,0)	1,26	0,08	0,01
<b>Outros valores</b>												
Riqueza de Margalef (d)	1,8	2,4	2,7	2,4	2,5	2,0	2,4	2,0	1,8	-	-	-

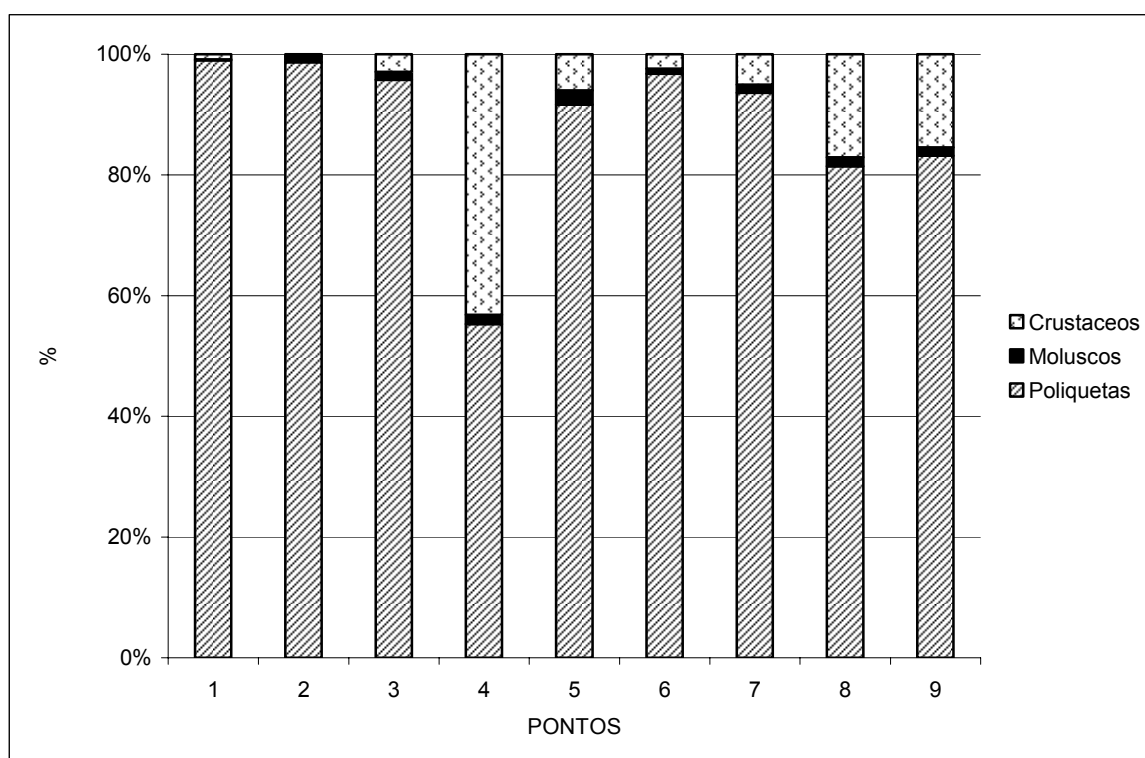
Equitabilidade de Pielou (J')	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	-	-	-
Diversidade H'(log <sub>e</sub> )	0,8	0,7	1,1	1,3	1,0	0,7	1,0	1,1	1,1	-	-	-

---

\* Valores percentuais considerando o número total de organismos por grupo

\*\* Valores percentuais considerando o número total de organismos na comunidade

A partir do somatório dos valores médios, considerando cada ponto de coleta, a estrutura da comunidade quanto aos grupos taxonômicos (poliquetas, moluscos e crustáceos), revelou os poliquetas como representantes mais expressivos de todo o banco areno-lamoso. Nos pontos 1 e 2, estes organismos representaram os maiores valores percentuais com 99% de representatividade. Os moluscos contribuíram com valor máximo de apenas 2% no ponto 5 e os crustáceos apresentaram o percentual mais elevado no ponto 4 com 43% (Figura 11).



**Figura11** - Percentual de ocorrência de crustáceos, moluscos e poliquetas observados ao longo dos pontos de coleta no banco areno-lamoso do rio Pacoti - CE.

#### 4.4.2 Banco areno-lamoso do estuário do rio Pirangi

No banco areno-lamoso do rio Pirangi, foram identificados um total de 1.603 indivíduos registrados em 32 táxons de invertebrados da macrofauna bentônica distribuídos em 14 espécies de poliquetas, 10 grupos de crustáceos e 8 espécies de moluscos (tabela 06; apêndice 1).

Considerando o total de organismos, o molusco bivalve *Tagelus plebeius*, com 45%, apresentou maior abundância média em grande parte

dos pontos amostrados no banco arenolamoso do rio Pirangi, com densidade de 910,4 ind./m<sup>2</sup>. Em seguida, o poliqueta *Heteromastus similis* contabilizou 16% do total de indivíduos com densidade de 324,5 ind/m<sup>2</sup>. Por fim, o crustáceo *Uca leptodactyla* com 8% ocorreu em menor frequência ao longo dos pontos, apresentando densidade de 155,3 ind./m<sup>2</sup> (Tabela 06).

Quanto aos valores percentuais considerando somente as espécies dos respectivos grupos, o bivalve *Tagelus plebeius* representou 79% do total das espécies de moluscos, seguida do crustáceo *Uca leptodactyla* com 66% entre os crustáceos e, por fim, *Heteromastus similis* com 51% dos poliquetas observados (Tabela 06).

A análise dos descritores bióticos revelou os maiores valores de equitabilidade e de diversidade no ponto 9. Quanto a riqueza, o maior valor registrado pode ser verificado no ponto 3.



**Tabela 06** – Valores médios de abundância, densidade (ind./m<sup>2</sup>), riqueza de Margalef, Equitabilidade de Pielou e Diversidade de Shannon da macrofauna bentônica ao longo dos pontos de coleta no banco areno-lamoso do estuário do rio Pirangi - CE

Estuário do Rio Pirangi												
Espécies / Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ind/m <sup>2</sup>	%ind*	%ind**
<b>Poliquetas</b>												
<i>Heteromastus similis</i>	5,2 (10,0)	13,8 (13,0)	6,8 (9,4)	1,0 (1,0)	0,4 (0,9)	0,0 (0,0)	8,6 (10,9)	3,4 (6,1)	12,2 (16,8)	324,49	51,20	16,06
<i>Sigambra grubei</i>	0,2 (0,4)	0,8 (0,8)	0,4 (0,5)	0,0 (0,0)	0,8 (1,8)	0,0 (0,0)	1,0 (1,4)	0,6 (0,9)	12,6 (18,0)	103,54	16,33	5,13
<i>Laeonereis culveri</i>	2,0 (3,9)	1,0 (1,0)	0,0 (0,0)	2,2 (3,8)	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	2,2 (2,2)	4,8 (6,6)	80,81	12,75	4,00
<i>Polydora</i> sp.	1,4 (2,6)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	2,6 (4,2)	0,6 (0,5)	0,0 (0,0)	2,8 (4,7)	1,0 (1,0)	0,6 (0,9)	56,82	8,96	2,81
<i>Capitella capitata</i>	0,6 (1,3)	1,0 (1,4)	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,4 (0,9)	0,8 (0,8)	0,4 (0,9)	0,4 (0,5)	25,25	3,98	1,25
<i>Glycinde multidentis</i>	0,0 (0,0)	0,8 (1,8)	1,0 (1,0)	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,8 (2,7)	23,99	3,78	1,19
<i>Parandalia</i> cf. <i>tricuspis</i>	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,8 (0,8)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,6 (0,9)	8,84	1,39	0,44
<i>Typosyllis hyalina</i>	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	2,53	0,40	0,13
<i>Marphysa</i> cf. <i>sanguinea</i>	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,26	0,20	0,06
<i>Streblospio</i> cf. <i>benedicti</i>	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,26	0,20	0,06
<i>Magelona</i> cf. <i>papillicornis</i>	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,26	0,20	0,06
<i>Isolda</i> cf. <i>pulchella</i>	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,26	0,20	0,06
<i>Scoloplos rubra</i>	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	1,26	0,20	0,06
<i>Potamilla</i> cf. <i>torelli</i>	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,26	0,20	0,06

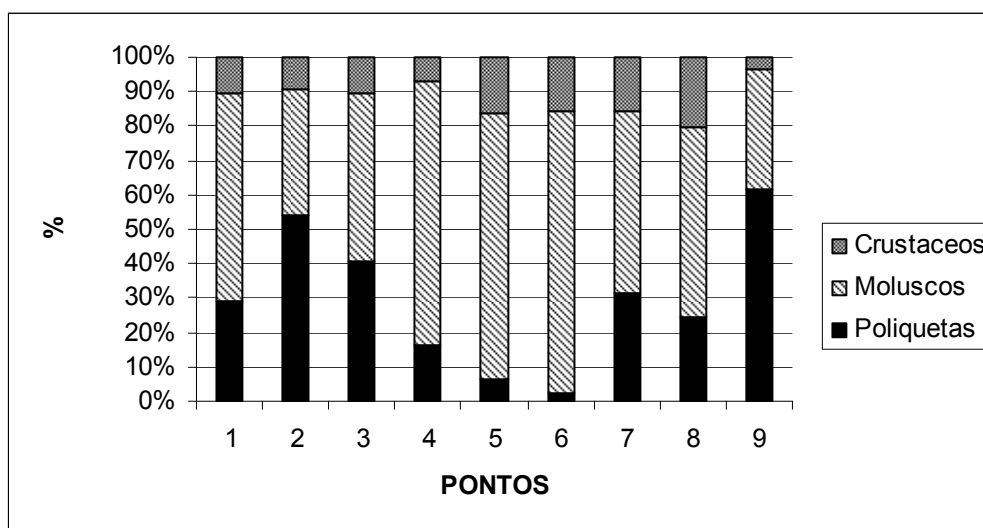
<b>Moluscos</b>												
<i>Tagelus plebeius</i>	16,8 (14,6)	7,6 (3,2)	4,4 (3,6)	30,8 (26,6)	20,0 (11,0)	22,6 (13,1)	21,2 (7,9)	13,8 (10,8)	7,0 (5,3)	910,35	78,88	45,06
<i>Anomalocardia brasiliana</i>	1,8 (1,1)	1,6 (0,9)	2,6 (2,1)	2,6 (1,7)	2,0 (0,7)	0,6 (0,5)	1,6 (0,5)	2,6 (1,9)	4,2 (2,5)	123,74	10,72	6,13
<i>Macoma constricta</i>	1,0 (2,2)	2,4 (2,6)	6,0 (5,8)	0,4 (0,5)	0,0 (10,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	3,6 (4,6)	85,86	7,44	4,25
<i>Amygdalum dendriticum</i>	0,4 (0,5)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,6 (0,5)	0,2 (0,4)	0,6 (0,9)	11,36	0,98	0,56
<i>Macoma tageliformis</i>	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	1,0 (2,2)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	7,58	0,98	0,38
<i>Corbula caribaea</i>	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,4 (0,9)	5,05	0,44	0,25
<i>Corbula cymella</i>	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,6 (1,3)	3,79	0,33	0,19
<i>Lucina pectinata</i>	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,4 (0,5)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	2,53	0,22	0,13
<b>Crustáceos</b>												
<i>Uca Leptodactyla</i>	3,0 (2,2)	1,2 (1,3)	0,0 (0,0)	2,4 (2,3)	3,4 (2,1)	2,6 (2,1)	5,4 (2,1)	5,0 (1,9)	1,6 (1,5)	155,30	65,78	7,69
<i>Uca sp.</i>	0,0 (0,0)	0,6 (1,3)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,8 (1,1)	1,2 (1,6)	1,0 (2,2)	0,8 (0,4)	0,0 (0,0)	27,78	11,76	1,38
<i>Uca maracoani</i>	0,0 (0,0)	0,4 (0,5)	2,0 (2,7)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	17,68	7,49	0,88
Brachyura	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,6 (0,9)	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	0,4 (0,9)	0,0 (0,0)	10,10	4,28	0,50
Arthropoda	0,0 (0,0)	0,4 (0,9)	0,0 (0,0)	0,4 (0,5)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,4 (0,9)	7,58	3,21	0,38
Apseudidae	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,0 (1,7)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	6,31	2,67	0,31
Isopoda	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	6,31	2,67	0,31
Caprellidae	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	2,53	1,07	0,13
Mysidacea	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,26	0,53	0,06

Alpheidae	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,26	0,53	0,06
<b>Outros valores</b>												
Riqueza de Margalef (d)	3,4	3,8	3,9	3,4	3,2	2,7	3,7	3,5	3,8	-	-	-
Equitabilidade de Pielou (J')	0,7	0,7	0,8	0,5	0,5	0,4	0,6	0,7	0,8	-	-	-
Diversidade H'(log <sub>e</sub> )	1,7	1,8	2,0	1,3	1,3	0,9	1,7	1,8	2,2	-	-	-

\* Valores percentuais considerando o número total de organismos por grupo

\*\* Valores percentuais considerando o número total de organismos na comunidade

A soma dos valores médios dos indivíduos calculada em cada ponto permitiu observar o grau de ocorrência dos grandes grupos taxonômicos que constituíram a estrutura da comunidade do banco areno-lamoso do rio Pirangi. A figura 12 ilustra a proporção dos valores entre os grupos, indicando os moluscos como grupo mais expressivo na maior parte dos pontos, atingindo seu máximo no ponto 6 com 82%. Os poliquetas como segundo grupo mais dominante, atingiram 62% no ponto 9.



**Figura 12** - Percentual de ocorrência de crustáceos, moluscos e poliquetas observados ao longo dos pontos de coleta no banco areno-lamoso do rio Pirangi - CE.

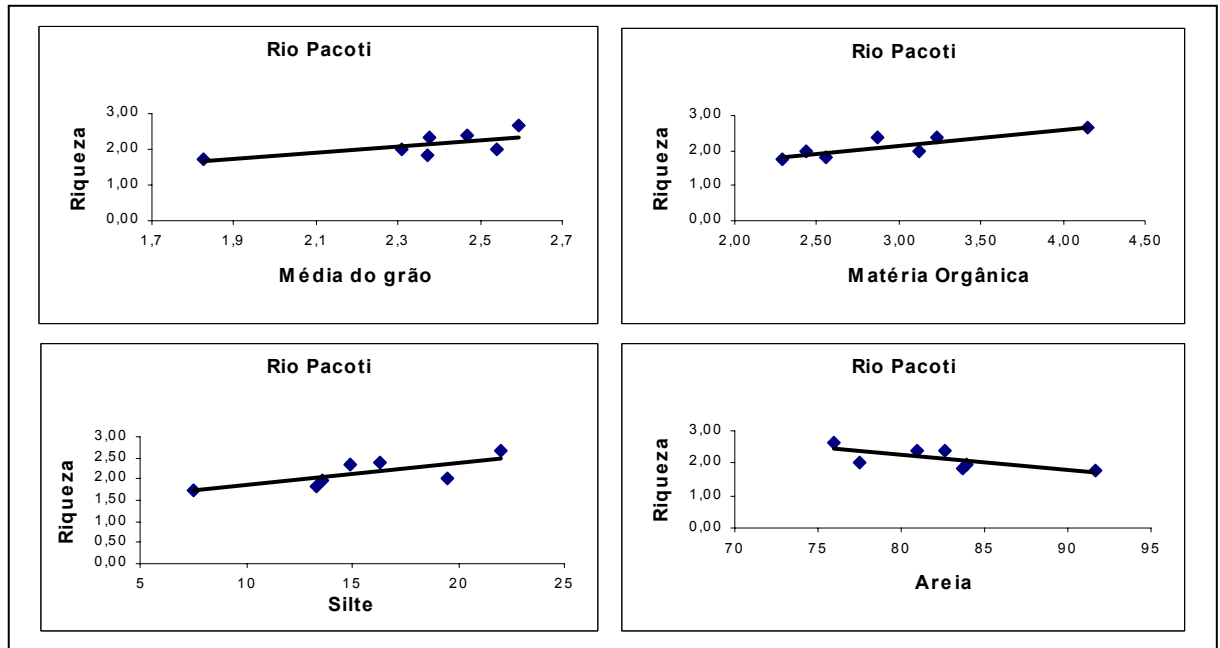
#### 4.5 Correlações entre os descritores bióticos e abióticos do banco areno-lamoso dos rios Pacoti e Pirangi

A correlação de Spearman entre os descritores bióticos e abióticos no rio Pacoti não apresentando valores significativos para a maioria dos fatores. A riqueza apresentou correlações positivas altamente significativas com a matéria orgânica ( $r=0,900$ ;  $p=0,001$ ), média do grão ( $r=0,883$ ;  $p=0,002$ ) e silte ( $r= 0,883$ ;  $p=0,002$ ) e correlação negativa altamente significativa com percentual de areia ( $r= - 0,867$ ;  $p=0,002$ ) (Tabela 07; figura 13).

**Tabela 07** - Resultados da análise de correlação de Spearman entre os parâmetros bióticos e abióticos do banco areno-lamoso do estuário do rio Pacoti - CE.

Parâmetros	Abundância		Riqueza		Equitabilidade		Diversidade	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Salinidade	-0,162	0,676	0,573	0,107	0,137	0,726	0,222	0,565
Oxigênio	-0,134	0,730	-0,059	0,881	-0,445	0,230	-0,487	0,183
Temperatura	-0,050	0,898	-0,527	0,145	0,033	0,932	0,084	0,831
CaCo3	-0,588	0,096	0,353	0,351	-0,529	0,143	-0,487	0,183
Matéria Orgânica	-0,200	0,606	0,900	0,001**	-0,283	0,460	-0,233	0,546
Média do grão	-0,217	0,576	0,883	0,002**	-0,383	0,308	-0,333	0,381
Cascalho	-0,333	0,381	-0,067	0,865	0,150	0,700	0,050	0,898
Areia	0,317	0,406	-0,867	0,002**	0,417	0,265	0,367	0,332
Silte	-0,300	0,433	0,883	0,002**	-0,400	0,286	-0,350	0,356
Argila	0,377	0,318	0,460	0,213	-0,008	0,983	0,050	0,898

\*\*Resultado altamente significativo



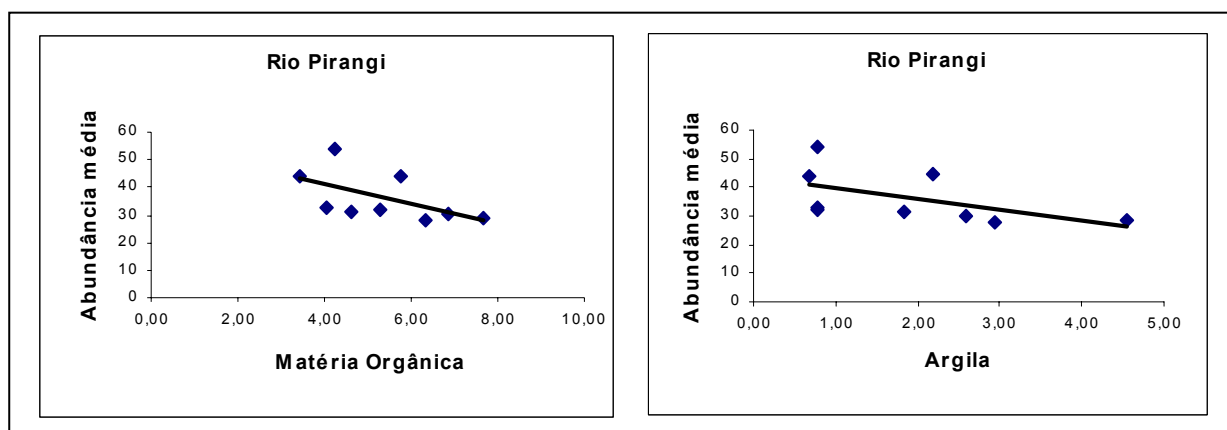
**Figura 13** - Gráficos da análise de correlação de Spearman com os fatores bióticos e abióticos que apresentaram correlação significativa ( $p < 0,05$ ) no banco areno-lamoso do estuário do Rio Pacoti - CE.

No banco areno-lamoso do rio Pirangi a análise de correlação de Spearman apontou uma correlação negativa altamente significativa entre abundância com matéria orgânica ( $r = -0,767$ ;  $p = 0,016$ ) e argila ( $r = -0,778$ ;  $p = 0,014$ ) (Tabela 08; figura 14). Não foram observadas outras correlações significativas entre os demais descritores bióticos e abióticos analisados.

**Tabela 08** - Resultados da análise de correlação de Spearman entre os parâmetros bióticos e abióticos do banco areno-lamoso do estuário do Rio Pirangi - CE.

Parâmetros	Abundância		Riqueza		Equitabilidade		Diversidade	
	r	p	r	p	R	p	R	p
Salinidade	-0,341	0,369	-0,254	0,510	-0,306	0,423	-0,376	0,319
Oxigênio	0,200	0,606	0,017	0,966	-0,083	0,831	-0,067	0,865
Temperatura	-0,008	0,983	0,008	0,983	0,143	0,714	0,193	0,618
CaCo3	-0,611	0,081	-0,092	0,814	-0,201	0,604	-0,209	0,589
Matéria Orgânica	-0,767	0,016**	-0,183	0,637	-0,250	0,516	-0,167	0,668
Média do grão	-0,600	0,088	0,017	0,966	-0,050	0,898	-0,067	0,865
Cascalho	-0,333	0,381	0,483	0,187	0,317	0,406	0,417	0,265
Areia	0,350	0,356	0,367	0,332	0,383	0,308	0,383	0,308
Silte	-0,217	0,576	-0,350	0,356	-0,350	0,356	-0,350	0,356
Argila	-0,778	0,014**	-0,444	0,232	-0,393	0,295	-0,460	0,213

\*\*Resultado altamente significativo

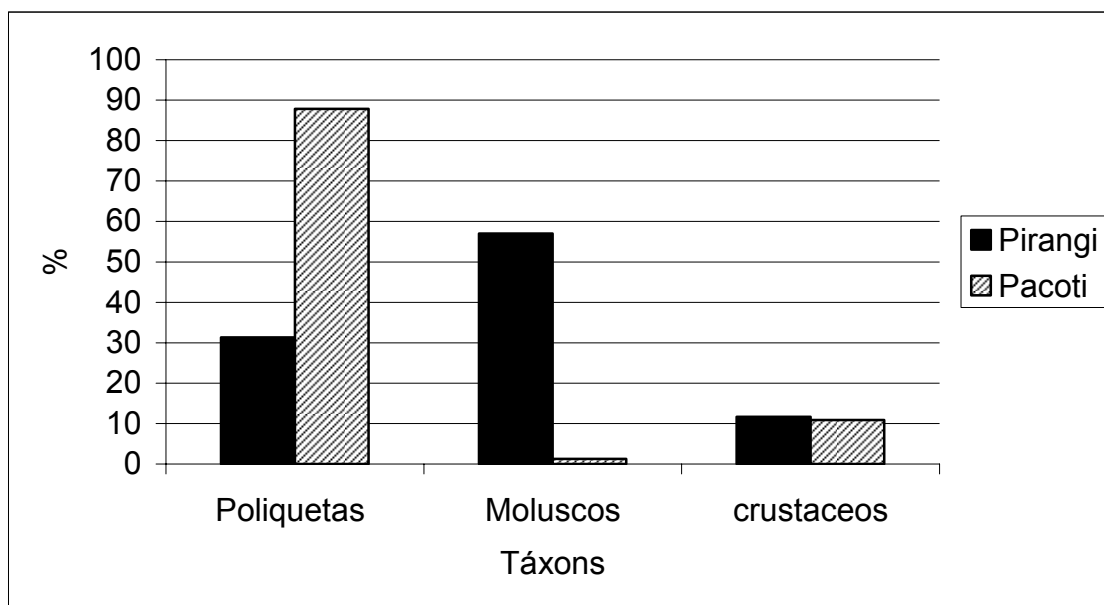


**Figura 14** - Gráficos da análise de correlação de Spearman com os fatores bióticos e abióticos que apresentaram correlação significativa ( $p < 0,05$ ) do banco areno-lamoso do estuário do rio Pirangi - CE.

#### 4.6 Análise Comparativa da macrofauna bentônica dos bancos areno-lamoso dos rios Pacoti e Pirangi

Comparando os grupos de poliquetas, moluscos e crustáceos entre os dois estuários, os poliquetas contribuíram com 88% no banco areno-lamoso do rio Pacoti e apenas 31% no estuário do Pirangi. Por outro lado, os moluscos apresentaram

uma parcela de 57% no rio Pirangi e somente 1% no rio Pacoti. Finalmente os crustáceos tiveram uma participação relativamente semelhante nos dois bancos areno-lamosos com 12% e 11% no rio Pirangi e Pacoti respectivamente (figura 15).

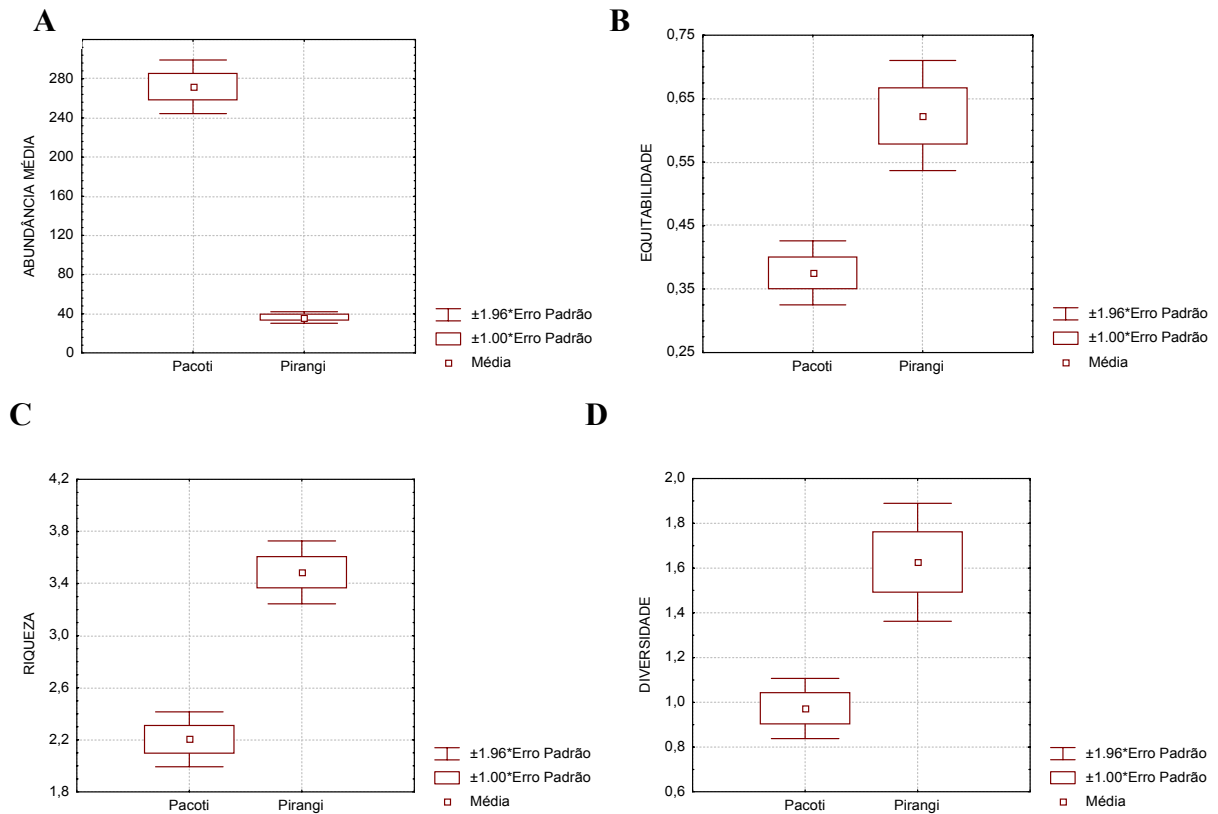


**Figura 15** - Valores percentuais dos grupos taxonômicos dos bancos areno-lamosos dos rios Pacoti e Pirangi - CE.

A análise comparativa dos descritores bióticos da macrofauna bentônica dos dois estuários apresentou diferenças significativas. No banco areno-lamoso do rio Pacoti a abundância média da macrofauna bentônica foi superior a do rio Pirangi, com diferença altamente significativa ( $p= 0,000349$ ) (Figura 16 A). Quanto aos valores médios dos demais descritores biológicos, estes foram significativamente mais elevados no estuário do Pirangi comparado ao Pacoti.

A análise de equitabilidade apontou diferenças altamente significativa entre as áreas do Pacoti e Pirangi ( $p=0,000182$ ) (Figura 16 B). A equitabilidade do rio Pacoti apresentou média de 0,38, ao passo que o Pirangi apresentou média igual a 0,62. A riqueza e diversidade também apontaram diferenças significativas entre os estuários ( $p= 0,000001$ ,  $p=0,000521$  respectivamente), indicando o estuário do Pirangi mais rico e diverso que o Pacoti (figura 16 C e D).





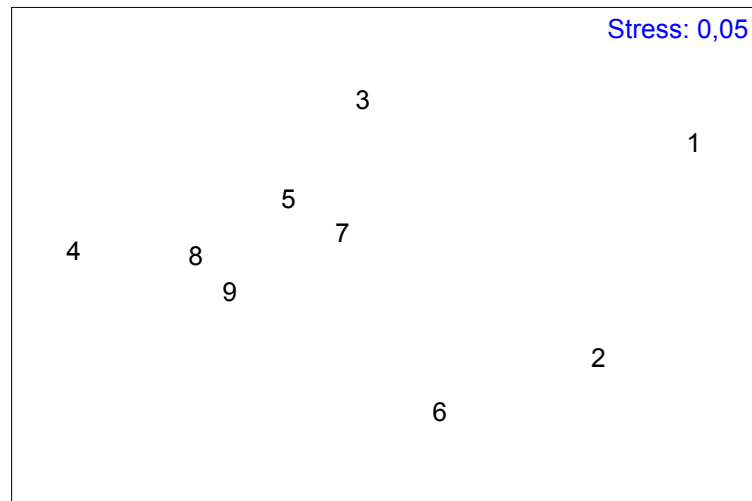
**Figura 16** - Análise comparativa dos descritores bióticos entre os bancos areno-lamosos dos rios Pacoti e Pirangi - CE. A- Abundância, B - Equitabilidade, C - Riqueza, D - Diversidade.

#### 4.7 Análise de agrupamento da macrofauna bentônica nos bancos areno-lamosos dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi

A análise MDS mostrou uma representação bidimensional aceitável dos agrupamentos, com estresse de 0,05 para as amostras da macrofauna bentônica do banco areno-lamoso do rio Pacoti (figura 17), onde é possível observar a formação de três grupos.

Através da análise de agrupamento do rio Pacoti, foi possível observar a formação de 2 grupos bem definidos. O grupo 1 apresentou semelhança superior a 80% e reuniu a maior parte dos pontos (67% de todos os pontos) (figura 18). Este grupo foi dividido em 1a e 1b, correspondendo às estações dos pontos 3, 5, 7 e 4, 8, 9 respectivamente. O grupo 1a caracterizou-se por uma área de sedimento de areia fina, baixa temperatura e alta salinidade, incluindo pontos com maior riqueza de

espécies. Vale ressaltar que os resultados do Cluster e MDS mostraram os mesmos grupos nas duas análises.



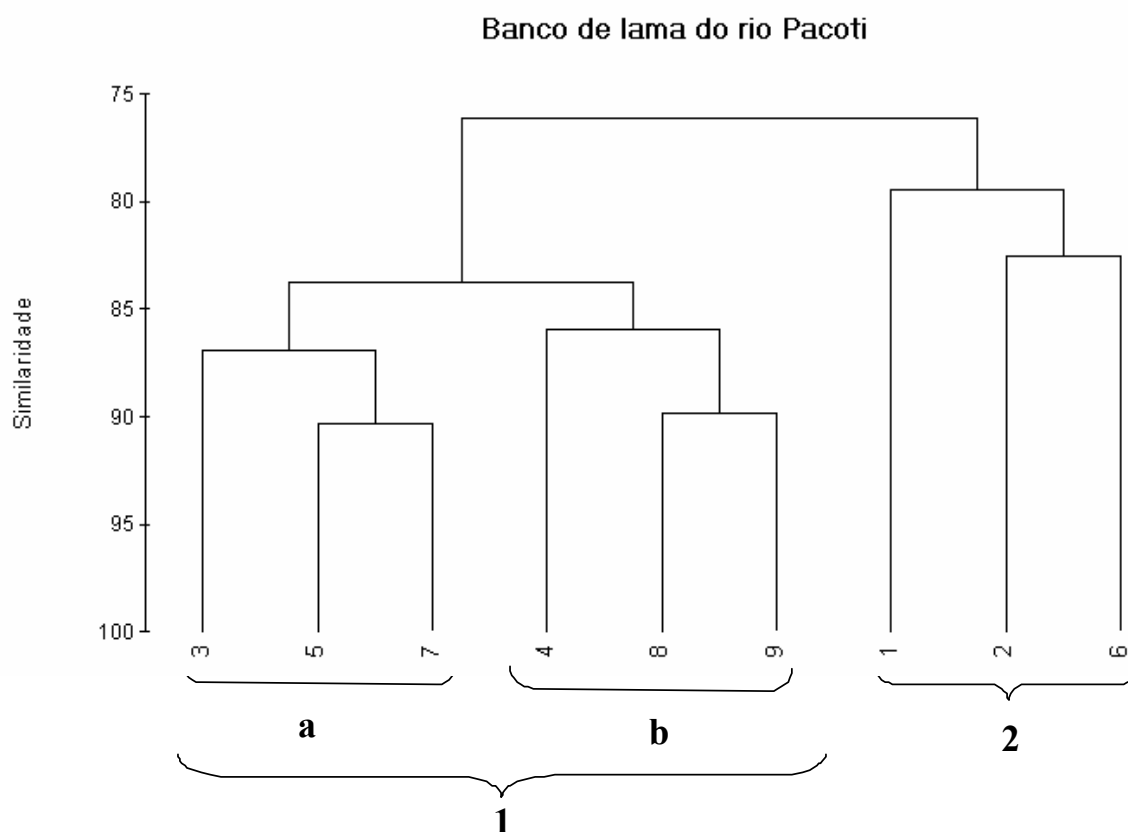
**Figura 17** - Ordenação MDS por amostra da macrofauna bentônica do banco areno-lamoso do estuário do rio Pacoti - CE obtida dos dados de abundância média das espécies coletadas.

De acordo com a análise de SIMPER foi possível reconhecer as principais espécies e sua contribuição para a formação dos grupos. O grupo 1a com 90% de similaridade apresentou como espécies mais representativas os poliquetas *Laeonereis culveri* com 74% de participação, e *Capitella capitata* com 16%, seguido do crustáceo Apseudidae com apenas 4% de participação para a formação do grupo.

O grupo 1b, com 80% de similaridade, reuniu pontos com baixos teores de oxigênio dissolvido e maior valor de temperatura, sendo possível verificar pontos com elevados valores de abundância média, equitabilidade e diversidade. A análise de SIMPER discriminou as espécies *L. culveri* com 63%, crustáceos Apseudidae com 18% e *C. capitata* com 13% de contribuição para a formação do grupo.

O grupo 2 apresentou 85% de semelhança e foi constituído pelos pontos 1, 2 e 6. Este grupo caracterizou-se por uma área de sedimento de areia média a fina, valores altos de cascalho, carbonato de cálcio, finos e matéria orgânica, salinidade,

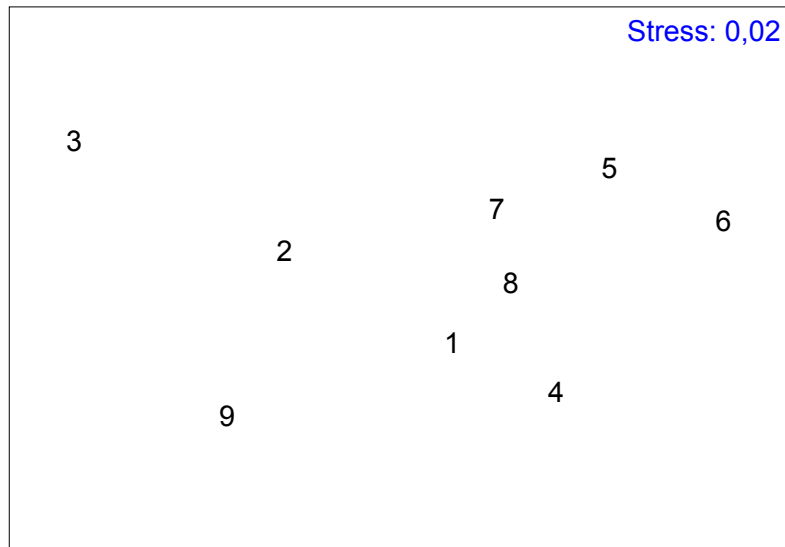
oxigênio e temperatura, e ainda, menor riqueza e diversidade. Nessa área, através da análise de SIMPER, foi possível reconhecer a ocorrência principalmente das espécies *Laonereis culveri* com 84% e *C.capitata* com 12% de contribuição, podendo citar ainda espécies como *Parandalia tricuspis*, *Lumbrinereis curtlobata* e *Parandalia cf. capensis* que ocorreram uma única vez em pontos que constituíram o grupo 2.



**Figura 18** - Resultado da análise de agrupamento utilizando a distância de Bray Curtis, pelo método UPGMA, com os pontos amostrados do banco areno-lamoso do rio Pacoti - CE.

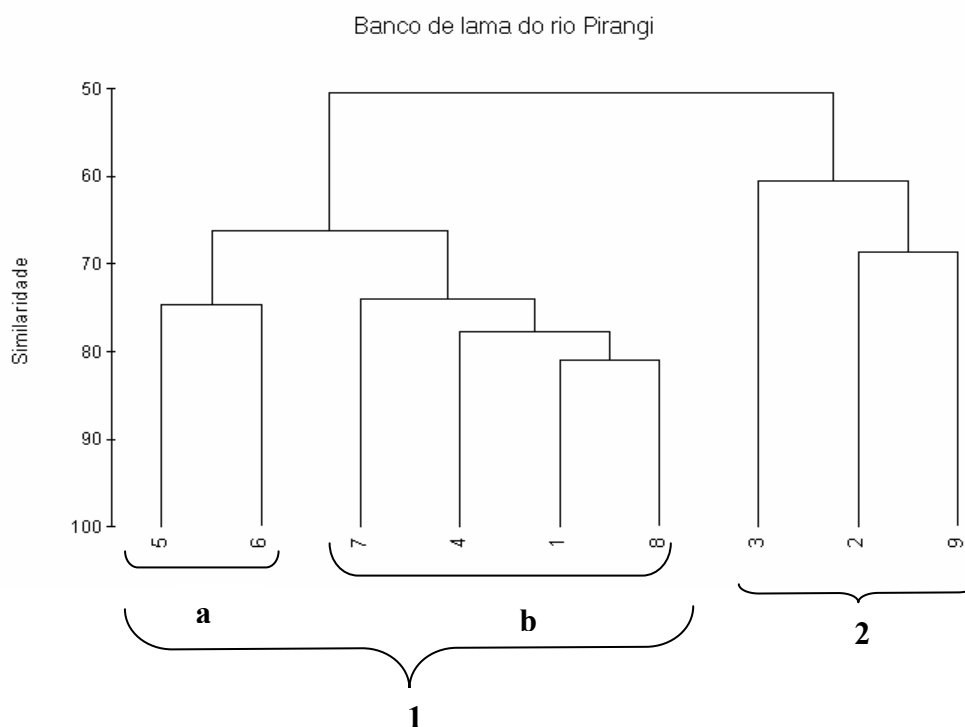
A análise de BIOENV discriminou a seleção do grão, o teor de carbonato de cálcio e teor de matéria orgânica como os fatores abióticos que melhor explicaram a estrutura da macrofauna bentônica do banco areno-lamoso do rio Pacoti ( $r= 0,571$ ).

A análise MDS mostrou uma representação bidimensional aceitável dos agrupamentos, com estresse de 0,02 para as amostras da macrofauna bentônica do banco areno-lamoso do rio Pirangi (Figura 19).



**Figura 19** - Ordenação MDS por amostra da macrofauna bentônica do banco areno-lamoso do estuário do rio Pirangi - CE obtida dos dados de abundância média das espécies coletadas.

A análise de agrupamento apontou 60% de similaridade no banco areno-lamoso do rio Pirangi. Na figura 20 é possível observar a formação de 2 grupos; o grupo 1, dividido em 1a e 1b correspondendo às estações dos pontos 5, 6 e 7, 4, 1, 8 respectivamente, e o grupo 2 correspondendo aos pontos 3, 2, 9. O grupo 1a e 1b apresentaram 85% e 72% de similaridade respectivamente.



**Figura 20** - Resultado da análise de agrupamento utilizando a distância de Bray-Curtis, pelo método UPGMA, com os pontos amostrados do banco areno-lamoso do rio Pirangi - CE.

O grupo 1a reuniu os pontos com maior porcentagem de finos e matéria orgânica e menor valor de oxigênio, e ainda baixa riqueza. As espécies mais representativas do grupo 1a apontadas pela análise de SIMPER, foram *Tagelus plebeius* e *Uca leptodactyla* com 80% e 10% de contribuição respectivamente.

O grupo 1b reuniu grande parte dos pontos e foi caracterizado por uma área com baixos valores de cascalho, finos, matéria orgânica, carbonato de cálcio e temperatura, e, valores mais elevados de salinidade e oxigênio dissolvido. Os principais representantes desse grupo foram *T. plebeius* com 58% de contribuição, seguido de *U. leptodactyla* e *H. similis* com 11% e 10% respectivamente e *A. brasiliiana* e *Polydora* sp com 7% e 5% de participação respectivamente.

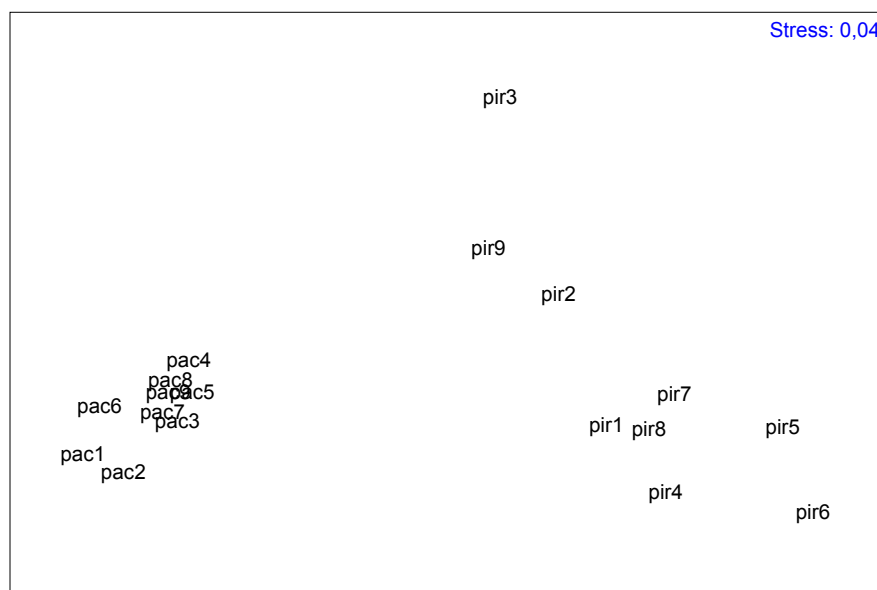
O grupo 2 apresentou 60% de semelhança com uma área caracterizada por altos valores de cascalho, carbonato de cálcio, temperatura e valor menos elevado de salinidade, e ainda, maior abundância média, riqueza, diversidade e equitabilidade. A análise de SIMPER discriminou as espécies de poliquetas *H. similis* contribuindo com 43%, *T. plebeius* com 23%, o molusco bivalve *M. constricta* com

12%, *A. brasiliana* com 9% e *G. multidentis* com 4% de contribuição para a formação do grupo.

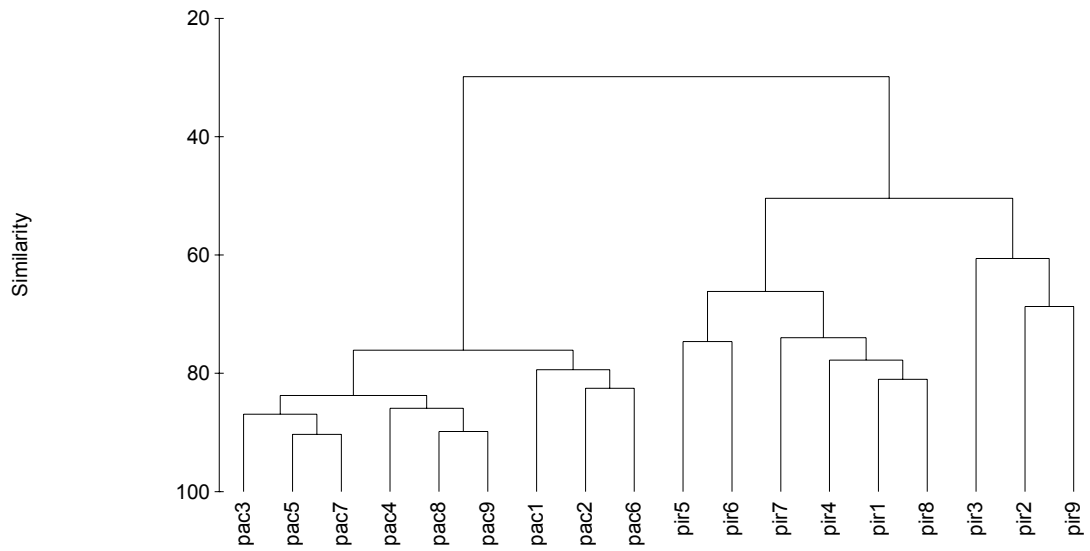
De acordo com a análise de BIOENV, a porcentagem de cascalho e finos foram os fatores abióticos que melhor definiram a estruturação da comunidade bêntica do banco areno-lamoso do rio Pirangi ( $r= 0,407$ ).

Considerando os dois estuários, a análise MDS revelou que as amostras do rio Pirangi mostraram-se mais dispersas quando comparadas com as do rio Pacoti, com estresse de 0,04 (Figura 21).

A análise de agrupamento, considerando o estuário do rio Pacoti e Pirangi revelou dois grupos distintos, o grupo 1 reunindo os nove pontos do Pacoti com 85% de similaridade e o grupo 2 reunindo os nove pontos do Pirangi com 65% similaridades (Figura 22). Os dois grupos formados confirmam a análise feita para cada estuário.



**Figura 21** - Ordenação MDS por amostra da macrofauna bentônica do banco areno-lamoso dos estuários dos rios Pacoti (Pac) e Pirangi (Pir) - CE obtidas dos dados de abundância média das espécies coletadas.



**Figura 22** - Análise de agrupamento da macrofauna bentônica entre os dezoito pontos amostrados dos bancos areno-lamoso dos rios Pacoti e Pirangi - CE.

## 5. DISCUSSÃO

Ainda que os bancos areno-lamosos dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi apresentem características ambientais aparentemente semelhantes, tais como complexidade de habitats, funções ecológicas e posição em relação à desembocadura do rio, os resultados obtidos neste estudo evidenciaram diferenças significativas considerando os fatores bióticos e abióticos avaliados.

Os parâmetros abióticos foram os que melhor refletiram a estrutura espacial da macrofauna bentônica em bancos areno-lamosos. De acordo com Oliveira *et al.* (1988), o caráter granulométrico de um estuário representa um fator essencial na estruturação da comunidade benthica local. Nanami *et al.* (2005) demonstraram uma clara diferença espacial na estrutura das assembléias macrobênticas em relação as variáveis ambientais, em particular, tamanho médio do grão e salinidade de forma independente.

Comparado ao Pirangi, o Pacoti apresentou um sedimento mais grosseiro e pior selecionado, porém com maior densidade da macrofauna bentônica. No entanto, o Pirangi apresentou um menor selecionamento com grãos finos, o que pode ter refletido em uma menor diversidade e abundância da composição da macrofauna bentônica encontrada no presente estudo.

Wolff (1983) *Apud* Rosa-Filho (1997) discutiu a influência de diversos fatores bióticos e abióticos naturais que estariam influenciando as associações de macroinvertebrados bentônicos em ambientes estuarinos do Rio Grande do Sul. Este autor classificou esses efeitos em três níveis: 1) os de efeito global como as características biogeográficas o clima (precipitação, temperatura e ventos, com suas variações sazonais e inter-anuais); 2) os que atuam ao nível de cada um dos estuários, como a gênese, a geomorfologia e a salinidade; 3) e na escala de unidades de hábitat os processos hidrodinâmicos, as características do sedimento, a presença de vegetação macrófita, a competição e a predação. Os efeitos sugeridos por este autor, provavelmente, também explicam as variações na composição, abundância e distribuição espacial da macrofauna observada nos bancos areno-lamosos nos estuários dos rios Pacoti e Pirangi.

Embora processos biológicos, tais como, predação, interação adulto-larva, competição interespecífica, e ainda, distúrbios físicos e biológicos (Faraco e Lana,



2003) tenham sido mostrados como reguladores das assembleias de invertebrados da faixa entremarés, segundo Lana *et al.* (1997), a importância de fatores físicos expressos através de preferências de habitat não pode ser subestimada.

Identificar os fatores e os principais processos que governam o tamanho das populações e a estrutura da comunidade é ainda um grande desafio (Schaffner, 1990). No presente estudo, foi constatado que nas duas áreas estudadas, a macrofauna bentônica apresentou-se estruturada em função dos parâmetros físicos e químicos observados.

No banco areno-lamoso do estuário do rio Pacoti, a riqueza específica da macrofauna apresentou uma forte correlação com o tamanho médio do grão e com os percentuais de silte, areia e matéria orgânica. Tal resultado foi reforçado quando, através do BIOENV, foram discriminados a seleção do grão e os percentuais de carbonato de cálcio e de matéria orgânica como os fatores abióticos mais importantes na estruturação da comunidade macrobentônica. No estuário do rio Pirangi, fatores como a argila e matéria orgânica apresentaram forte correlação com a abundância média dos indivíduos ao longo do banco areno-lamoso, sendo, segundo a análise do BIOENV, a porcentagem de cascalho e finos os fatores abióticos que melhor definiram a estruturação da comunidade bêntica da área estudada. Lana *et al.* (1997) registraram, na baía de Paranaguá, que os menores valores de riqueza e abundância foram nos setores mesoalinos, caracterizados por sedimentos finos e elevados conteúdos de carbono orgânico.

Desta forma, pode-se observar que, em ambos os bancos areno-lamosos, os parâmetros ambientais relacionados com as características físicas do sedimento foram os que mais influenciaram a comunidade biológica, sendo o percentual de matéria orgânica o fator destacado em ambos os estuários. As maiores concentrações de matéria orgânica (6,88% no Pacoti e 7,65% no Pirangi) ocorreram em áreas que havia 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, e Franklin-Junior (2000), em áreas estuarinas da Paraíba. Os resultados de matéria orgânica encontrados no rio Pacoti são semelhantes aos resultados registrados por Bezerra (2005), também realizados neste estuário.

Mochel (1995) apontou a matéria orgânica como fator determinante na disponibilidade de alimento para os organismos do ecossistema e heterogeneidade

do habitat. Fundos com teores mais elevados de silte e argila, geralmente com maior teor de matéria orgânica, tiveram maior abundância de comedores de depósito, pois essas feições favoreceram a forma de alimentação dos organismos (Bemvenuti *et al.*, 1992). Por outro lado, segundo Oliveira e Mochel (1999), em áreas sob intenso impacto de atividades humanas, onde elevados teores de matéria orgânica foram encontrados ao longo de toda área estudada, não foi observada relação com a diversidade dos organismos.

A salinidade da água de percolação não diferiu significativamente entre os dois estuários. As planícies foram caracterizadas como ambientes eurihalinos, por apresentarem faixa de variação de 36 a 40,5 ao longo dos pontos do rio Pacoti e Pirangi. De acordo com Pinheiro (2003), próximo ao litoral, o rio Pirangi torna-se perene e sofre a influência das marés, apresentando um regime de salinidade eurihalino.

De acordo com vários autores (Oliveira *et al.* 1988, Mochel 1995, Irving, 1991, Rosa-Filho, 1997, Oliveira e Mochel, 1999, Ysebaert *et al.*, 2003), a salinidade é um parâmetro essencial na caracterização da comunidade benthica, sendo comum encontrar, segundo Rosa-Filho (1997), um gradiente de ocorrência de espécies tipicamente marinhas em função deste parâmetro. As variações de salinidade parecem influenciar mais na abundância que na composição e distribuição dos organismos (Miranda *et al.*, 1988).

Oliveira *et al.* (1988) observaram que no rio Pacoti as zonas com regime de salinidade eupolialino (>13), apresentaram o maior número de espécies de macroinvertebrados de toda a área amostrada. A ausência de correlações significativas entre a salinidade e os descritores bióticos, no presente estudo, deveu-se provavelmente ao fato de que os bancos arenolamosos estudados estavam situados próximos a desembocadura dos dois rios, correspondendo à zona eupolialina definida por Oliveira *et al.* (1988), não tendo sido avaliadas outras áreas em diferentes zonas do estuário. Variações temporais da macrofauna bentônica nos dois estuários também não foram avaliadas neste estudo, contudo, pelo efeito combinado da maré e da diluição de água salgada pela interferência fluvial, um gradiente se estabelece e se movimenta em ambas as direções do estuário, causando variações marcantes no ambiente, em escala espacial e temporal (Irving, 1991).

O oxigênio dissolvido da água de percolação dos rios Pacoti e Pirangi apresentou valores bastante baixos (0,16 a 1,23 mg/L) ao longo dos bancos em condições de baixamar. O teor de oxigênio dissolvido presente em bancos lamosos é altamente influenciado pelo hidrodinamismo, as características granulométricas do sedimento e a topografia do local, que interagem, permitindo uma maior ou menor oxidação do sedimento (Franklin-Júnior, 2000). Segundo Mattisson e Lindén (1983), em sedimentos com elevado conteúdo orgânico, a atividade microbiana é intensificada, apresentando como consequência o aumento no consumo de oxigênio. No presente estudo, as baixas concentrações de oxigênio dissolvido caracterizaram de forma homogênea os bancos areno-lamosos estudados, não tendo sido observada uma influência direta com as características da macrofauna bentônica nos dois estuários. Estes organismos, segundo Oliveira (1988), foram considerados altamente adaptados à instabilidade do sedimento, ao alto teor de matéria orgânica associada e ao consequente baixo teor de oxigênio dissolvido. Porém Irving (1991) afirmou que em condições de baixas concentrações de oxigênio, ocorre redução na riqueza específica e dominância da fauna por poliquetas de corpo mole.

A temperatura no sedimento apresentou valores típicos de regiões estuarinas, porém foram diferentes significativamente entre os estuários. Os valores máximos registrados foram de 34°C e 32,2°C no rio Pacoti e Pirangi respectivamente. Segundo Carvalho (2004), as diferenças de temperatura, bem como a salinidade, possivelmente são influenciadas pelos diferentes horários de coleta, e refletem possíveis variações na insolação e influência de maré enchente. Neste estudo, as amostragens nos dois estuários foram realizadas em dias seguidos e no mesmo horário, a fim de minimizar esta possível variabilidade, entretanto este efeito, bem como a variação natural que possivelmente pode ocorrer devem ser considerados.

Outro fator de extrema importância na elevação da temperatura no sedimento é o tempo de exposição e a quantidade de água retida durante a maré baixa. Tanto o grau de umidade do sedimento, como a dessecação, são fatores importantes na distribuição de indivíduos que vivem em regiões entremarés. Porém, Newell (1979) afirmou que investigações sistemáticas sobre tolerância da macrofauna bentônica à dessecação em relação à posição sazonal são muito escassas. No presente estudo, não foi mensurado a umidade do sedimento, mas possivelmente este fator pode ter influenciado na biota das áreas estudadas, principalmente do banco areno-lamoso

do rio Pacoti, uma vez que este se encontrava coberto por algas filamentosas, o que proporcionou maior retenção de água e conseqüente favorecimento do habitat aos organismos. Segundo Rosa-Filho (1997), uma temperatura mais alta e menor oxigênio dissolvido podem ser conseqüências da cobertura de algas.

As porcentagens de areia e finos diferiram significativamente entre os estuários. A composição granulométrica do sedimento do rio Pacoti foi caracterizada por areia fina com exceção do ponto 1 constituído por areia média. Estes resultados corroboram com o trabalho de Bezerra (2005) realizado no estuário do rio Pacoti. Os sedimentos constituídos por areia fina e muito fina encontrados nos rios Pacoti e Pirangi, respectivamente, são característicos de planícies flúvio-marinhas que se formam entre o mangue e o estuário sofrendo forte influência marinha e continental.

Bemvenuti *et al* (1992) destacaram que nessas regiões o hidrodinamismo é baixo, ocorrendo então, o assentamento das partículas mais finas, pois a elevada hidrodinâmica instabiliza o substrato e impede a deposição das frações mais finas do sedimento, limitando o assentamento e a permanência da maioria dos componentes da macrofauna bentônica. Pinheiro (2003), estudando o comportamento hidrodinâmico e sedimentológico do rio Pirangi, afirmou que o fundo do rio é constituído de areia muito grossa a silte e o material mais fino, classificado como silte, está associado à região próxima ao porto de pescadores, onde sua precipitação é justificada pela baixa profundidade e energia do meio.

Segundo Oliveira *et al.* (1988), nas regiões com sedimentos mistos ou lodosos, caracterizados por alto teor de matéria orgânica, normalmente encontram-se crustáceos tanaidáceos e moluscos telinídeos. Da mesma forma, no presente estudo, foi observada altas densidades de tanaidáceos da família Apseudidae no rio Pacoti, principalmente nos pontos onde a proporção de areia fina foi mais elevada. No banco areno-lamoso do estuário do rio Pirangi, pontos com um predomínio de sedimento caracterizado por areia muito fina, os moluscos bivalves da espécie *Tagelus plebeius* foram mais abundantes.

As relações entre a distribuição dos bentos e as variáveis sedimentológicas tem sido discutidas por muitos autores (Reise, 1985; McCall e Tevesz, 1982; Ishikawa, 1989; Alongi e Christoffersen, 1992). Gray (1981) sugeriu que a composição granulométrica condiciona a ocupação por diferentes organismos, porém, segundo Lana (1982), análises granulométricas podem mascarar a complexidade real do ambiente, uma vez que, atividades biológicas como

escavação, construção de tubos e galerias e processos de alimentação podem alterar a porosidade, capacidade de retenção de água, coesão e compactação dos sedimentos. Nanami *et al.* (2005) observaram o distúrbio no sedimento causado por poliquetas da família Nereididae durante a atividade de procura por alimento. Assim, estruturas biogênicas atuam na distribuição espacial das espécies da macrofauna bentônica, não apenas diretamente, oferecendo refúgio contra distúrbios, disponibilizando alimento ou aumentando a área disponível para colonização, mas também indiretamente, modificando a composição físico-química do substrato (Franklin-Junior, 2000).

No presente estudo, grande parte das espécies encontradas nos bancos areno-lamosos é de organismos formadores de galerias. A espécie *L. culveri* é tipicamente tubícula, podendo habitar buracos quitinosos em substrato de lama, e ainda, formar bancos extensos com densidade populacional atingindo 203 animais/m<sup>2</sup> (Klesh, 1970). Além das diferenças granulométricas, outros fatores direta ou indiretamente podem afetar as associações faunísticas em comunidades de fundos de lama. Segundo Brasil e Silva (2000), a colonização de sedimentos por alguns organismos pode trazer mudanças vantajosas ou não para algumas espécies, por exemplo, em sedimentos com matéria orgânica elevada e baixo conteúdo de oxigênio, a presença de indivíduos que produzem galerias permite a circulação de água através do sedimento, assim tal fenômeno promove a colonização de outras espécies no sedimento e influenciam na associação faunística das comunidades de fundo mole.

Nos dois estuários estudados, foi evidenciada diferença nos valores de CaCO<sub>3</sub>, e cascalho no sedimento. Estes parâmetros estão fortemente correlacionados, uma vez que a maior parte do cascalho observado constituiu-se de fragmentos de conchas de moluscos no rio Pirangi e restos de troncos no rio Pacoti. Esses resultados concordam com aqueles obtidos por Pinheiro (2003) também no estuário do rio Pirangi, tendo este autor atribuído o carbono orgânico observado proveniente do cascalho biodetrítico (conchas) presente na área. No estuário do Pacoti, Oliveira *et al.* (1988) encontrou conchas de moluscos na margem do banco de areia que emergem durante a maré baixa, porém no presente trabalho pode-se observar que restos de troncos foram o maior responsável pela composição do cascalho encontrado nesta área.

A partir dos resultados biológicos obtidos é possível afirmar que a composição em termos de grandes grupos taxonômicos dos bancos areno-lamosos dos estuários do rio Pacoti e Pirangi é semelhante, porém a proporção e distribuição foram diferentes. No Pacoti, os poliquetas, moluscos e crustáceos compareceram com 88%, 11% e 1% respectivamente, ao passo que no Pirangi os moluscos se sobressaíram com 57%, seguido de poliquetas com 31% e crustáceos com 12%. Oliveira *et al.* (1988) já haviam destacado no estuário do rio Pacoti, a ocorrência destes três grupos taxonômicos, moluscos, poliquetas e crustáceos. Em estudos sobre endofauna de planícies lamosas entremarés, Oliveira e Mochel (1999) registraram a mesma taxocenose, porém com valores de dominância de 72% de poliquetas, 15% de crustáceos e 8% moluscos bivalves. Vale ressaltar que no presente estudo, foi registrado pela primeira vez a macrofauna bentônica do estuário de rio Pirangi.

A dominância dos poliquetas em áreas estuarinas é fato comum na maior parte dos trabalhos de caracterização de macrofauna bentônica (Couto *et al.*, 1995, Franklin-Junior, 2000; Dittman, 2000; Faraco e Lana, 2003; French *et al.*, 2004, Sampaio, 2004). No presente trabalho, somente o banco areno-lamoso do estuário do rio Pacoti foi dominado por poliquetas.

Segundo Reise (1985), os poliquetas estão entre os organismos bentônicos que ocorrem com maior frequência e abundância, tendo seus limites de distribuição em função das mudanças nas condições físicas, estabilidade e composição do sedimento. Este padrão também é afetado pelo clima e pela geomorfologia do local, que constituem a matriz ambiental dos bancos areno-lamoso. Sampaio (2004) comparou a macrofauna em bosques de mangues do Pará, norte do Brasil, e observou uma dominância dos poliquetas com 72% do total dos invertebrados coletados. Ele afirmou que a maior participação desse grupo em áreas de manguezais parece estar relacionada às condições locais de mobilidade e alimentação.

As feições abióticas contribuíram significativamente para os resultados encontrados no rio Pacoti. Durante a coleta, a área estava coberta por uma camada de algas filamentosas, e ainda uma fina lâmina d'água, minimizando assim os efeitos causados pelo aumento da temperatura e da dessecação, e ainda, favorecendo a mobilidade dos organismos infaunais. De acordo com Sampaio

(2004), épocas com menor taxa de evaporação de água do sedimento facilitam a locomoção dos indivíduos.

Área com substrato abrigado permite maior estabilidade ambiental, proporcionando condições mais favoráveis para o estabelecimento e manutenção das populações bentônicas (Wijnsma *et al.*, 1998). Isso pode ter contribuído para maiores densidades de indivíduos, principalmente poliquetas, encontrados ao longo dos pontos do rio Pacoti. Wijnsma *et al.* (1998) relataram que um elevado número de espécies pode ser em parte explicado pela ocorrência de uma variedade de habitat, diferindo no sedimento, salinidade ou cobertura por gramíneas, cada habitat ocupado por diferentes espécies.

Dentre os poliquetas, as espécies *Laeonereis culveri* e *Capitella capitata* foram as mais representativas do grupo no banco arenolamoso do rio Pacoti, contabilizando respectivamente 68% e 14% do total de organismos da macrofauna. Estas espécies são comumente encontradas com larga escala em áreas estuarinas (Netto e Lana, 1994).

A família Nereididae é uma das mais conhecidas e com maior número de espécies descritas entre os poliquetas, com cerca de 46 espécies registradas ao longo da costa brasileira (Santos e Lana, 2001, 2003). Santos *et al.* (1994) registraram a presença do gênero no estuário da costa de Sergipe. No presente trabalho, foi encontrada apenas uma espécie dessa família nos bancos arenolamosos dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi, costa leste do Ceará. No Pacoti a espécie *L. culveri*, apresentou densidade (10423 ind./m<sup>2</sup>) superior a qualquer outra espécie encontrada nos dois estuários estudados.

Segundo Klesh (1970), *L. culveri* é uma espécie que possui um importante papel na teia trófica de áreas estuarinas altamente produtivas. No presente trabalho, esta foi a mais representativa da poliquetofauna contabilizando 77% do total das espécies de poliquetas e 68% considerando o total de invertebrados da macroinfauna do rio Pacoti. Isso pode estar relacionado às condições que essa espécie tem em responder ao estresse ambiental provocado pelas baixas concentrações de oxigênio dissolvido, elevadas taxas de temperatura e salinidade encontradas na área estudada. Pinto (2003), pesquisando as perturbações biológicas e antrópicas sobre as associações de meio e macrofauna em regiões estuarinas, observou que em áreas próximas a efluentes aumentava significativamente a dominância de poliquetas da espécie *Laeonereis acuta* (= *L.*

*culveri*), organismos menos seletivos, os quais se comportam como oportunistas, em consequência do enriquecimento orgânico.

As espécies da família Capitellidae estão entre os poliquetas mais comumente encontrados em sedimentos inconsolidados e são tolerantes a uma larga taxa de variação de temperatura e salinidade (Blake, 2000). Segundo Irving (1991), uma redução ocasional da tensão de oxigênio dissolvido estimula o incremento populacional das espécies oportunistas como, *Capitella capitata*, em detrimento de espécies menos resistentes. No presente estudo, esta espécie foi encontrada em altas densidades em regiões pobres em oxigênio, ocorrendo como segunda espécie mais abundante no banco areno-lamoso do rio Pacoti. Nos ambientes estuarinos, *Capitella capitata* foi uma das primeiras espécies designada como “indicador de poluição”, devido a sua dominância em ambientes de sedimentos ricos em matéria orgânica e com altas taxas de distúrbios ou estresse (Blake, 2000).

No estuário do rio Pirangi, os poliquetas se destacaram como segundo grupo mais abundante, representando 31% do total de organismos. As espécies comedoras de depósito *Heteromastus similis* e *Sigambra grubei* foram as mais abundantes deste grupo. Netto e Lana (1994) também encontraram estas espécies no sudeste do Brasil quando realizavam trabalhos sobre estrutura da fauna bêntica em relação ao distúrbio do sedimento. Brasil e Silva (2000), estudando a distribuição de poliquetas em fundo de lama, encontraram *Sigambra grubei* em setores de sedimento fino, corroborando com o presente trabalho, no qual também foi observada a ocorrência desta espécie em sedimento muito fino.

Embora os poliquetas estejam entre os organismos bentônicos que ocorrem com maior frequência e abundância, de acordo com Alves *et al.* (2003), os moluscos representam uma parcela expressiva das comunidades bênticas de substratos inconsolidados, tanto como organismos epifaunais quanto infaunais. As espécies constituintes do grupo dos moluscos encontradas no presente estudo, foram exatamente as mesmas nos dois estuários. No entanto, no banco areno-lamoso do rio Pirangi, o grupo dominou a área, tendo como principais representantes *Tagelus plebeius* e *Anomalocardia brasilliana*. Estes bivalves foram encontrados habitando em áreas onde ocorre a presença de areia muito fina.

Segundo Boffi (1979), a espécie *Tagelus plebeius* habita planícies de maré com sedimento silto-arenoso com hábitos suspensívoros e pode viver em buracos



com 70 cm de profundidade. Este autor confirmou também que *Anomalocardia brasiliiana* é uma espécie filtradora e escavadora, típica de zona entremarés de fundos areno-lamosos. E ainda, vive enterrando-se a pequenas profundidades, apresentando grande resistência à deficiência de oxigênio, e tolera uma temperatura de até 42°C (Schaeffer, 1990). Essas características permitem a essas espécies adaptarem-se aos bancos areno-lamosos estudados.

A composição de moluscos foi semelhante aos resultados obtidos por Franklin-Júnior (2000), que ao analisar a macrofauna bentônica de regiões entremarés de bancos de lama do estuário do rio Mamanguape, encontrou como segunda espécie mais abundante *Anomalocardia brasiliiana* e observou que altas porcentagens de areia de frações finas do sedimento podem favorecer o crescimento da espécie. Este autor atribuiu o fato a maior quantidade de água e matéria orgânica retida pelo tipo de sedimento. A presença do molusco no presente estudo pode estar relacionada com o tipo de substrato encontrado nas áreas de estudo. Purchon (1968) e Capitoli *et. al.* (1978) observaram uma queda na abundância dos moluscos com o aumento do grão do substrato.

Considerando as características das comunidades de macroinvertebrados bentônicos dos dois bancos areno-lamosos, o estuário do rio Pirangi mostrou-se mais rico, diverso e equitativo. Já na área do rio Pacoti, apenas os resultados de abundância foram mais elevados, possivelmente devido às altas densidades dos poliquetas, principalmente da espécie *Laeonereis culveri* encontrada nesta área. A grande dominância de poliquetas refletiu na redução dos valores de equitabilidade e, por conseguinte, da diversidade. Este resultado concorda com Couto *et al.* (1995), que destacaram que os valores de diversidade são tipicamente afetados pelos padrões de dominância numérica da fauna local e apenas secundariamente pela riqueza de espécies. Alguns autores sugerem que a diversidade das espécies diminui quando os organismos são expostos a vários estresses físicos, ou seja, características definidas como baixa diversidade em ambientes tropicais entremarés, está relacionada ao estresse natural ao qual a zona está submetida (Alongi, 1989; Martin *et al.*, 1993).

De acordo com Rosa-Filho (1997), um grande número de fatores tem sido citado como controladores da distribuição espacial e temporal da abundância e diversidade dos organismos bentônicos em estuários. Os valores máximos dos índices de diversidade no rio Pacoti e Pirangi, foram mais elevados que os

encontrados por Oliveira e Mochel (1999) em estuários do Maranhão, inferiores aos de Couto *et al.*, (1995) no Saco do Limoeiro, Paraná e semelhantes ao trabalho de Wijnsma *et al.*, (1998) em Maurîtânia, na África. Porém, Mochel (1995), estudando a endofauna do manguezal de Coroa Grande no Rio de Janeiro, considerou índices de diversidade altos, aqueles com valores próximos a 3,5.

O tempo de existência e as características geomorfológicas dos ambientes estuarinos podem explicar, em muitos casos, as diferenças no número de espécies e na densidade dos organismos entre ambientes. E ainda, a dinâmica da macrofauna bentônica está relacionada com a organização temporal dos diversos estilos de associações, em função de flutuações nos recrutamentos, na abundância dos organismos ou da eficiência na recolonização do substrato após perturbações naturais ou artificiais (Bemvenuti e Rosa-Filho, 1999). Estes autores acreditam que o ambiente possui possibilidades de alimento e abrigo abundantes para que seja possível a coexistência de espécies competidoras em um mesmo hábitat.

A similaridade é uma ferramenta importante para discriminar comunidades faunísticas (Oliveira e Mochel, 1999). De acordo com os resultados, foi possível entender a distribuição das espécies em função dos parâmetros abióticos. O banco arenolamoso do rio Pacoti apresentou alta similaridade entre os pontos. Embora na área tenham sido reconhecidos dois grupos distintos, estes apresentaram alto grau de semelhança, refletindo um banco arenolamoso altamente homogêneo, podendo ser observado ainda, que as espécies se distribuíram em função das características granulométricas e da água de percolação. Logo, observa-se o estabelecimento de assembléias de endofauna bem definidas neste estuário. Na área do Pacoti as espécies que mais influenciaram a estruturação da macrofauna bentônica foram os poliquetas *L. culveri*, *C. capitata* e o crustáceo Apseudidae.

Ao contrário, o rio Pirangi apresentou similaridade inferior ao rio Pacoti, neste caso a baixa similaridade entre os pontos reflete a ausência de comunidades específicas, além de um ambiente mais heterogêneo. Porém, as espécies que mais influenciaram a estruturação da macrofauna bentônica foram *T. plebeius*, *U. leptodactyla* e *H. similis*.

Segundo Netto e Lana (1994), a distribuição e abundância da fauna bêmica estão frequentemente interligadas com a heterogeneidade do habitat em que vivem. Considerando vários padrões ambientais, como tipo de sedimento, existe uma

heterogeneidade espacial em várias escalas, formando assim, um mosaico de manchas (Morrissey *et al.*, 1992).

Quando se comparou os dois estuários, tanto no MDS quanto na análise de agrupamento, foi possível observar quão diferentes são as duas áreas. As espécies parecem estar distribuídas de forma mais dispersas ao longo da área do Pirangi, ao passo que no rio Pacoti a distribuição apresentou-se bem uniforme, não havendo assim, uma distribuição em manchas.

A discrepância comprovada entre os fatores abióticos dos dois bancos, naturalmente refletiu uma distribuição espacial da assembléia de macroinvertebrados diferente nas duas áreas.

## 6. CONCLUSÕES

- Os bancos arenolamosos dos estuários dos rios Pacoti e Pirangi apresentam características ambientais aparentemente semelhantes, tais como complexidade de habitats, funções ecológicas e posição em relação à desembocadura do rio, porém os resultados obtidos neste estudo evidenciaram diferenças significativas, considerando os fatores bióticos e abióticos avaliados.
- A seleção do grão e os percentuais de carbonato de cálcio e de matéria orgânica foram os fatores abióticos mais importantes na estruturação da comunidade macrobentônica do banco arenolamoso do rio Pacoti. E, a porcentagem de cascalho e finos foram os fatores abióticos que melhor definiram a estruturação da comunidade benthica da área estudada do rio Pirangi.
- No estuário do rio Pacoti as espécies que mais influenciaram a estruturação da macrofauna bentônica foram os poliquetas *Laeonereis culveri*, *Capitella capitata* e o crustáceo Apseudidae. No estuário do Pirangi as espécies que mais contribuíram para a estruturação da macrofauna bentônica foram *Tagelus plebeius*, *Uca leptodactyla* e *Heteromastus similis*.
- A composição em termos de grandes grupos taxonômicos do banco arenolamoso do estuário do rio Pacoti e Pirangi é semelhante, porém a proporção e distribuição são diferentes.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Alongi, D. M. Ecology of tropical soft-bottom benthos benthic ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Ver.*, v. 28, p. 381-496, 1990.
- Alongi, D. M. Ecology of tropical soft-bottom benthos: a review with emphasis on energy concepts. *Rev. Biol. Trop.*, v. 37, n.1, p. 85-100. 1989
- 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. *Marine Ecology Progress Series*. v. 81, p. 229-245, 1992.
- Alves, R., Boehs G., Blankenstein A., e Sabry. Moluscos bêmicos de substratos inconsolidados do infralitoral da Baía Norte, Ilha de Santa Catarina SC, Brasil. *Resumos... do XVIII Encontro Brasileiro de Malacologia*, p. 220, Rio de Janeiro, 2003.
- Amaral, A. C. Z., Migoto A. E. Importância dos anelídeos poliquetas na alimentação da macrofauna demersal e epibentônica da região de Ubatuba. *Bolm Inst. Oceanogr.*, S. Paulo, v.29, p. 31-35, 1980.
- Bemvenuti, C. E., Rosa-Filho, J. S. Diagnóstico sobre macroinvertebrados bentônicos do Rio Grande do Sul. BDT. MMA. 2000. <http://www.bdt.org.br/workshop/costa/macroinvert>. (Acesso 19/01/2006).
- Bemvenuti, C. E. *Interações Biológicas da Macrofauna Bentônica numa enseada estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil*. Tese de doutorado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 1992.
- Bezerra, L. E. A. *Distribuição espacial e Aspectos Populacionais de caranguejos do gênero Uca Leach, 1814 (Crustácea: decapoda) no Manguezal do Rio Pacoti (Aquiraz-CE)*. Dissertação de mestrado em Ciências Marinhas Tropicais, 2005.
- Bezerra, L. E. A. Influência de fatores abióticos e da vegetação na distribuição do caranguejo *Uca maracoani* (Latreille, 1802) Brachyura: Ocypodidae, nos estuários dos rios Pacoti e Ceará (CE- Brasil). *Anais...VI Congresso de Ecologia do Brasil*. Anais de trabalhos completos. Claudino-Sales, V.; Tonini, I. M.; Dantas, E.W.C. eds. p. 351-353, 2003.
- Bezerra, L. J. C. *Caracterização sedimentológica dos tabuleiros pré-litorâneos do estado do Ceará*. Monografia do curso de geologia da Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geologia. Fortaleza, 2006.

- 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 California. 2000.
- Boffi, A. V. *Moluscos brasileiros de interesse médico e Econômico*. HUCITEC, São Paulo, 182p. 1979.
- Brasil, A. C. S.; Silva, S. H. G. Spatial Distribution of polychaeta in a soft-bottom community at Saco do Céu, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil. *Bulletin of Marine Science*, v. 67, n.1, p. 103-112, 2000.
- Capitoli, R. R.; Bemvenuti, C. E.; Gianuca, N. M. *Estudos de Ecologia Bêntica na região estuarial da Lagoa dos Patos*. Base Oceanográfica Atlântica, Rio Grande, RS, Brasil, 1978.
- Carvalho, P. V. V. C., *O Macrozoobentos na Avaliação da Qualidade Ambiental de Áreas Estuarinas no Litoral Norte de Pernambuco-Brasil*. Dissertação de mestrado da Universidade Federal de Pernambuco - Centro de Ciências Biológicas. Mestrado em Biologia Animal. Recife, 2004.
- Cintrón G.; Novelli Y. S. *Introducción a la ecología del manglar*. UNESCO, 109p. 1983.
- Clarke, K. R. e Warwick, R. M. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. Plymouth Marine Laboratory, p. 91, 1994.
- Couto, E. C. G.; Almeida, M. V. O.; Lana, P. C. Diversidade e distribuição da macrofauna bêntica do Saco do Limoeiro Ilha do Mel, Paraná - Outono de 1990. *Publção esp. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, v. 11, p. 239-247, 1995.
- Dittman, S. Zonation of benthic communities in a tropical tidal flat of north-east Austrália. *Zentrum für Marine Tropenökologie*, Bremen, 2000.
- Dominguez J. M. L.; Martin, L; Bettencourt A. C. S. *A Costa do Descobrimento, BA geologia vista das caravelas*, 233pp., 2002.
- 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.
- Field, J. G.; Clarke, K. R.; Warwick, R. M. A Practical Strategy for Analysing Multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog., Ser.*, v. 8, p. 37-52, 1982.

- Flint, R. W. Kalke, R. D. Biological enhancement of estuarine benthic community structure. *Marine ecology*. v. 31, p. 23-33, 1986.
- Flynn. M. N., Wakabara Y., Tararam A. S. Macrobenthic Associations of the Lower and Upper Marshes of a Tidal Flat Colonized By *Spartina Alterniflora* in Cananea Lagoon Estuarine Region (Southeastern Brazil). *Bulletin of Marine Science*, v. 63 (2) p. 427-442, 1998.
- Franklin-Júnior, W. *Macrofauna Bentônica da Região entremarés de bancos arenolamosos em um estuário Tropical: Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil*. Dissertação (Mestrado do 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. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. p. 173-183, 2004.
- Gorayeb, A.; Silva, E. V.; Meireles, A. J. A. Meio Ambiente e condições de sustentabilidade da planície fluvio-marinha do Rio Pacoti - Ceará - Brasil. *Geoambiente - Revista eletrônica do curso de Geografia do Campus avançado de Jataí-GO*, Jataí - GO, v. 2, n. 1, p. 1-17, 2004.
- Gray, J. S. *The ecology Marine Sediments*. Cambridge University Press, Cambridge, 185p., 1981.
- Gray, J. S. Why do Ecological Monitoring? *Mar Poll, Bull.*, v. 11 p. 62-65, 1980.
- Heck-Júnior, K. L.; Able, K. W.; Roman, C. T.; Fahay, M. P. Composition, abundance, biomass and production of macrofauna in a New England Estuary: Comparisons Among Eelgrass Meadows and other nurse habitats. *Estuaries* v. 18, n. 2, p. 379-389, 1995.
- Irving, M. A. *Estrutura da Macrofauna benthica da Zona Entremarés de Serpetiba (Rio de Janeiro - Brasil): Aspectos Descritivos e Metodológicos*. Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de doutor em ciências. 178p, São Paulo, 1991.
- Ishikawa, K. Relationship between bottom characteristics and benthic organisms in the shallow water of Oppa Bay, Miyagi. *Marine Biology*, v. 102, p. 265-273, 1989.
- Jiménez C., Springer M. *Ciencias del Estragar y Limnología de Centro de Investigación (CIMAR)*. Universidad de Costa Rica, San Pedro. Costa Rica. 1995

- Jonoy J., Viéitez J. M. *Macrozoobenthic Community structure in the Ría de Foz , an intertidal Estuary (Galicia , Northwest Spain)*. Madrid, Spain, July, 1990.
- Kjerfve, B. Lacerda, L.D. Diop, H.S. *Mangrove Ecosystem Studies in Latin América and África*. United Nations Educational, 349p. Paris,1997.
- Klesh W. L. The reproductive biology and larval development of *Laeonereis culveri* Webster (Polychaeta; Nereididae). *Contribution in Marine Science*, v. 15, 1970.
- Lacerda L. D. D. L.; Sena. *Estimativa de cargas de Nitrogênio, Fósforo e metais pesado de Interesse ambiental para as bacias inferiores do litoral do estado do Ceará*. Zoneamento Ecológico econômico (ZEE) da Zona Costeira do Estado do Ceará Fortaleza 2005.
- Lana, P. C. M; Couto, E. C. G.; Almeida, M. V. O. Polychaete distribution and abundance in intertidal flats of Paranaguá Bay (SE Brazil). *Bull. Mar. Sci.*, v. 60, n. 2, p. 433-442, 1997.
- Lana, P. da C. Um novo índice para avaliar a heterogeneidade de sedimentos não consolidados. *Arq. Biol. Tecnol.*, v. 25, n.3/4, p.357-360, 1982.
- Martin, D., Ballesteros, E. G. J. M., & Palacín C. Small-scale Structure of infaunal Polychaete Communities in an Estuarine Environment: Methodological Approach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 36, p. 47-58, 1993.
- Mattisson, J.; Linden, O. Benthic macrofauna succession under mussels, *Mytilus edulis* L. (Bivalvia, cultures on hanging long-lines. *Sarsia* , v. 68, p.97-102, 1983)
- Maurer D., Vargas, J. A. Diversity of soft-bottom benthos in a tropical estuary: Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Marine Biology*, v. 81, p. 97-106, 1984.
- McCall, P. L., Tevesz, M. J. S. *Animal –Sediment Relations. The Biogenic Alteration of Sediments*. v. 2, 336p., 1982.
- Miranda, L. B.; Castro, B. M., Kjerfve, B. *Princípios de Oceanografia Física de Estuários*. São Paulo, EDUSP, 424 p. 2002.
- Miranda, P. T. C., Gurgel, F. F. G., Liberato, M. A. F., Oliveira, M. T., Arruda, T. L. B. Comunidades bentônicas em raízes de *Rhizophora mangle* Linnaeus, no manguezal do rio Ceará (Ceará-Brasil). *Arq., Ciên. Mar*, v. 27, p. 101-110, Fortaleza, 1988.
- Mochel, F. R., Oliveira, V. M. Macroendofauna bêntica de substratos móveis de um manguezal sob impacto das atividades humanas no sudoeste da Ilha de São Luís,



- Maranhão, Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, São Luís, v. 12, n. 1, p. 75-93, 1999.
- Mochel, F. R. *Endofauna do manguezal*. São Luís: Editora da Universidade Federal do Maranhão. 120p., 1995.
- Monteiro, U. H. L. *Estudos das áreas de mangue entre os estados Piauí e Pernambuco com um enfoque para o estado do Ceará nos anos de 1978 e 1999/2004 utilizando sensoriamento remoto*. Dissertação de mestrado em Ciências Marinhas tropicais da Universidade Federal do Ceará – Instituto de Ciências do Mar, 99p. Fortaleza, 2005.
- Morrisey, D. J., Howitt, L., Underwood, A. J., Stark, J. S. Spatial Variation in soft-sediment benthos. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* v. 81 p. 197-204, 1992.
- Nanami, A., Saito, H., Akita, H., Motomatsu, K, Kuwahara, H. Spatial distribution and assemblage structure of macrobenthic invertebrates in a brackish variables. *Estuarine Coastal and Shelf Science* v. 63, p. 167-176, 2005.
- Netto, S. A., Lana, P. C. Effects of sediment disturbance on the structure of benthic fauna in a subtropical tidal creek of southeastern Brazil. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* v., 106 p. 239-247, 1994.
- Newell, R. C. *Biology of intertidal animals*. Marine Ecology surveys, ed. 3, 781p., 1979.
- Odum, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara, 439p, 1986.
- Odum, E. P. *Fundamentos da Ecologia*. Fundação Calouste Gulbenkian, 2º ed. 595p, 1959.
- Oliveira, A. M. E.; Irving, M. A.; Lima, H. H. Aspectos bioecológicos do estuário do Rio Pacoti, Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 27, p. 91-100, 1988.
- Oliveira, V. M., Mochel, F. R. Macroendofauna bêmica de substrato móveis de um manguezal sob impacto das atividades humanas no sudoeste da Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. Depto de Oceanografia e Limnologia. Bol. Lab. Hidrobiol., v. 12 p. 75-93. 1999.
- Pinheiro, D. R. *Análise do comportamento hidrodinâmico e sedimentológico do Estuário do Rio Pirangi-CE (NE/BRASIL)*. Dissertação de Mestrado em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em geociências, Porto Alegre, 2003.

- Pinto T. K. O. *Perturbações biológicas e antrópicas sobre as associações de meio e macrofauna em regiões estuarinas da Lagoa dos Patos - RS*. Tese de Doutorado em Oceanografia Biológica, Fundação Universidade Federal do Rio Grande. 2003.
- Purchon, R. D. *The Biology of the Mollusca*. Pergamon Press Ltd. 1° Ed. 560p. 1968.
- Putman R. J. *Community Ecology*. Chapman & Hall. p. 175. London, 1994.
- Reise, K. *Tidal Flat Ecology. An Experimental Approach to Species Interactions*. Springer-Verlag. 191 p. 1985.
- Rosa Filho, J. S. *Caracterização das Associações de Macroinvertebrados de Fundos Moles dos Estuários do Rio Grande do Sul (Brasil). Situação de verão*. Dissertação de mestrado em Oceanografia Biológica da Universidade de Rio Grande, 1997.
- 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, 84p., 2004.
- Santos C. S. G., Lana, P. C. Nereididae (Polychaeta) da costa nordeste do Brasil. III. Gênero *Ceratonereis* e *Nereis*. *Iheringia, Ser. Zool.* Porto Alegre, v. 93, n. 1, p. 5-22, 2003.
- Santos, M. A., C. S. G., Oliveira, C. M. M. Polychaeta in estuary of the Piauí River, Sergipe, Brazil. *Mém. Mus. Natn. Hist. nat.*, Paris, v. 162, p. 541-547, 1994.
- Schaffner L. C. Small-scale organism distributions and patterns of species diversity: evidence for positive interactions in a benthic community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* v. 61 p. 107-117, 1990.
- Schmiegelow. J. M. M. *O Planeta Azul: Uma introdução às ciências marinhas*. 202p. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.
- Soares-Gomes, A. Paiva, P. C., Sumida P. Y. G. Bentos de Sedimentos não-consolidados. In: Pereira, R.C. & Soares-Gomes, A. *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro: Interciência, Cap. 7, p. 127-146, 2002.
- Tita G., Desrosiers, Vincx M., Nozais C. Predation and sediment disturbance effects of the intertidal polychaete *Nereis virens* (Sars) on associated meiofaunal assemblages. *Journal of experimental marine biology and ecology*. v. 243 p. 261-282, 2000.

- Wijnsma, G., Wolff W. J., Meijboom, A., Duiven, P., Vlas, J. D. Species richness and distribution of benthic tidal flat fauna of the Banc d'Arguin, Mauritania. *Oceanologica ACTA-V. 22*, 1998.
- Wolff, W.J. 1983. Estuarine Benthos. In: Rosa Filho, J. S. *Caracterização das Associações de Macroinvertebrados de Fundos Moles dos Estuários do Rio Grande do Sul (Brasil). Situação de verão*. Dissertação de mestrado em Oceanografia Biológica da Universidade de Rio Grande, 1997.
- Ysebaert, T., Herman, P. M. J, Meire, P., Craeymeersch. J., Verbeek, H., Heip C. H. R. Large-scale spatial patterns in estuaries: estuarine macrobenthic communities in the Schelde estuary, NW Europe. *Estuarine, coastal and shelf science*, v. 57, p. 335-355, 2003.

## APÊNDICE

**Apêndice 1 - Lista de táxons da macrofauna bentônica identificados na área dos bancos arenos-amosos dos rios Pacoti e Pirangi.**

---

**FILO MOLLUSCA**

Classe bivalvia

Ordem Veneroida

**Família Solecurtidae**

*Tagelus plebeius* (Lightfoot, 1786)

*Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791)

**Família Mytilidae**

*Amygdalum dendriticum* (Muhlfeld, 1811)

**Família Tellinidae**

*Macoma constricta* (Bruguiere, 1792)

*Macoma tageliformis* (Dall, 1900)

**Família Corbulidae**

*Corbula caribaea* (Orbigny, 1842)

*Corbula cymella* (Dall, 1881)

**Família Lucinidae**

*Lucina pectinata* (Gmelin, 1791)

**FILO ARTHROPODA**

Subfilo crustacea

Classe Malacostraca

Ordem Decapoda

**Família Ocypodidae**

*Uca leptodactyla* (M. J. Rathbun, 1898)

*Uca maracoani* (Latreille, 1802)

Superordem Peracarida

Ordem Tanaidacea

**Família Apseudidae**

Apseudidae não identificado

Ordem Amphipoda

Amphipoda não identificado

Subordem Caprellidea

Caprellidea não identificado

Ordem Mysidacea

Mysidacea não identificado

Infraordem Brachyura

Brachyura não identificado

**Família Axiidae**

Axiidae não identificado

Ordem Cumacea

Cumacea não identificado

Ordem Isopoda

Isopoda não identificado

**Família Alpheidae**

Alpheidae não identificado

**Superfamília Penaeoidea**

Penaeoidea não identificado

**FILO ANNELIDA**

Classe Polychaeta

Subclasse Palpata

Ordem Aciculata

Subordem Phyllodocida

**Família Nereididae**

*Laeonereis culveri* (Webster, 1879)

**Família Capitellidae**

*Capitella capitata* (Fabricius, 1780)

*Heteromastus similis* (Southern, 1921)

**Família Pilargidae**

*Parandalia tricuspis* (Müller, 1858)

**Família Syllidae**

*Typosyllis hyalina* (Grube, 1863)  
*Exogone* sp.

**Família Glyceridae**

*Glycinde multicens* (Muller, 1858)

**Família Hesionidae**

*Ophiodromus* sp.

**Família Paraonidae**

Paraonidae não identificado

**Família Aricidea**

Aricidea não identificado

**Família Ampharetidae**

*Isolda pulchella* (Muller, 1858)

**Família Pilargidae**

*Sigambra grubei* (Muller, 1858)

**Família Eunicidae**

*Marphysa formosa* (Steiner & Amaral, 2000)  
*Marphysa sanguinea* (Montagu, 1815)

**Família Lumbrineridae**

*Lumbrineris curtobata*

**Família Phyllodocidae**

*Paranaites capensis* (Day, 1960)

**Família Spionidae**

*Polydora* sp.  
*Streblospio benedicti* (Webster, 1879)

**Família Goniadidae**

*Glycinde multicens* (Müller, 1858)

**Família Magelonidae**

*Magelona papillicornis* (Muller, 1858)

**Família Orbiniidae**

*Scoloplos rubra* (Webster 1879)

**Família Sabellidae**

*Potamilla torelli* (Malmgren, 1866)



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)



[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)