

**ORLEI ANTONIO NEGRELLO FILHO**



**OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE MOLUSCOS BÊNTICOS NO  
SUBLITORAL DA BAÍA DAS LARANJEIRAS, PARANÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas, Área de Concentração Zoologia, Curso de Pós-Graduação em Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Theresinha M. Absher

**CURITIBA  
2001**

**ORLEI ANTONIO NEGRELLO FILHO**

**OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE MOLUSCOS BÊNTICOS NO  
SUBLITORAL DA BAÍA DAS LARANJEIRAS, PARANÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas, Área de Concentração Zoologia, Curso de Pós-Graduação em Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Theresinha M. Absher

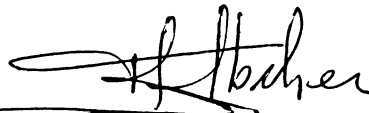
**CURITIBA  
2001**

Ocorrência e Distribuição de Moluscos Bênticos no Sublitoral da Baía das  
Laranjeiras, Paraná, Brasil

por

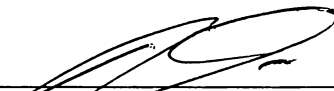
***Orlei Antonio Negrello Filho***

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do Grau de  
Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia, no Curso de Pós-  
Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas  
da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores



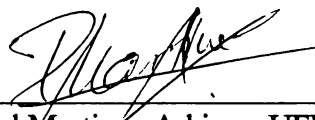
---

Dra. Theresinha Monteiro Absher - UFPR



---

Dr. Paulo Cesar de Paiva - UFRJ



---

Dr. Pedro Miguel Martínez Arbizu - UFPR

## INTRODUÇÃO

Informações sobre a distribuição das espécies são vitais como um primeiro passo ao entendimento da ocorrência de populações relacionadas a habitats específicos (Snelgrove & Butman, 1994). A partir destas informações, questões e hipóteses podem ser geradas para explicar processos importantes para os vários níveis de organização ecológica - espécies, populações e comunidades.

A distribuição espaço-temporal dos organismos bênticos em fundos não consolidados está intimamente ligada ao comportamento das variáveis físicas, químicas, geológicas e biológicas deste ambiente. Estas, por sua vez, estão conectadas entre si de forma complexa e freqüentemente tornam difícil a tarefa de entender a distribuição dos organismos marinhos, analisando-se uma ou poucas variáveis. Em ambientes estuarinos, a existência de gradientes ambientais bastante evidentes, formados pela mistura de massas d'água de origens distintas, influenciam tanto a distribuição quanto o metabolismo dos organismos bênticos.

Dentre os componentes físicos, a hidrodinâmica influencia profundamente a distribuição do bentos estuarino, controlando a concentração de sais, a transparência e a concentração de oxigênio dissolvido na água. Até mesmo o arranjo granulométrico do sedimento depende do fluxo de energia, proporcionado pelas correntes mais profundas (Rosenberg, 1995). Sua ação ocorre basicamente pela atividade das ondas, da maré e da entrada de água doce no sistema e pode ser notada em várias escalas de tempo, como nos ciclos de maré semidiurnos e nas estações do ano. Foi demonstrado em estudos recentes que as correntes possuem um papel importante no assentamento de bivalves em fase larval e juvenil em planícies de maré. Altas velocidades provocam a ressuspensão das camadas superiores do sedimento onde estes habitam, causando mudanças na estrutura espacial das populações (Hewitt *et al.*, 1997).

As variações na temperatura e salinidade da água, observadas sazonalmente, influenciam de forma relevante alguns processos biológicos. Em bivalves, tanto a reprodução quanto a taxa de filtração e o metabolismo podem ser afetados pelas mudanças na temperatura (de Villiers, *et al.* 1989; Dekker &

Beukema, 1999). Variações na salinidade estão diretamente relacionadas à resistência osmótica dos organismos estuarinos e são freqüentemente um fator limitante na distribuição das populações nestes ambientes.

As variáveis biológicas, ou seja, a competição, a predação e o recrutamento larval influenciam direta ou indiretamente a distribuição dos organismos bênticos podendo determinar a estrutura espacial de certas populações (Ólafsson *et al.*, 1994; Connoly & Roughgarden, 1999; Woodin, 1999). Em alguns casos, estes processos de natureza biológica podem ser mais relevantes do que os processos físicos na estruturação das comunidades bênticas (Thrush, 1999).

Em muitas situações, todas estas variáveis agem juntas, porém, em diferentes escalas espaciais e com diferentes intensidades. Isto causa uma marcante heterogeneidade espacial e temporal, isto é, seções do estuário apresentam características distintas. A distribuição dos organismos pode refletir a heterogeneidade ambiental, dependendo da tolerância destes às adversidades impostas pelo meio. Assim, espera-se encontrar moluscos filtradores suspensívoros onde a água seja relativamente clara (Gili & Coma, 1998), assim como moluscos depositívoros, onde se encontre matéria orgânica depositada que lhes sirva de alimento.

A natureza dinâmica dos estuários torna-os passíveis de abrigarem diferentes grupos de organismos. Existem pelo menos dois tipos de organismos bênticos relativamente distintos que ocorrem nos estuários. Organismos marinhos ou de água doce que habitam esporadicamente este ambiente em períodos favoráveis e espécies tipicamente estuarinas que apresentam constância temporal e populações bem estruturadas. Estas últimas devem tolerar necessariamente amplas variações físicas e químicas (Wilson and Elkaim, 1992) por estarem adaptadas a este ambiente, não sofrendo assim o estresse imposto aos demais grupos de espécies externas. É possível que se possa reconhecer em qual categoria cada espécie se encontra, analisando-se a estrutura e a densidade populacional nos gradientes estuarinos.

Embora se possa generalizar que todos estes fatores têm participação na composição das comunidades estuarinas, a intensidade de cada fator é diferente

de local para local (Baird & Ulanowicz, 1993; Fairweather, 1999), sendo difícil a formulação de uma teoria geral da distribuição dos organismos em estuários. Portanto, cada estuário necessita de pesquisas aprofundadas para se alcançarem resultados confiáveis que retratem a dinâmica das comunidades e do próprio ecossistema.

Pesquisas que contemplem a distribuição dos organismos marinhos são necessárias tanto para o maior entendimento da estrutura trófica das comunidades, quanto para a identificação de possíveis impactos ambientais. Porém, muitas áreas litorâneas brasileiras, inclusive estuários, apresentam carência de estudos descritivos sobre a sua diversidade faunística (Lana, 1986). Estes estudos fornecem estimativas iniciais das relações entre as condições ecológicas e o ambiente (Constable, 1999), que são a base para o conhecimento mais aprofundado dos processos envolvidos no funcionamento dos ecossistemas que compõe a zona costeira.

Estudos específicos sobre a macrofauna bêntica de sublitoral na região do Complexo Estuarino Baía de Paranaguá foram desenvolvidos por Lana (1986) na Baía de Paranaguá. A macrofauna de bancos não vegetados da região foi estudada por Netto & Lana, (1995) e Boehs & Absher (1999). Os manguezais e marismas foram amplamente estudados (Lana & Guiss, 1991; Lana *et.al.*, 1997; Brogim & Lana, 1999).

Especificamente na Baía das Laranjeiras, nunca houveram estudos sobre a fauna de moluscos e demais constituintes do macrobentos. Outros estudos nesta área abordaram as associações de foraminíferos (Disaró, 1995) e os padrões sedimentares do fundo (Soares & Barcelos, 1995). A composição, abundância e distribuição do zooplâncton foi estudada por Lopes *et al.* (1998) e recentemente Brandini (2000) estudou a variação espacial e sazonal da produção primária do fitoplâncton relacionada a uma série de parâmetros físico-químicos.

Considerando-se a situação atual do conhecimento deste ambiente, os objetivos deste estudo foram:

- fazer um levantamento das espécies de moluscos bênticos que ocorrem na Baía das Laranjeiras;
- determinar a distribuição espaço-temporal das espécies em relação ao eixo principal deste estuário;
- fornecer estimativas iniciais das relações entre a fauna de moluscos e as seguintes variáveis ambientais: temperatura, salinidade, parâmetros sedimentares e padrões de circulação.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

O Complexo Estuarino Baía de Paranaguá está situado na planície litorânea do estado do Paraná entre Lat 25°16' a 25°34'S e Long 48°17' a 48° 42' W. A ligação entre o complexo estuarino e o oceano é estabelecida por três vias: Canal Norte, Canal da Galheta e Canal do Superagüi. Este complexo estuarino é historicamente dividido em várias baías. As duas maiores são a Baía de Paranaguá, com 56 km no eixo E-W, que abriga o porto e a cidade de Paranaguá e a Baía das Laranjeiras com comprimento aproximado de 30km no eixo N-S e largura máxima de cerca de 13km (Knoppers *et. al.*, 1987).

Ainda segundo Knoppers *et al.* (1987), a área aproximada da Baía das Laranjeiras é de 200km<sup>2</sup> e a profundidade média é de 2,5m. Bigarella (1978) relatou que a baía recebe drenagem das águas da bacia hidrográfica homônima que possui 1443 km<sup>2</sup>. Os rios Guaraqueçaba, Serra Negra, Açungui, Tagaçaba e Itaqui, que fazem parte desta bacia hidrográfica, são todos rios de pequeno porte, com nascentes nas diversas serras da região. Estes rios desagüam em subsistemas menores como a Baía de Guaraqueçaba, Enseada do Itaqui, Enseada do Benito e Rio dos Medeiros que se comunicam com a Baía das Laranjeiras.

O sedimento presente na baía, em termos gerais, é dominado pela classe areia, embora na parte norte a presença de argila seja evidenciada. Os gradientes verticais e horizontais de temperatura da água geralmente não ultrapassam 3°C; temperaturas de verão giram em torno dos 30°C e as de inverno em torno dos 20°C. A estratificação da coluna d'água foi classificada por Knoppers *et al.* (1987) como parcialmente misturada, com tendência a estratificação em períodos de chuva intensa.

A região da Baía das Laranjeiras, ao contrário das praias do estado do Paraná e da Baía de Paranaguá, tem pouca influência urbana na maioria de sua extensão, principalmente pelo difícil acesso à esta região. Não sofreu drenagens

nem retificações de seus canais e parece seguir praticamente os processos geomorfológicos e hidrodinâmicos naturais inerentes a este ambiente (Disaró, 1995).

### **Método de Amostragem**

Para analisar as variações espaço-temporais da comunidade de moluscos do sublitoral da baía foi utilizado um método de amostragem onde as estações de coleta foram dispostas na área de estudo e revisitadas bimestralmente durante um ano. Este tipo de desenho amostral, com estações determinadas e não escolhidas ao acaso, revisitadas posteriormente, é extensamente usado em programas de monitoramento ambiental (Van der Meer, 1997). Quatro transecções foram distribuídas ao longo do eixo principal da baía (S-N). Em cada transecção foram posicionadas 3 estações de coleta em regiões de profundidade variável (Fig. 01). Esta forma de distribuição contemplou áreas rasas permanentemente imersas e canais, permitindo a detecção de variações espaciais na estruturação das populações ligadas aos gradientes de salinidade e energia.

Para a coleta do substrato marinho foi utilizado o busca-fundo do tipo “Van Veen” com abertura de 0,065 m<sup>2</sup>. Em cada estação, foram retiradas duas amostras que quando somadas apresentam volume máximo de 10,6 litros. No laboratório, as amostras foram triadas em peneiras com abertura de malha de 0,5 mm, para retenção do maior número possível de indivíduos. Schlacher & Wooldrigde (1996) mostram que a eficiência deste tipo de malha é bastante superior à malha de 1 mm para ambientes estuarinos. O material biológico foi fixado em formaldeído diluído a 4% e posteriormente conservado em álcool 70%.

Em todos os pontos de coleta foram feitas medições pontuais dos seguintes parâmetros ambientais: direção e velocidade das correntes de fundo e temperatura da água de fundo com um Mini-correntômetro SD 6.000, SD/30; profundidade, com uma eco-sonda SM-5 Speedtech e salinidade da água de fundo com refratômetro manual ATAGO.

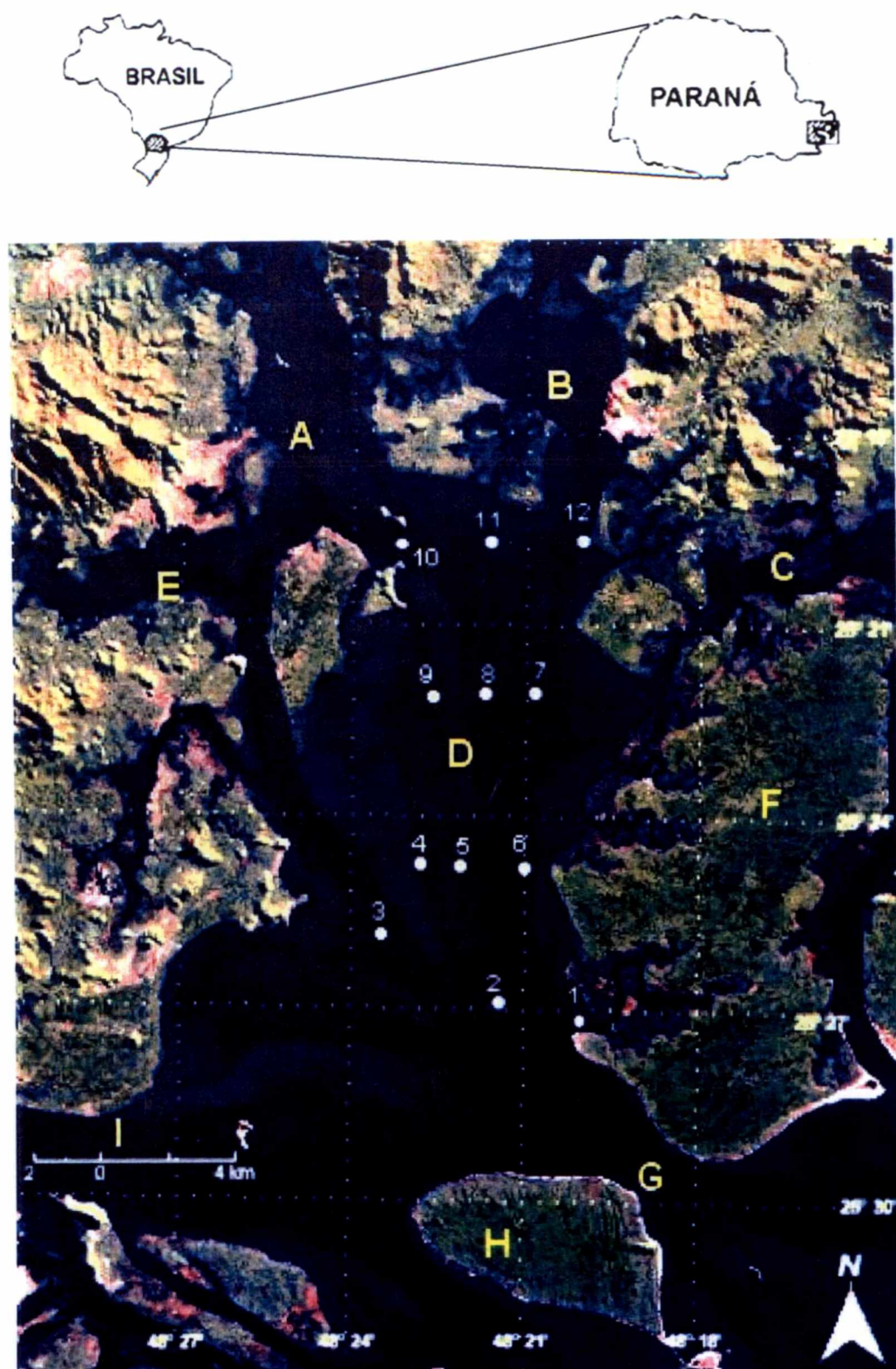


Fig. 01. Foto de satélite da área de estudo mostrando a localização das estações de coleta. A - Enseada do Benito, B - Baía de Guaraqueçaba, C - Baía dos Pinheiros, D - Baía das Laranjeiras, E - Enseada do Itaqui, F - Ilha das Peças, G - Canal Norte, H - Ilha do Mel, I - Entrada da Baía de Paranaguá.

Foram coletadas amostras para análise da granulometria e dos teores de matéria orgânica e carbonato de cálcio no sedimento, nos meses de junho e fevereiro. A granulometria dos sedimento foi estimada através das técnicas de peneiramento e pipetagem descritas por Suguio (1973), com intervalo entre peneiras de 0,5  $\phi$ , segundo a escala de Wentworth (*apud* Buchanan, 1971). Os resultados foram apresentados na escala Phi, sendo que o valor desta é inversamente proporcional ao tamanho do grão. Para se estimar os teores de carbonato de cálcio foi utilizado o tratamento com HCL (2N) e para a matéria orgânica foi utilizado um tratamento com base no método de Dean (1974).

Nenhuma ordem de visita aos pontos amostrais foi pré-estabelecida. As estações foram visitadas em diferentes períodos do dia em cada coleta de acordo com a conveniência logística. Os dados de velocidade e direção das correntes foram obtidos fazendo-se uma medição por estação. Em média foram amostradas três condições de enchente e três de vazante para cada estação durante todo o estudo. As medidas de direção das correntes foram tratadas calculando-se uma média entre o menor e o maior ângulo, de enchente e vazante, em cada ponto de coleta, e o vetor resultante foi inserido no mapa da área de estudo. Em relação à velocidade, foram calculadas médias entre os valores de enchente e valores de vazante. As médias foram relacionadas ao tamanho do vetor resultante para cada ponto, de modo que quanto maior o vetor maior a velocidade.

### **Análise dos Dados**

Os dados de granulometria do sedimento foram analisados utilizando-se o programa SYSGRAN, que fornece a classificação quanto ao tamanho do grão predominante, ao grau de seleção, à assimetria e à curtose.

Os valores de riqueza específica e abundância foram calculados para cada estação de coleta. Neste trabalho, riqueza específica ou simplesmente riqueza é a quantidade de espécies em determinada área, enquanto que abundância é o número de indivíduos de uma determinada espécies (Brower *et al.*, 1998). Foi calculado o índice de diversidade para cada estação em cada mês para se

acessar diferenças em relação à disposição espacial das estações. O índice escolhido foi o de Shannon ( $H' = - \sum p_i \log p_i$ ) por se adequar melhor aos dados gerados neste estudo, isto é, pelo índice ser pouco afetado pela presença de espécies raras (Brower *et al.*, 1998).

Três métodos de ordenação foram escolhidos para analisar a similaridade entre as estações e meses de coleta. A ordenação das estações reflete a similaridade quanto a distribuição e a abundância das espécies. Cada um destes métodos de análise indireta de gradientes tem vantagens e desvantagens na sua aplicação. Desta forma, analisando-se os dados por meio de três metodologias distintas é possível aproveitar as informações de cada análise da melhor maneira possível e chegar a conclusões mais verossímeis sobre o objeto de estudo. Os três métodos escolhidos foram a análise dos componentes principais, a análise das coordenadas principais e a análise de correspondência (a partir daqui referidos como PCA, PCO e CA respectivamente).

As matrizes de dados utilizadas nas análises de ordenação foram compostas pelos dados brutos da abundância das espécies em cada mês. As estações que não apresentaram a ocorrência de nenhum indivíduo foram desconsideradas das análises.

A PCA possui duas fraquezas principais apontadas por Clarke & Warwick (1994), a inflexibilidade na medida de distância (apenas distância Euclidiana) e a preservação pouco eficiente das distâncias. O segundo problema da PCA é mais severo quando as informações são difíceis de se representar num baixo número de dimensões (Clarke & Warwick, 1994). Este tipo de problema não foi observado nas análises deste trabalho, onde os dois primeiros eixos foram capazes de representar as variações com eficiência. A primeira deficiência não pode ser contornada, porém, optou-se por manter esta análise, pois, nos gráficos a influência da abundância das espécies no posicionamento das estações é visualizada pela inclusão de vetores. Na PCA foram utilizadas matrizes de covariância sem transformação de dados.

A inflexibilidade da PCA, quanto à medida de dissimilaridade, não acontece na PCO. Nesta análise, várias medidas de distâncias de similaridade podem ser

usadas. Neste trabalho, optou-se pelo uso do índice de dissimilaridade de Bray-Curtis, pois, este dá ênfase a abundâncias em detrimento a espécies raras (Brower *et al.*, 1998). Nesta análise, não é possível visualizar os vetores indicando a influência da abundância das espécies. Por esta razão, as duas análises serão consideradas aqui, como complementares na explicação da ordenação das estações na baía.

Tanto na PCA como na PCO, os dados das abundâncias são inicialmente reproduzidos numa matriz com coeficientes de similaridade ou dissimilaridade. Uma matriz de dissimilaridade, baseada na distância “qui-quadrado”, está implícita na CA. Este fato a torna, como a PCA, inflexível quanto à medida de distância (Clarke & Warwick, 1994). A vantagem da CA sobre as outras análises desenvolvidas neste trabalho está na sua suposição de que as espécies se distribuem de forma unimodal em resposta a um gradiente ambiental (não mensurado). Esta suposição é mais aproximada a situações reais de distribuição de espécies em gradientes ambientais do que a suposição de linearidade do PCA e PCO. Neste estudo, foi utilizado um tipo especial de CA, a “detrend correspondence analysis” (DCA). Esta análise reagrupa os dados em torno do eixo um, isto é, transporta o eixo dois ao zero e, em seguida, redistribui os pontos de forma a atingir uma beta diversidade constante (Palmer, 2000).

Dois métodos ordenação foram usados para relacionar os meses de coleta, a PCA e a PCO. Dois tipos de matrizes foram utilizadas nas análises. A primeira relaciona os meses com a abundância total das espécies. A segunda é composta pelo valor calculado para a diversidade em cada estação, em cada mês.

Nos meses de junho e fevereiro onde foram coletadas amostras de sedimento foi analisada a disposição espacial das estações e das espécies em relação às variáveis ambientais. Para esta finalidade utilizou-se um tipo de análise direta de gradiente, a análise canônica de correspondência (CCA). As variáveis ambientais analisadas foram: a percentagem das frações areia, a percentagem das frações de finos (silte e argila), o teor de matéria orgânica, o teor de carbonato de cálcio e a velocidade das correntes. A CCA pode apresentar os resultados em

relação às espécies ou às estações. Neste estudo, ambas as possibilidades foram exploradas.

## RESULTADOS

### Fatores abióticos

As temperaturas registradas pontualmente nas coletas não mostraram variações expressivas entre os pontos (Fig. 02). A máxima temperatura registrada foi 28,95°C no ponto 10 em abril e a menor foi 18,35°C no ponto 1 em junho. Entre as estações numa mesma coleta a máxima diferença na temperatura ficou em torno de 1°C. As diferenças encontradas entre temperaturas no verão e inverno apresentaram diferenças entre médias de até 8°C entre junho e fevereiro (Fig. 03).

A salinidade se comportou como esperado para um sistema estuarino, maiores valores na abertura da baía, média de 27,6 no ponto 1, e menores valores ao norte em direção a Guaraqueçaba, média de 20,8 no ponto 11 (Fig. 02). As diferenças entre superfície e fundo foram de no máximo 3 unidades de salinidade. Quanto à diferenças sazonais, no verão foram registradas menores concentrações de sais que no inverno (Fig. 03), como é característico para a região, devido ao regime pluviométrico (Lana *et.al.*, 2000).

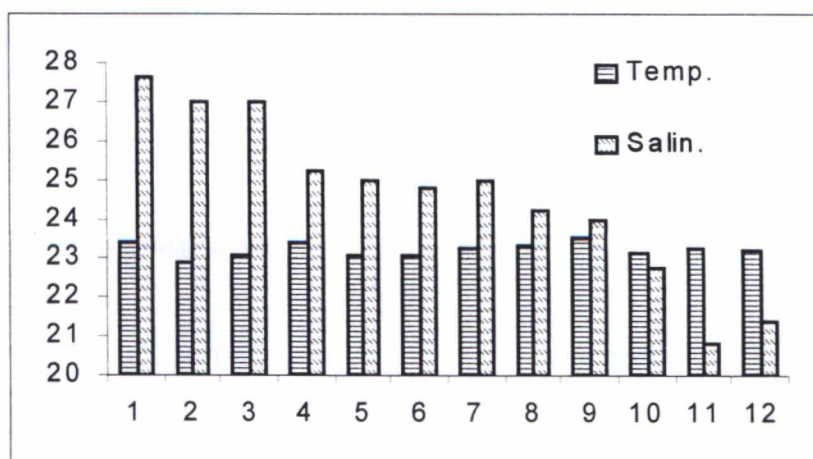


Fig. 02. Médias dos valores de temperatura e salinidade para cada estação de coleta. Temperatura em °C e salinidade.

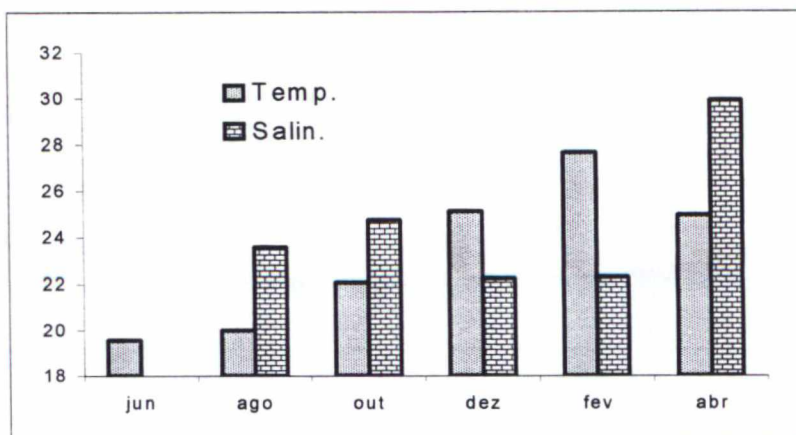


Fig. 03. Médias dos valores de temperatura e salinidade para cada mês de coleta. Temperatura em °C e salinidade.

A direção das corrente de fundo mostram uma tendência do fluxo de enchente se deslocar no sentido nordeste para a Baía de Guaraquã e dos Pinheiros (Fig 04). O sentido da maré vazante esteve direcionada para o Canal Norte. As velocidades máximas registradas neste estudo para cada estação, assim como o estado da maré no momento da coleta, estão na tabela 01. Na estação 10 foi registrada a maior velocidade de corrente de fundo, 84,4 cm/s.

Tabela 01. Velocidades máximas (em cm/s) das correntes nas estações de coleta (1 a 12). As letras indicam o estado da maré em cada medição: E - enchente e V – vazante.

|      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |    |
|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|----|----|
| 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6  | 7    | 8    | 9    | 10   | 11 | 12 |
| 20,8 | 48,6 | 61,8 | 63,4 | 46,4 | 65 | 68,8 | 60,4 | 31,6 | 84,4 | 58 | 44 |
| V    | E    | E    | V    | E    | E  | E    | E    | E    | V    | V  | V  |

A análise das propriedades e distribuição das classes de sedimento realizadas neste trabalho estão de acordo com o quadro proposto por Soares & Barcelos (1995) para a Baía das Laranjeiras. Na maioria dos pontos amostrados as frações sedimentares predominantes corresponderam a areia média, fina ou muito fina. Apenas na estação oito, amostrada em fevereiro de 2000, a fração predominante foi o silte grosso (Apêndice 1). Quanto ao grau de seleção observou-se que em todas as estações a classificação variou entre os parâmetros muito pobremente selecionado a extremamente mal selecionado.

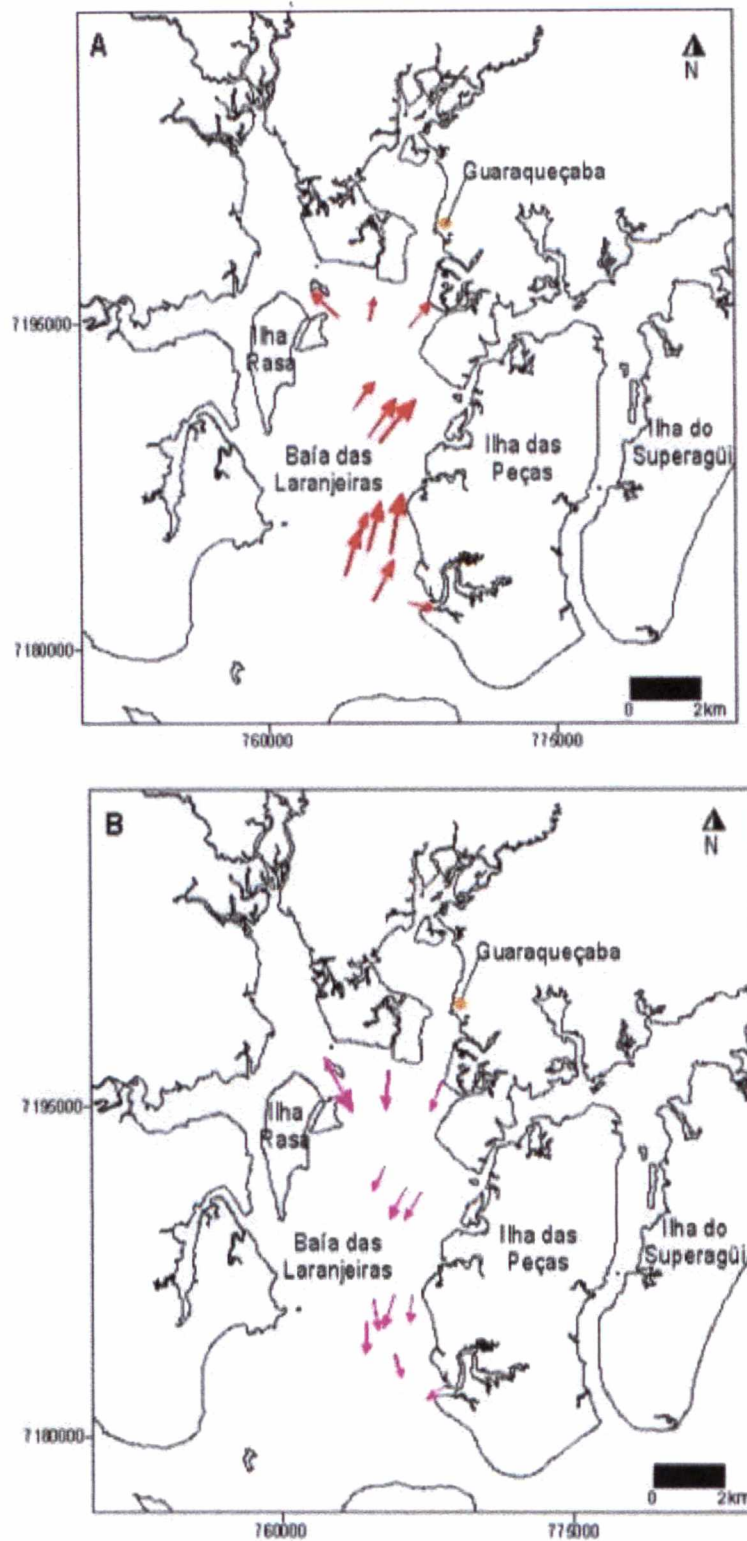


Fig 04. Direção e velocidade das correntes de fundo na Baía das Laranjeiras, PR, Brasil. Médias dos dados obtidos para enchente (A) e vazante (B). O tamanho dos vetores é proporcional a velocidade.

Os valores de matéria orgânica e de carbonato de cálcio obtidos neste estudo não indicam um padrão claro de distribuição destas variáveis. Quanto ao teor de  $\text{CaCO}_3$ , houve oscilações muito marcantes nos pontos 3, 5, 6 e 8 entre as duas amostragens. Os valores de matéria orgânica foram diferentes nos pontos 8, 11 e 12. A figura 5 mostra as percentagens destas duas variáveis sedimentares nas coletas de junho de 1999 e fevereiro de 2000.

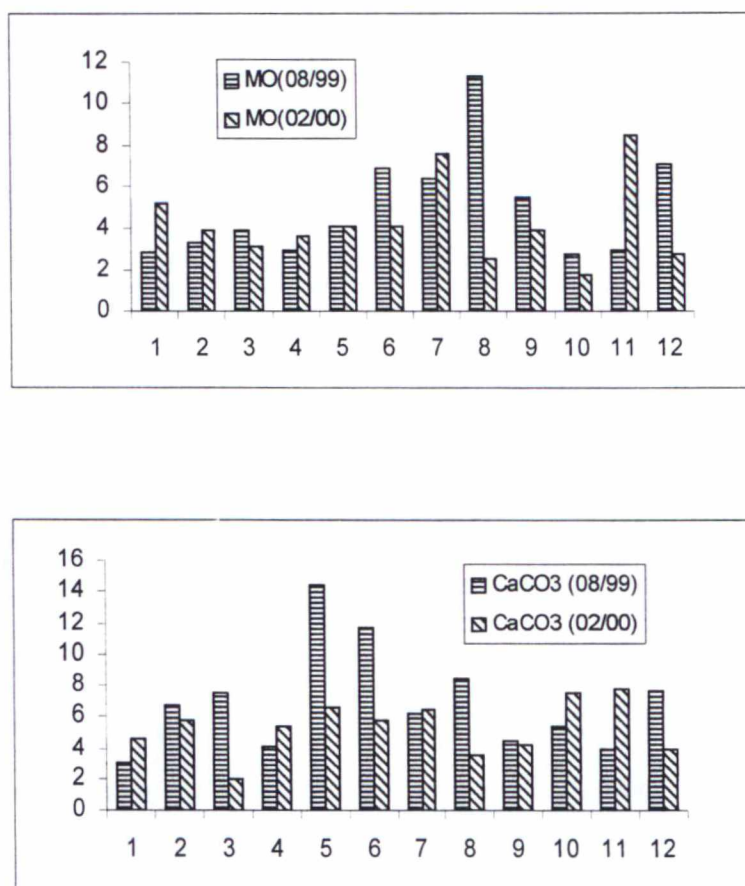


Figura 05. Percentagens de matéria orgânica e carbonato de cálcio nas estações de coleta em junho de 1999 e fevereiro de 2000.

## Fauna de moluscos

Foram coletados 256 indivíduos no decorrer das seis fases de coleta, pertencentes a 21 espécies, 15 bivalves e 6 gastrópodes (Tab. 02 e Apêndice 2).

Tabela 02. As espécies coletadas na Baía das Laranjeiras, PR, Brasil.

---

|           |                                             |     |                                                   |
|-----------|---------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------|
| GATROPODA |                                             | (J) | <i>Adrana patagonica</i> (Orbigny, 1846)          |
| (A)       | <i>Turbonilla interrupta</i> (Totten, 1835) | (K) | <i>Chione subrostrata</i> (Lamarck, 1818)         |
| (B)       | <i>Anachis lyrata</i> (Sowerby, 1832)       | (L) | <i>Pitar palmeri</i> Fisher-Piette & Testud, 1967 |
| (C)       | <i>Nassarius vibex</i> (Say, 1822)          | (M) | <i>Macoma tenta</i> (Say, 1834)                   |
| (D)       | <i>Thais marie</i> (Morretes, 1954)         | (N) | <i>Macoma</i> sp.                                 |
| (E)       | <i>Natica</i> sp.                           | (O) | <i>Crassinella lunulata</i> (Conrad, 1834)        |
| (F)       | <i>Heleobia australis</i> (Orbigny, 1835)   | (P) | <i>Codakia costata</i> (Orbigny, 1842)            |
|           |                                             | (Q) | <i>Tagelus divisus</i> (Spengler, 1794)           |
| BIVALVIA  |                                             | (R) | <i>Felaniella vilardeboana</i> (Orbigny, 1846)    |
| (G)       | <i>Corbula caribaea</i> Orbigny, 1842       | (S) | <i>Semele casali</i> Doello-Jurado, 1949          |
| (H)       | <i>Nucula</i> sp.                           | (T) | <i>Anadara ovalis</i> (Bruguère, 1789)            |
| (I)       | <i>Tellina alternata</i> Turton, 1819       | (U) | Lucinidae gen. sp.                                |

---

As espécies consideradas aqui como as mais representativas da fauna de moluscos local, ou seja, as que apresentaram abundância relativa maior que 5% foram: *Corbula caribaea* (35,55%), *Turbonilla interrupta* (25,39%), *Tellina alternata* (6,25%), *Chione subrostrata* (5,47%) e *Macoma tenta* (5,08%). Quando somadas, estas espécies são responsáveis por 77,74% do total de indivíduos coletados.

Neste estudo, foi freqüente a observação de várias classes de tamanho nas espécies *C. caribaea* e *T. interrupta*. Ambas apresentaram menores densidades populacionais nos meses de junho a dezembro e maiores densidades nos meses de fevereiro e abril (Fig. 06). A dominância relativa destas espécies mostrou

concordância com ocorrências relatadas para o setor polihalino da Baía de Paranaguá por Lana (1986). Uma das associações descritas para a Baía de Paranaguá, foi caracterizada pela presença do gastrópode *Turbonilla* sp. e o poliqueta *Clymenella brasiliensis*. O autor ainda acrescenta que são comuns formas sedentárias como *Corbula caribaea*.

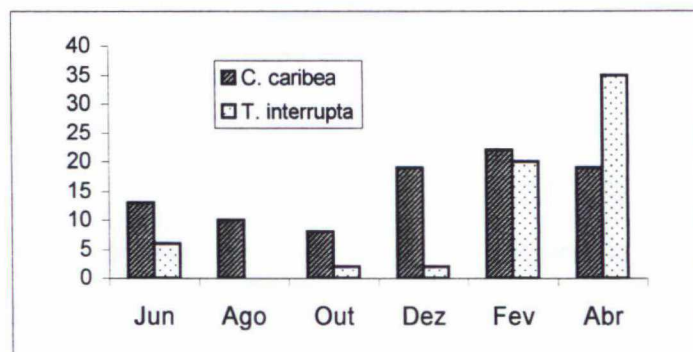


Fig. 06. Abundância total de *C. caribaea* e *T. interrupta* em relação aos meses de coleta

### Considerações gerais sobre a distribuição dos moluscos

As estações de coleta mostraram grandes diferenças entre os totais registrados para a abundância e a riqueza de espécies (Fig. 07). A estação 3 apresentou maiores valores de riqueza (12 esp.) e abundância (69 ind.) acumuladas no decorrer do período de amostragem, enquanto a estação 11 apresentou os menores valores (1 esp. e 1 ind.).

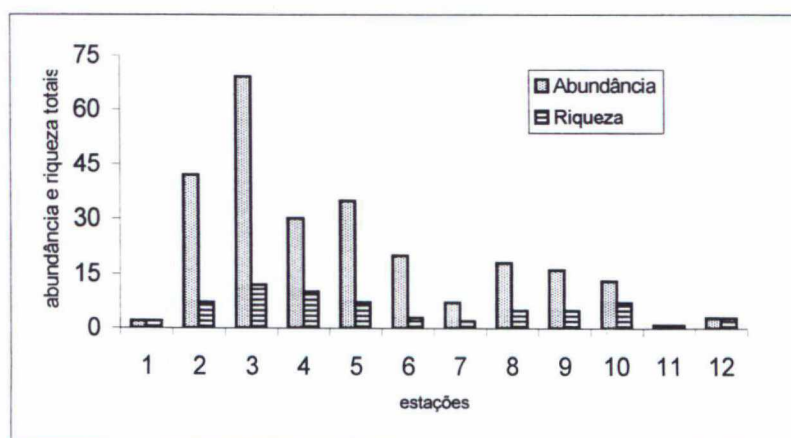


Fig. 07. Abundância e riqueza de espécies em relação às estações de coleta.

A figura 08 apresenta os valores acumulados de riqueza e abundância em relação aos meses de coleta. As maiores abundâncias foram observadas em abril (69 ind.) e fevereiro (61 ind.) e as menores nos meses de dezembro (26 ind.), outubro (27 ind.) e agosto (30 ind.). A riqueza específica mostrou tendências pouco relacionáveis com a abundância. Os maiores valores foram registrados em fevereiro (14 esp.) e os menores abril (7 esp.).

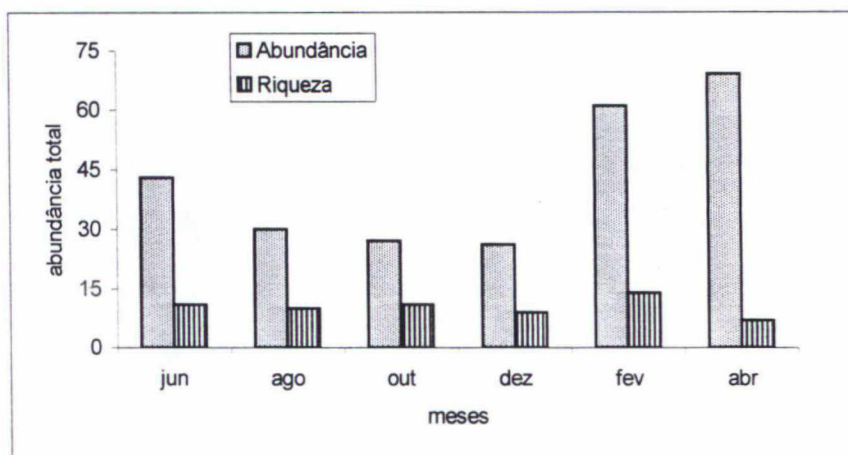


Fig. 08. Abundância e riqueza de espécies em relação aos meses de coleta.

Em cada mês de coleta foi obtido um índice de diversidade para cada estação. O cálculo da média, do desvio padrão e do erro padrão do índice de diversidade de Shannon, mostrou diferenças entre as estações (Fig. 09). A maior diversidade média foi registrada na estação 3 ( $H'=0,63$ ), seguida pelas estações 4 e 2 ( $H'=0,46$  e  $0,30$  respectivamente). Os menores valores foram encontrados nas estações 6 ( $H'=0,08$ ), 7 ( $H'=0,09$ ) e 10 ( $H'=0,09$ ). Devido à ocorrência inexpressiva de espécies nas estações 1, 11 e 12, o cálculo da diversidade não foi efetuado para estes pontos.

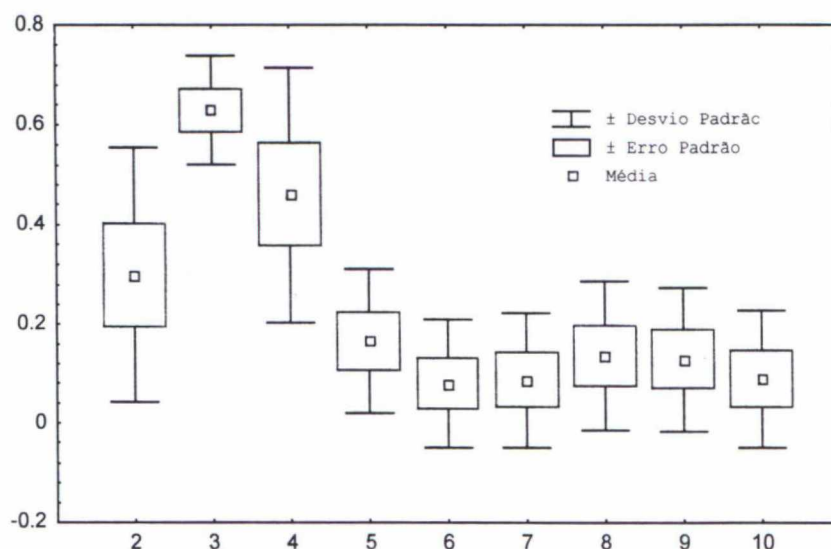


Fig. 09. Média, desvio padrão e erro padrão do Índice de diversidade de Shannon para as estações de coleta.

A média do índice de diversidade de Shannon mostrou pouca variabilidade entre os meses (Fig. 10). A maior diversidade média foi registrada em fevereiro ( $H'=0,33$ ) e a menor em agosto ( $H'=0,12$ ). Os demais meses apresentaram valores em torno de 0,23.

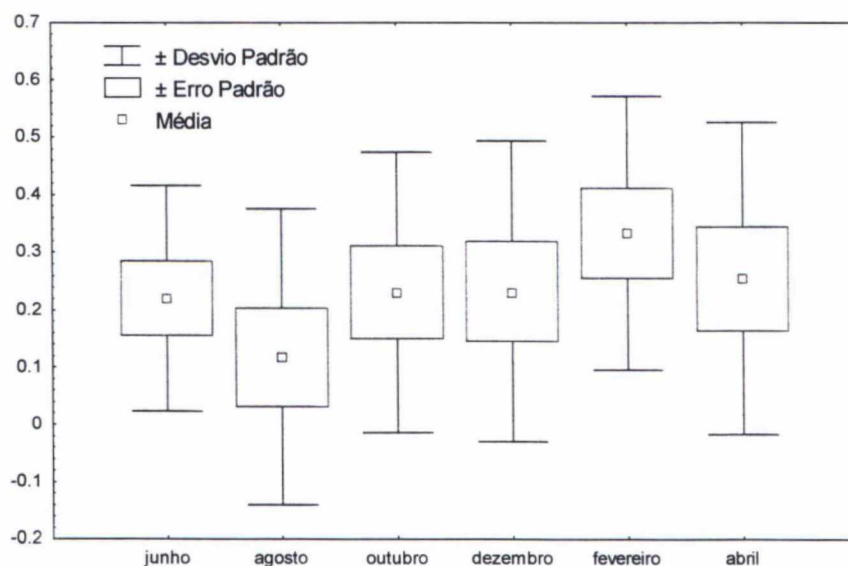


Fig. 10. Média, desvio padrão e erro padrão do Índice de diversidade de Shannon para os meses de coleta.

### Ordenação entre as estações em cada mês de coleta

As análises de ordenação foram calculadas com base nas matrizes apresentadas no Apêndice 3. O resultado gráfico da PCA mostrou que em todos os meses *C. caribaea* esteve presente influenciando a disposição das estações (Fig.10). Em junho, além de *C. caribaea* que participou com mais intensidade no eixo 1, *A. lyrata* e *Nucula* sp. contribuíram para o posicionamento da estação 10 no eixo 2. Observou-se nos três métodos de ordenação que as estações 4, 9, 2, 5, 6 e 3 apresentaram uma tendência à união. As estações 8 e 10 se localizaram em espaços separados. Nenhum gradiente foi observado (Fig. 11a, 12a e 13a).

Em agosto, as estações 2 e 4 não apresentaram ocorrência de nenhuma espécie apesar de possuírem índices de diversidade relativamente altos na média (Fig 08) . As espécies que mais pesaram para a disposição das estações foram *C. caribaea*, *M. tenta*, *C. lunulata*. A PCO e a CA mostraram que as distâncias entre as estações foram grandes, a ponto de não possibilitarem a visualização de nenhuma relação. Nenhum gradiente foi observado (Fig. 11b, 12b e 13b).

Em outubro, a falta de um arranjo espacial das estações também foi evidente. As espécies que mais contribuíram para a disposição das estações foram *C. caribaea*, *A. lyrata*. Novamente a PCO mostrou a disposição espacial totalmente desagregada, sem nenhum indício de gradiente (Fig. 11c, 12c e 13c).

Em dezembro, foi identificado um agrupamento entre as estações 2, 5 e 6 ligado diretamente à presença de *C. caribaea*. As estações 9 e 3 também apresentaram ocorrência desta espécie, mas foram mais influenciadas por *M. tenta* e *T. alternata* que também contribuíram para este arranjo espacial (Fig. 11d, 12d e 13d).

Em fevereiro, observou-se em todos os métodos de análise dois agrupamentos distintos. O primeiro, entre as estações 4, 8, 9 e 10 fortemente influenciado pela espécie *T. interrupta*. O segundo, formado pelas estações 2, 3 e

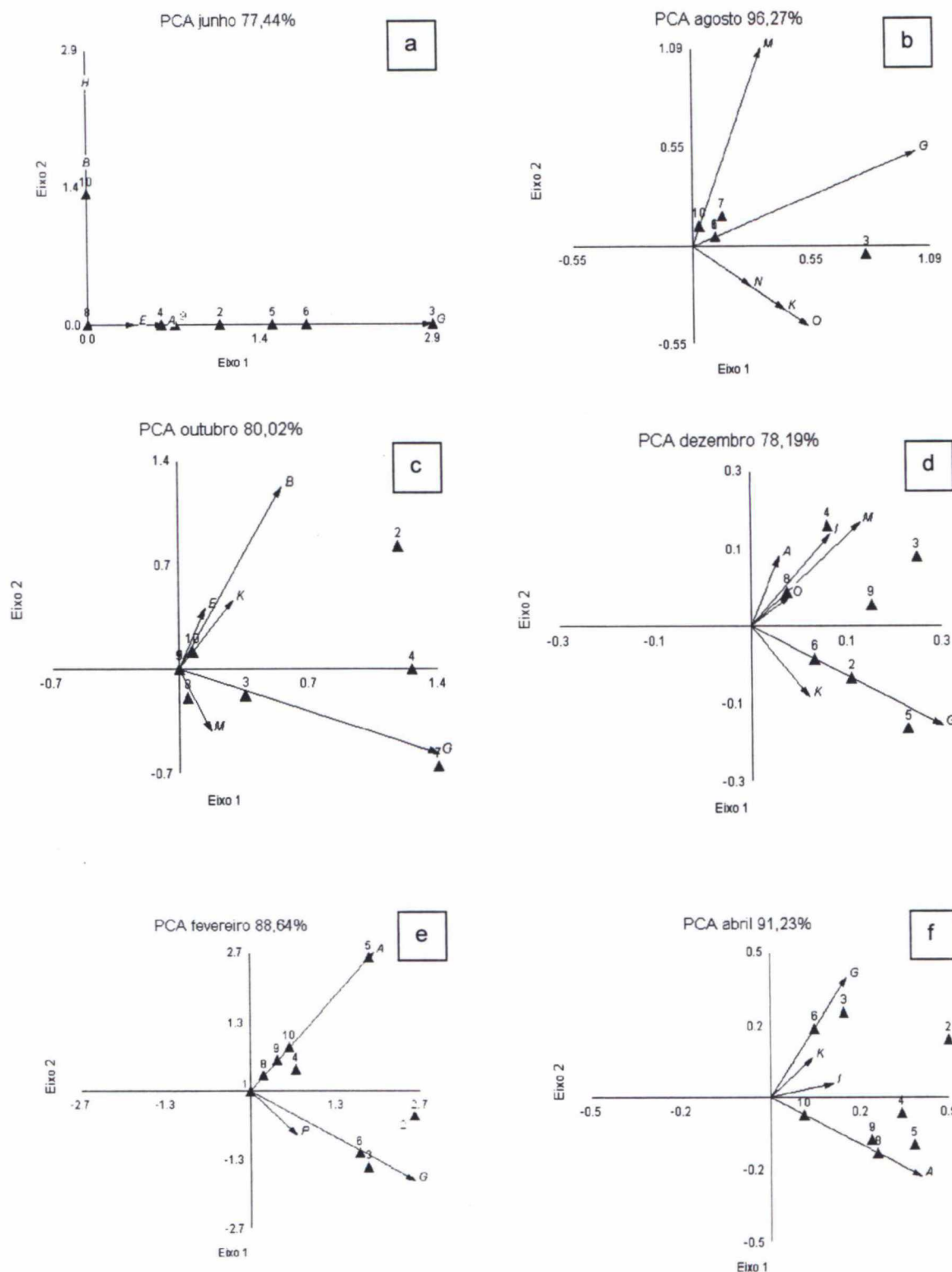


Fig. 11. Similaridade entre as estações através da análise dos componentes principais em cada mês de coleta (a - f). Letras nos vetores (A a U) indicam as espécies, de acordo com a tabela 2. Números nos triângulos indicam as estações (1 a 12). Os valores em percentagem no título de cada gráfico referem-se à soma das percentagens de variância explicadas pelos eixos 1 e 2.

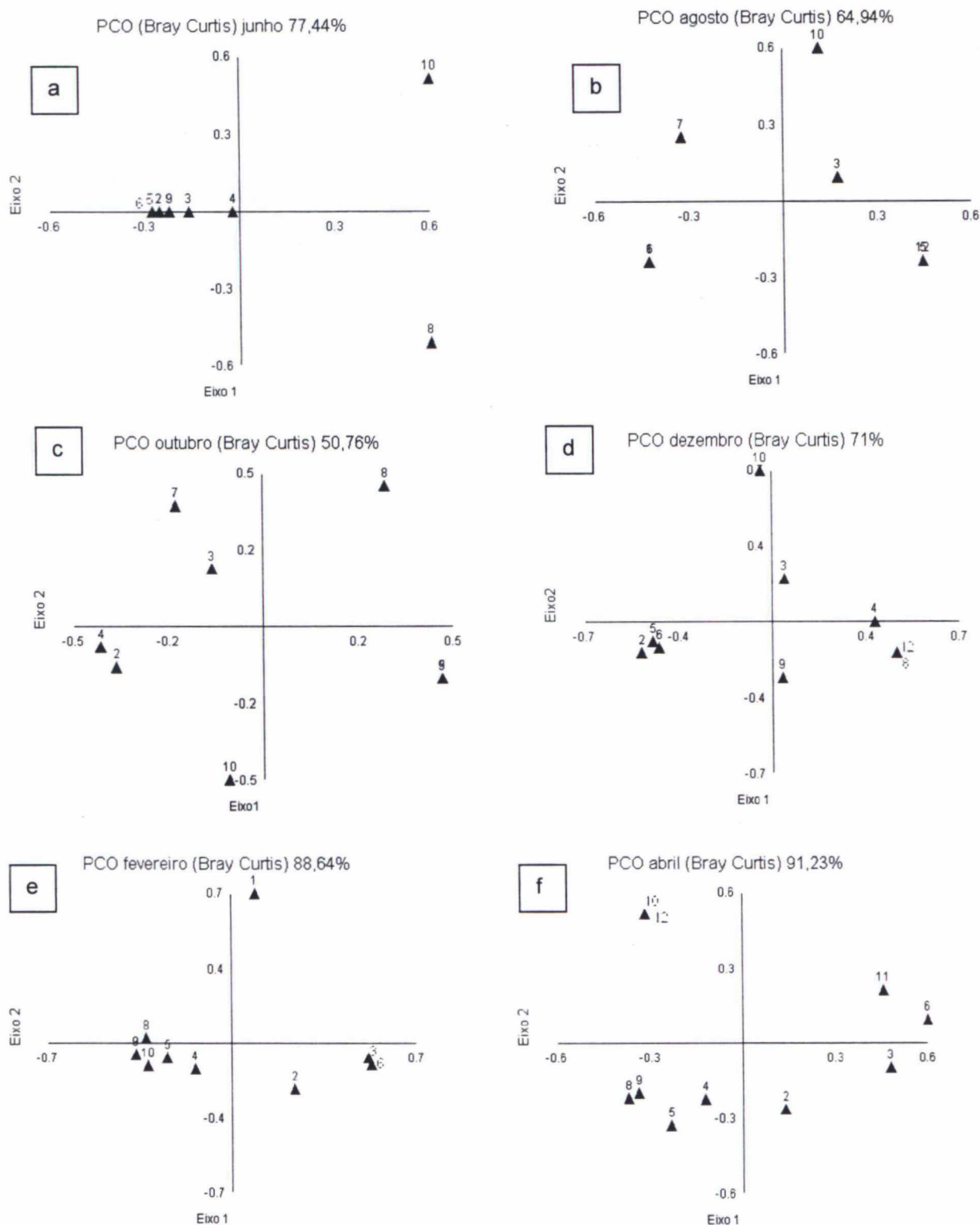


Fig. 12. Similaridade entre as estações através da análise das coordenadas principais (PCO) em cada mês de coleta (a - f). Números nos triângulos indicam as estações (1 a 12). O índice de dissimilaridade de Bray-Curtis foi utilizado para a composição da matriz de distâncias da PCO. Os valores em porcentagem no título de cada gráfico referem-se à soma das percentagens de variância explicadas pelos eixos 1 e 2.

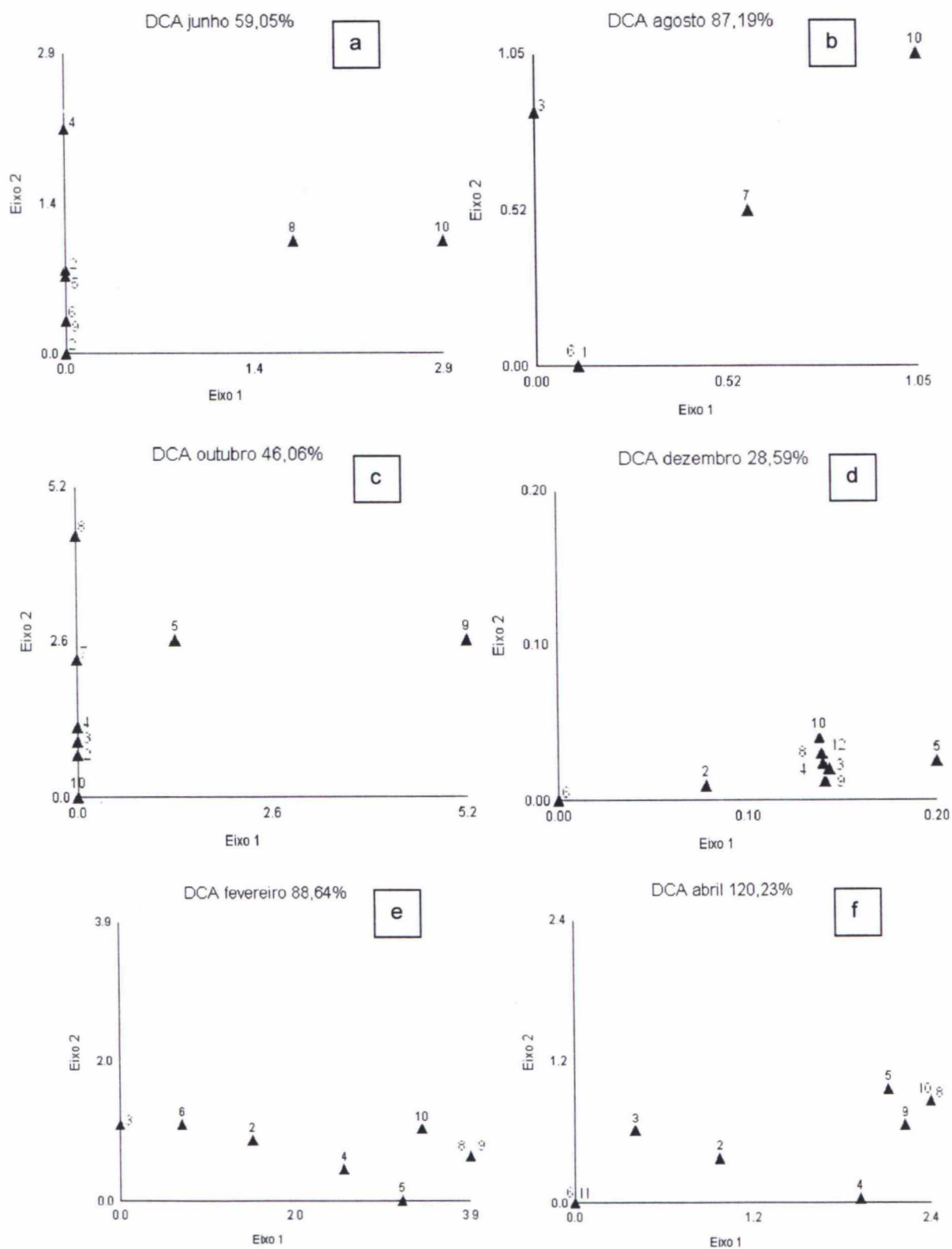


Fig. 13. Similaridade entre as estações através da análise de correspondência (CA) em cada mês de coleta (a - f). Números nos triângulos indicam as estações (1 a 12). Os valores em percentagem no título de cada gráfico referem-se à soma das percentagens de variância explicadas pelos eixos 1 e 2.

6 influenciado pela espécie *C. caribaea*. Neste mês, foi identificado um gradiente, melhor visualizado na análise de correspondência (Fig. 11e, 12e e 13e).

No mês de abril as estações 4, 5, 8, 9 e 10 estiveram dispostas em uma extremidade do gráfico influenciadas pela ocorrência de *T. interrupta*. As estações 2, 3 e 6 se distanciaram do agrupamento anterior influenciadas pela ocorrência de *C. caribaea*. A mesma tendência de distribuição e formação de gradiente observada no mês de fevereiro pode ser identificada em abril (Fig. 11f, 12f e 13f).

### **Caracterização das estações**

A estação 1 mostrou-se bastante diversa das demais estações externas (2 e 3), pela sua inclusão na foz do Rio das Peças. A semelhança desta com a estação 11 reflete a condição de ambas possuírem baixa riqueza e abundância de espécies e de se encontrarem em áreas rasas (2m de profundidade).

A estação 10 aparentemente está submetida às correntes mais intensas, pois, está situada num canal estreito e profundo ( $\pm 10$  m). Esta localização impõe uma maior dificuldade no assentamento das larvas que por ventura cheguem a este ambiente e pode possibilitar a ressuspensão de juvenis. As ocorrências registradas para este ponto indicam que várias espécies ocorreram de maneira inconstante durante o ano, provocando o seu agrupamento com diferentes estações nos seis meses de coleta. Deve-se considerar ainda que as estações internas da baía tendem a apresentar maiores oscilações na salinidade justamente por estarem mais próximas das fontes de água doce, limitando ainda mais o número de espécies capazes de habitar esta área.

A estação 12 também apresentou baixa diversidade e não aparentou abrigar populações permanentes de moluscos. Foi incluída nas análises de agosto e dezembro (Fig. 11 b e d), e relacionou-se com estações que apresentaram a mesma abundância. A estação 7 completa o conjunto de estações que apresentaram baixa riqueza específica no decorrer deste estudo, não relacionando-se com nenhuma outra estação (Fig. 11 a e c).

Todas as análises de ordenação mostraram um agrupamento entre as estações 4, 5, 8, 9 e 10 nos meses de fevereiro e abril, influenciado pela presença de *T. interrupta*. Nos demais meses, nenhuma relação foi observada entre estas estações. Estas estações localizam-se na parte mediana da baía em profundidades variáveis. Quanto à riqueza específica e abundância, as estações 8 e 9 foram muito semelhantes entre si e diferentes das estações 4 e 5, que apresentaram valores mais elevados.

As estações 2, 3 e 6 formaram um segundo agrupamento nos meses de fevereiro e abril influenciado pela presença da espécie *C. caribaea*. A estação 2 mostrou uma tendência de aproximação ao agrupamento dos pontos 4, 5, 8 e 9, causado pela ocorrência de *T. interrupta*. Altos valores de diversidade acompanhado de altas abundâncias caracterizaram a estação 3 em todos os meses estudados. Observou-se que *C. caribaea* esteve presente em todos os meses nestas estações, provando ser uma espécie residente na região em questão.

### **Ordenação dos meses de coleta**

As análises realizadas para se identificar a similaridade entre os meses apresentaram resultados diferentes de acordo com a matriz utilizada (Fig. 14). Na PCA os agrupamentos não ficaram tão evidentes como na PCO, que mostrou uma tendência em relacionar os meses de fevereiro e abril de 2000 com junho de 1999 em ambas as matrizes usadas (Fig. 14 C e D). Os meses de agosto, dezembro e outubro aparecem na matriz de dados de abundância com uma tendência a se agruparem, porém na matriz de diversidade aparecem distantes entre si. A PCA efetuada com a matriz de dados brutos mostrou que as espécies que mais influenciaram a disposição das estações no espaço bi-dimensional foram *C. caribaea* e *T. interrupta*. Em relação à matriz de diversidade, observou-se que as estações 2, 3 e 4, foram as responsáveis pelo arranjo espacial fornecido pela análise (Fig. 14 A e B).

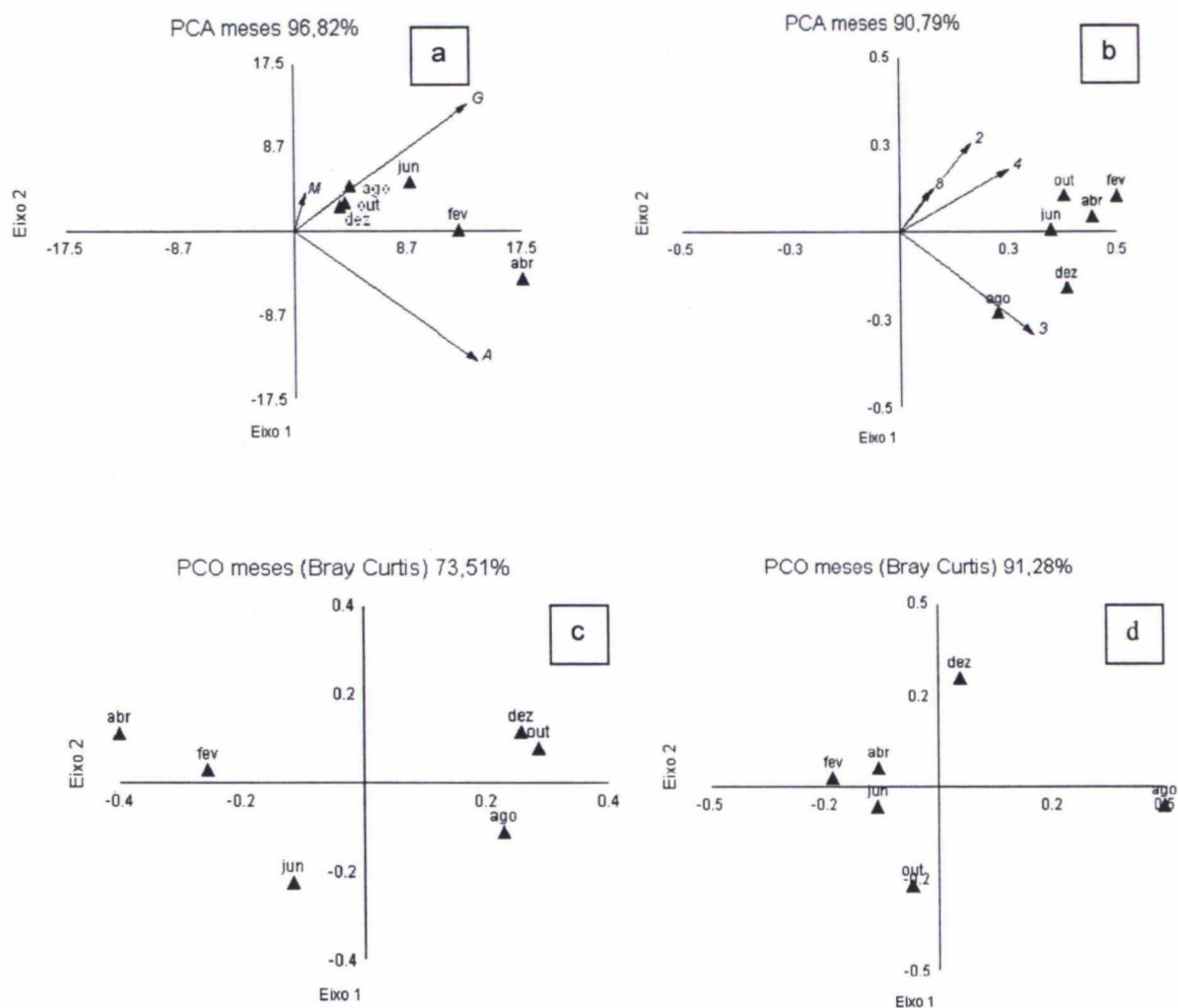


Fig. 14. Similaridade entre os meses de coleta. A e B análise dos componentes principais. C e D análise das coordenadas principais. Análises A e C efetuadas a partir dos dados totais de abundância. Análises B e D efetuadas a partir da matriz de índices de diversidade de Shannon. Letras nos vetores do gráfico A indicam as espécies de acordo com a tabela 02. Números em vetores no gráfico B correspondem aos valores de diversidade (Índice de Shannon) das estações.

## Ordenação das espécies, estações e variáveis ambientais

A distribuição das variáveis ambientais mostrou coerência na representação gráfica. Altos teores de matéria orgânica estiveram correlacionados diretamente às concentrações de finos em junho e estiveram com uma tendência neutra em fevereiro. Também em junho o vetor da velocidade de corrente esteve relacionado positivamente com o gradiente das frações de areia. Em fevereiro, o oposto aconteceu, o vetor das correntes se relacionou positivamente com o vetor de finos (Fig. 15).

No mês de junho, a maioria das estações localizaram-se na parte central superior do gráfico indicando uma certa neutralidade em relação aos parâmetros ambientais em geral (Fig. 15). As estações que foram mais influenciadas pelas variáveis ambientais foram a 10, pelas correntes, e a 8, pelo vetor dos finos e da matéria orgânica. As espécies que apresentaram maiores interações com os vetores ambientais foram as que ocorreram nas estações mais influenciadas pelas variáveis ambientais. Na estação 10, registrou-se a ocorrência de *Nucula* sp. e *Anachis lyrata* acompanhando o vetor das correntes e na estação 8 a ocorrência de *A. ovalis* e *T. alternata* relacionou-se a matéria orgânica e ao teor de finos (Fig. 16).

Além da já mencionada diferença entre a disposição dos parâmetros ambientais no espaço bi-dimensional entre os meses, em fevereiro detectou-se respostas distintas das espécies e estações aos parâmetros ambientais. A estação 10 e a estação 8 continuaram relacionadas com as correntes e a matéria orgânica respectivamente (Fig. 15). Porém, as demais estações, classificadas anteriormente como pouco influenciadas pelas variáveis ambientais, apresentaram relações mais marcantes a certas variáveis. A estação 9 foi influenciada pelo vetor da matéria orgânica, a estação 5 pelo vetor do carbonato de cálcio e ambas estiveram discretamente deslocadas em direção à granulometria fina. A estação 4 que em junho se relacionava fracamente à areia em fevereiro encontrou-se relacionada ao vetor dos finos e matéria orgânica. As estações 3, 6 e 2 estiveram relacionadas à fração areia (Fig. 15).

A espécie *Macoma* sp. relacionou-se a matéria orgânica e *T. alternata* novamente se relacionou aos finos, enquanto que *F. vilardeboana*, *M. tenta*, *T. divisus* relacionaram-se a estas duas variáveis. As espécies *C. lunulata*, *A. patagonica*, *C. costata*, *C. subrostrata* e *C. caribaea*, estiveram todas correlacionadas positivamente com a fração areia. A espécie *N. vibex* mostrou correlação com o vetor do carbonato de cálcio (Fig. 16).

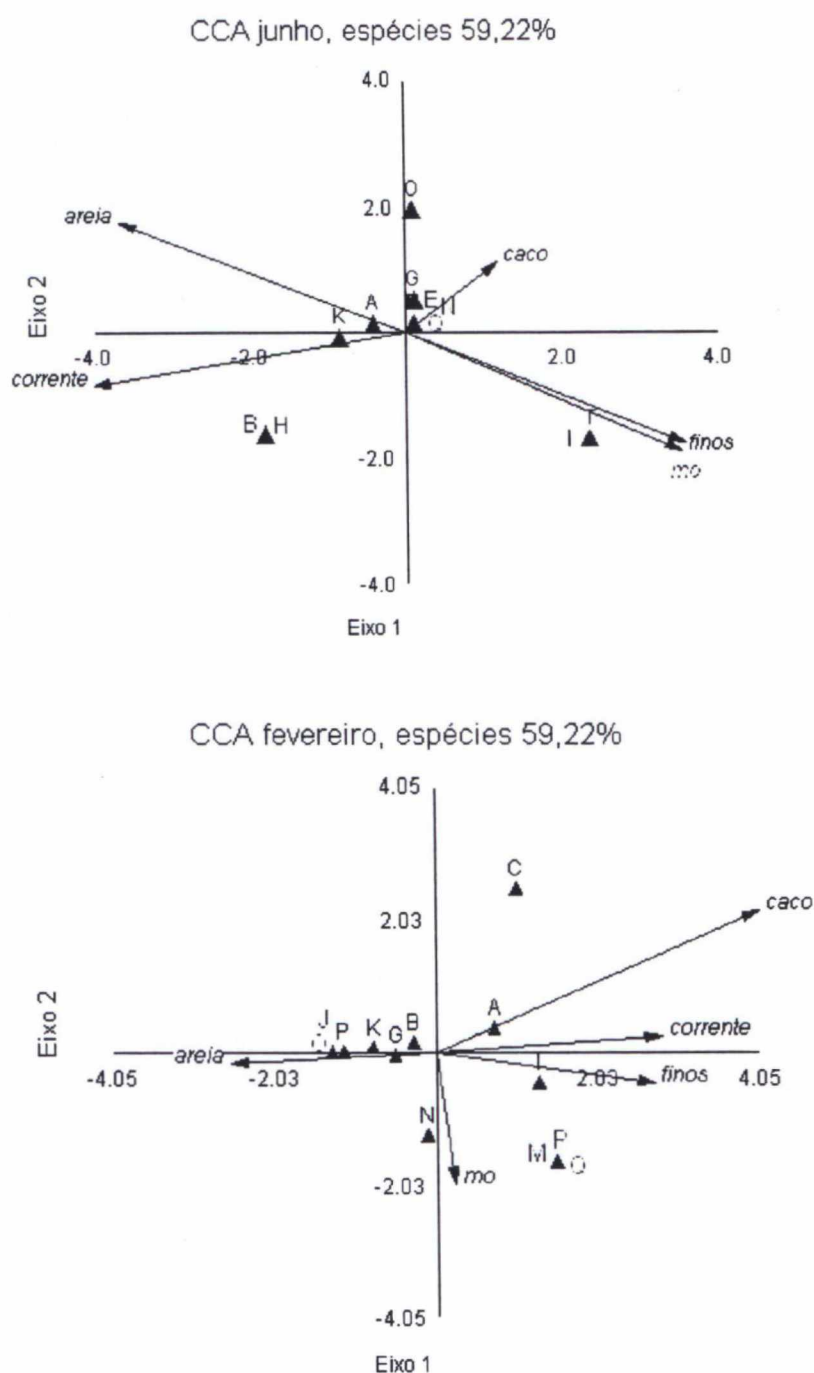


Fig. 15. Análise canônica de correspondência. Números em triângulos indicam as estações (1 a 12). Vetores representam variáveis ambientais; areia = indica a soma das frações areia; finos = indica a soma de silte e argila; caco = teor de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ); corrente = velocidade das correntes; mo = teor de matéria orgânica no sedimento. Os valores em percentagem no título de cada gráfico referem-se à soma das percentagens de variância explicadas pelos eixos 1 e 2.

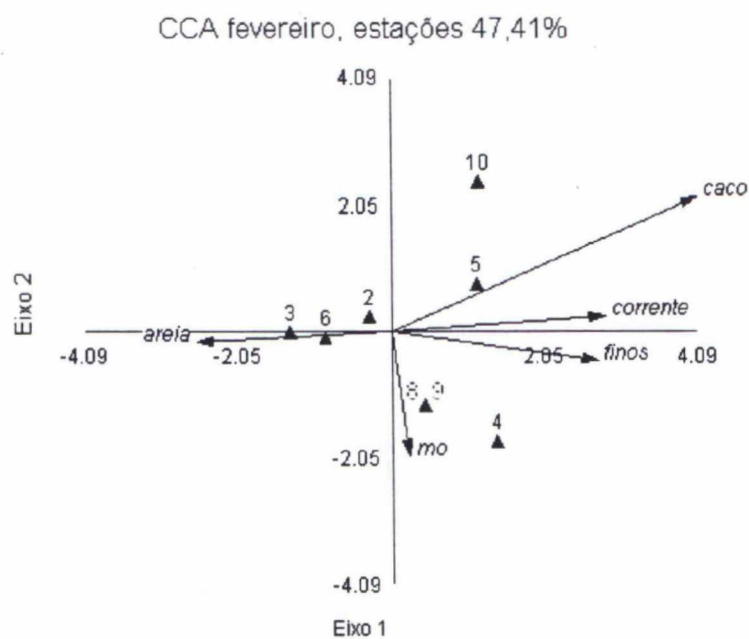
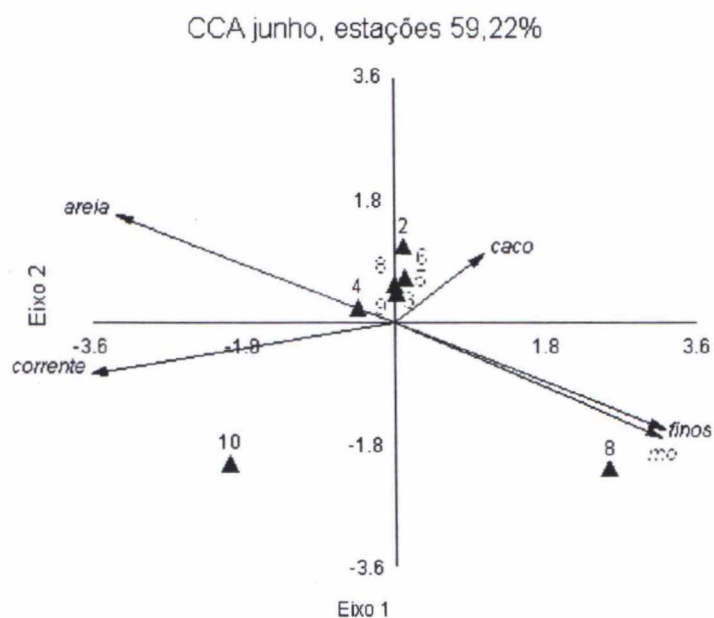


Fig. 16. Análise canônica de correspondência. Letras em triângulos indicam as espécies (A a U). Vetores representam variáveis ambientais; areia = indica a soma das frações areia; finos = indica a soma de silte e argila; caco = teor de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ); corrente = velocidade das correntes; mo = teor de matéria orgânica no sedimento. Os valores em percentagem no título de cada gráfico referem-se à soma das percentagens de variância explicadas pelos eixos 1 e 2.

## DISCUSSÃO

Com base nos dados obtidos neste estudo pode-se inferir que, como esperado, o sublitoral da Baía das Laranjeiras apresenta heterogeneidade quanto a distribuição de populações de moluscos. A malacofauna é composta, na sua maioria, por espécies de pequeno porte que se alimentam de depósitos nas camadas superficiais do sedimento, entre elas *C. caribaea*, *T. interrupta*, *T. alternata* e *M. tenta*.

A riqueza específica dos moluscos parece ser semelhante entre as Baías de Paranaguá e Laranjeiras, porém houve uma variação grande quanto aos táxons coletados por Lana (1986) na Baía de Paranaguá e os coletados no presente estudo na Baía das Laranjeiras.

A diferença mais marcante entre a fauna de moluscos das duas baías é a presença do gastrópode *Heleobia australis* em alguns pontos da Baía de Paranaguá, onde já foram registradas densidades na casa dos milhares por metro quadrado. Na área de estudo deste trabalho, apenas um indivíduo foi coletado na estação cinco, que é uma região atípica para a ocorrência desta espécie, pois apresenta substrato dominado pela classe areia. *H. australis* e outras espécies da família Hydrobiidae (“mud snails”) são tipicamente encontradas em regiões lodosas. Bemvenuti & Netto (1998) relataram que no setor mais externo da Lagoa dos Patos, que apresenta dominância das frações finas de sedimento, *H. australis* é responsável por 93% da ocorrência da macrofauna. No estuário de Cananéia, que pode ser considerado parte do mesmo complexo estuarino-lagunar do qual a Baía de Paranaguá faz parte (Lana *et al.*, 2000), Tommasi (1970) também registrou altas densidades desta espécie.

As grandes diferenças entre os sistemas estuarinos de Paranaguá e Cananéia em relação à Lagoa dos Patos, principalmente em relação a latitude e a geomorfologia, não permite uma comparação direta entre estes sistemas. Uma comparação superficial, no entanto, sugere que o número de espécies de

moluscos encontradas neste estudo é relativamente alto, pois naquele estuário apenas duas espécies de moluscos foram encontradas (Benvenuti & Netto, 1998).

É necessário ressaltar antes de quaisquer considerações posteriores que os resultados obtidos em levantamentos faunísticos estão condicionados ao tipo de amostrador utilizado. Neste estudo, o amostrador de fundo escolhido foi o do tipo “Van Veen” que pode apresentar deficiências na captura do substrato marinho, abaixo de 10 cm de profundidade. Embora se tenha observado que as pegadas foram em geral bem sucedidas, e que dificilmente existam moluscos que se enterrem abaixo de 10 cm neste ambiente, não se pode ter certeza que a totalidade dos taxa de um determinado ponto foram amostrados. Assumiu-se que estas possíveis imperfeições nas coletas, não sejam significativas a ponto de comprometer os resultados deste estudo.

### **Similaridade entre estações**

A comparação entre os índices de diversidade obtidos para cada estação mostra uma tendência de diminuição da diversidade no sentido sul-norte, isto é, as estações internas apresentam menos espécies e menor abundância que as estações localizadas próximas à entrada da baía. Esta tendência é mundialmente conhecida na literatura (Remane & Schlieper, 1971) e foi descrita para os estuários do sul e sudeste brasileiros (Benvenuti & Netto, 1998; Lana, 1986; Tommasi, 1970).

Apesar do índice de diversidade ter mostrado diferenças entre as estações, não foi observado um padrão linear bem estabelecido. Por exemplo, entre as estações 4, 5 e 6 localizadas na mesma transecção, foram observadas diferenças expressivas. Devem existir influências laterais de outros setores do complexo estuarino que podem interferir na distribuição dos moluscos. A quantificação da influência dos sistemas adjacentes, principalmente quanto à circulação de massas d'água ainda não foi estudada, dificultando quaisquer inferências sobre o seu funcionamento.

A preocupação principal deste trabalho foi constatar a existência de grandes padrões de ocorrência na baía. Certamente, nas estações amostradas, existem grandes variações de pequena escala (não registradas aqui por limitações metodológicas), associadas a processos particularmente importantes nesta escala.

As análises de ordenação, principalmente a PCO, mostraram uma tendência de agrupamento entre os meses, fortemente influenciada pela abundância das espécies encontradas (Fig. 11 C e D). Assim, observou-se a formação de dois conjuntos: o primeiro, onde a abundância foi maior, formado pelos meses de abril, fevereiro e junho; o segundo, menos evidente, composto pelos meses de agosto, outubro e dezembro, com menores abundâncias.

O aumento na abundância pode ser explicado pela colonização através de indivíduos adultos ou larvas. Como os moluscos marinhos adultos, principalmente os bivalves, tem uma capacidade restrita de movimentação, e como foram encontrados muitos indivíduos na fase juvenil, assumiu-se que os assentamentos larvais foram os responsáveis pelo incremento na abundância em algumas populações, principalmente das espécies mais conspícuas *C. caribaea* e *T. interrupta*.

A diferença observada entre os dois conjuntos de meses pode estar ligada indiretamente ao padrão climático da região onde uma situação de verão e outra de inverno são conhecidas (Lana, *et al.*, 2000). As variações anuais na temperatura, salinidade e outros fatores acionam primeiramente a reprodução nos organismos que possuem seu período reprodutivo condicionado à variações nos parâmetros abióticos. Supostamente ligado às variações físicas e químicas o desenvolvimento gonadal ocorre seguido da liberação de gametas, da fertilização e em seguida o recrutamento e o crescimento. Diferenças na abundância das populações só serão notadas alguns meses após o início deste ciclo. Provavelmente um evento reprodutivo desencadeado no começo do verão só possa ser visualizado nos meses de fevereiro e abril, quando os organismos já se encontram na fase bêmica do desenvolvimento. Os períodos de inverno e

primavera parecem estar associados a uma diminuição nas abundâncias de forma geral, seja por mortalidade ou deslocamento dos organismos para outras áreas.

**Fatores relevantes na distribuição dos moluscos: variáveis abióticas, recrutamento e predação.**

A temperatura tem relação direta com a taxa de filtração dos suspensívoros (pouco representados neste ambiente) e também no consumo dos depositívoros. O efeito da temperatura também pode ser indireto, quando afeta a produção bacteriana e a meiofauna que são itens alimentares dos detritívoros, ou bactérias e o fitoplâncton, o principal item na alimentação dos moluscos suspensívoros (Gili & Coma, 1998). Embora não se tenha medido as variações da temperatura da água ao longo do dia é possível que o seu efeito seja mais importante para os organismos sazonalmente, pois, não foram detectadas variações espaciais expressivas durante uma mesma coleta. As variações temporais, no entanto, atingiram neste estudo 8°C. Brandini (2000) registrou uma variação sazonal de 10,5°C. Estas variações sazonais na temperatura em conjunto com outras variáveis podem estar relacionadas com a determinação dos períodos de reprodução.

Os valores de salinidade mostram que a Baía das Laranjeiras apresenta características polihalinas (15-30 de salinidade média) na maior parte da área estudada. As variações na salinidade que ocorrem num período de maré não foram medidas neste estudo, embora sejam muito relevantes para a sobrevivência das espécies, principalmente para as que possuem mais afinidade com o ambiente marinho de plataforma onde este fator apresenta menos variação. O efeito nocivo das variações rápidas na salinidade, para os organismos marinhos, deve ser mais intenso nas planícies de maré que contornam a baía do que no sublitoral. A entrada abrupta de água doce através das chuvas pode baixar a salinidade em questão de minutos num banco lodoso. No sublitoral as mudanças de salinidade tendem a não ocorrer de forma tão abrupta e estão mais

relacionadas à introdução de água doce pela drenagem da planície litorânea e ao estado da maré. Mesmo numa situação de fortes chuvas, o volume de água na baía a ser diluído é muito grande, tornando difícil um possível choque osmótico nos organismos que habitam este ambiente.

A variável que apresenta uma grande importância na determinação da distribuição dos moluscos, que ultimamente tem recebido maior reconhecimento (Butman, 1987, Hall, 1994) é a velocidade das correntes, que em conjunto com as ondas, determinam a energia do ambiente em áreas semi-confinadas. A metodologia usada na coleta de dados das correntes, isto é, medidas pontuais junto ao fundo no momento da coleta do material biológico, não permite que sejam geradas conclusões sobre o funcionamento do sistema estudado. Porém, o uso destas medidas em conjunto com cartas náuticas que mostrem a batimetria da área pode ser interessante para o conhecimento da intensidade das correntes de fundo nos pontos estudados. Os maiores registros das velocidades de corrente na enchente foram influenciados pela hora em que foram realizadas as amostragens, não servindo, assim, para se considerar este dado como padrão para a baía.

A batimetria de fundo da Baía das Laranjeiras revela a presença de canais que drenam os sistemas estuarinos vizinhos. Os canais na baía são formados por fluxos intensos de água e tendem a ser muito dinâmicos. Neste trabalho, observaram-se as maiores velocidades de correntes (84,4 cm/s) na estação 10 localizada num canal estreito entre a Baía das Laranjeiras e a Enseada do Benito. Knoppers *et al.* (1987) afirmou que na Baía de Paranaguá as velocidades de corrente podem chegar a 125cm/s.

Jonsson *et al.* (1991) demonstraram, por meio de um experimento com larvas do bivalve *Cerastoderma edule*, que velocidades de corrente entre 5cm/s e 10cm/s possibilitavam a natação da larva no fluxo próximo (0,5mm) ao sedimento. Velocidades acima de 15cm/s tornavam o fluxo turbulento, causando freqüentemente a ressuspensão das larvas na coluna d'água. Os autores consideram que estes resultados de laboratório não devem representar fielmente as situações de campo, onde os fluxos raramente são unidirecionais e o substrato pode ser irregular. Na área de estudo, as velocidades registradas foram em média

maiores do que 30 cm/s. Estes dados mostram como a velocidade das correntes locais podem influenciar profundamente a distribuição dos moluscos, através do assentamento larval e de juvenis. Os estofos de maré podem ser os momentos mais importantes para o assentamento definitivo de larvas, pós-larvas e juvenis, no sublitoral.

Apesar de existirem hipóteses para a explicação do efeito das correntes na determinação da distribuição de populações de macroinvertebrados, este continua sendo um fenômeno pouco conhecido. A dinâmica das correntes pode ser interpretada como uma forma de estresse imposta ao substrato estuarino, pois causa distúrbios no sedimento impedindo o sucesso no recrutamento. De forma inversa, as correntes também podem permitir a gênese de novas populações através da deposição passiva das larvas juntamente com partículas de sedimento com a mesma densidade (Butman, 1987)

Os trabalhos que correlacionam a ocorrência da macrofauna marinha com as características do sedimento geralmente usam a distinção entre sedimentos lodosos e arenosos (revisão em Snelgrove & Butman, 1994). Para a Baía das Laranjeiras, a classificação mais precisa seria sedimento areno-lodoso. Observou-se a dominância da classe areia em todas as estações, exceto a estação 8 em uma das coletas. Este dado deve ser considerado com cautela, pois, representa apenas a média entre as várias frações encontradas. Em todas as amostras o grau de seleção foi classificado nos parâmetros: muito pobremente selecionado ou extremamente mal selecionado, ou seja, em todas as estações várias classes granulométricas estavam representadas. Mesmo nas estações sujeitas a forças de corrente intensas ( $>60\text{cm/s}$ ) foram encontrados pelo menos 10% de finos. No ponto 10, localizado no canal que liga a Baía das Laranjeiras à Enseada do Benito, com profundidade média de 10m, as correntes foram muito intensas e a quantidade de finos ficou em torno de 5%.

Foram observadas, durante a fase de triagem, partículas formadas por agregados da fração silte-argila que freqüentemente atingiam tamanhos maiores que 1 cm. Este fato não foi evidenciado no laudo laboratorial sobre as características do sedimento, pois, o método de processamento das amostras

utilizado neste estudo, que é o mais usado em estudos geológicos em geral, não considera agregados sedimentares naturais. São usadas substâncias dispersantes para se obter as partículas sedimentares primárias. A presença deste tipo de estrutura no sedimento pode explicar a presença de finos em áreas de correntes intensas e certamente esta característica do sedimento apresenta relevância ecológica que não pode ser subestimada.

Os valores de matéria orgânica e de carbonato de cálcio obtidos neste estudo não indicam um padrão claro de distribuição destas variáveis. Houve mudanças muito marcantes entre as duas amostragens, realizadas com intervalo de sete meses entre si.

Serão propostas a seguir duas maneiras de interpretar este conjunto de dados. A primeira, considera os parâmetros sedimentares comportando-se de forma relativamente estável em uma área no decorrer do tempo. Assim, as diferenças encontradas podem ser atribuídas à amostragem, que embora tenha sido repetida em coordenadas aproximadas (há um erro na localização de pontos através do GPS), não amostrou necessariamente o mesmo ponto.

A segunda forma de explicar as discrepâncias observadas assume que existem diferenças periódicas na composição do sedimento estuarino. Como a distribuição dos componentes sedimentares depende da hidrodinâmica, é razoável admitir que existam variações diárias e sazonais nas concentrações de matéria orgânica, carbonato de cálcio e até mesmo das frações granulométricas encontradas num determinado ponto, principalmente nas camadas superficiais do sedimento.

Provavelmente, a hipótese que explica as variações encontradas com base na hidrodinâmica seja a mais verossímil, porém a falta de exatidão na amostragem de pontos no sublitoral, também deve ser considerada. Uma outra característica dos sedimentos marinhos, não analisada neste estudo, que está ligada à distribuição dos organismos é a variação vertical na sua composição.

As ligações entre os parâmetros ambientais e a fauna de moluscos foram acessadas por meio da análise canônica de correspondência. As variações observadas entre os dados de fevereiro e junho, tanto em relação ao

comportamento dos parâmetros ambientais, quanto na distribuição espacial das estações foram intensas. Primeiramente, o fato de muitas espécies apresentarem baixa abundância, torna a análise pouco informativa, pois, ocorrências aleatórias de espécies, que não estejam realmente habitando o ponto onde foram coletadas, na forma de populações bem estabelecidas, podem levar a conclusões falsas. Como não houve repetições nas amostragens é difícil determinar se uma espécie ocorre com densidades baixas ou se o aparecimento de um único indivíduo foi um evento aleatório.

Em fevereiro, observou-se uma correlação positiva entre as estações 2, 3 e 6, o parâmetro areia e a ocorrência de *C. caribaea*, o que não aconteceu em junho (Fig. 14). Apesar de se saber que as comunidades de fundos não consolidados apresentam variações temporais na sua distribuição, a intensidade das variações encontradas neste ambiente, ilustrada pela comparação entre os meses de fevereiro e junho, sugere uma alta dinâmica na colonização e desestabilização das populações de moluscos.

Esta mesma conclusão pode ser interpretada nos dados de distribuição das espécies em relação aos gradientes ambientais. A falta de um padrão de distribuição temporal mais consistente sugere que não há especificidade, na maioria dos casos, entre os parâmetros ambientais avaliados e a ocorrência das populações.

Um fato relevante para o entendimento da distribuição da fauna de moluscos neste ambiente foi a ocorrência inexpressiva ou a ausência de indivíduos adultos de algumas espécies. Foi registrada a presença de apenas um indivíduo adulto de *C. subrostrata* durante todas as coletas. Todos os demais eram juvenis com menos que 3 mm. Este dado mostra que embora *C. subrostrata* tenha ocorrido com uma porcentagem expressiva em relação às demais espécies, faltam evidências para considerá-la como sendo típica residente do sublitoral. Resultados similares relacionados à ocorrência de juvenis foram encontrados para outras espécies menos freqüentes, entre elas *Pitar palmeri*, *Crassinella lunulata*, *Codakia costata*., *Macoma* sp., *Semele casali*.

Como não foram encontrados indivíduos adultos, estas ocorrências podem estar relacionadas a eventos esporádicos de recrutamento, provavelmente por meio de larvas importadas de ambientes vizinhos como a plataforma continental ou bancos não vegetados. Uma comparação entre o estudo da assembléia de moluscos em planícies não vegetadas na Baía de Paranaguá, desenvolvido por Boehs & Absher (1999), fornece alguns dados interessantes para ilustrar esta questão. Quatro espécies encontradas esporadicamente no presente estudo (*Nassarius vibex*, *Thais marie*, *Tagelus divisus* e *Chione subrostrata*) apresentaram populações bem estabelecidas em bancos não vegetados no setor mediano da Baía de Paranaguá.

A hipótese da importação de larvas pode ser fortalecida pela ocorrência dos juvenis principalmente na região com maior influência marinha, e não estuário a dentro. As larvas de espécies marinhas ao entrarem passivamente no estuário devem enfrentar grandes eventos de mortalidade em massa pelas próprias características deste ambiente, que pode apresentar diferenças de salinidade expressivas durante um curto período de tempo. As adversidades impostas pelo ambiente estuarino frequentemente são intensificadas durante tempestades e eventos de frente fria. Apesar da mortalidade, algumas larvas podem conseguir se desenvolver por um período, mas a colonização é inviável, pois as pressões exercidas pelo ambiente são muito grandes para organismos não adaptados.

Um outro evento que pode acontecer e talvez explicar a não ocorrência de adultos de algumas espécies dentro do estuário é o transporte de pós-larvas e juvenis na coluna d'água. Devido principalmente a distúrbios proporcionados pela força das correntes, os juvenis podem ser ressuspensos na coluna d'água (ou na "bottom boundary-layer" que é a parte da coluna d'água que permanece adjacente ao fundo) e podem estar sendo carregados do estuário, para o ambiente marinho de origem, considerando-se as fortes correntes de vazante existentes neste estuário. A possibilidade de transporte na coluna d'água foi estudada por Hewitt *et al.* (1997), onde verificou-se a dispersão pós assentamento de duas espécies de bivalves, num ambiente onde a máxima velocidade registrada foi  $40\text{cm s}^{-1}$ .

Embora não se tenha estudado especificamente o efeito da predação na estruturação de comunidades neste trabalho, algumas observações podem ser relatadas como uma forma de corroborar a relevância deste processo. Os únicos moluscos predadores encontrados foram os gastrópodes *Natica* sp. e *Thais marie*, sendo que o segundo é um predador de ostras e cracas freqüentemente encontrado em substratos duros. *Natica* sp. está inserida na família Naticidae, que é conhecida na literatura pelo hábito de predar outros moluscos, entre eles, os da família Corbulidae (Kardon, 1998) amplamente encontrados na baía. Embora existam hipóteses da relação Corbulidae/Naticidae, a evidência mais forte de predação encontrada na Baía das Laranjeiras neste trabalho, que potencialmente pode ser um fator controlador das densidades populacionais, foi o grande número de conchas vazias de *T. interrupta* encontradas com uma perfuração típica de Naticidae. O número preciso de conchas predadas não foi contado, mas seguramente alcança a casa de algumas centenas.

## CONCLUSÕES

Em decorrência das pesquisas desenvolvidas neste estudo, ficaram evidenciadas as seguintes conclusões:

- O sublitoral da Baía das Laranjeiras é habitado por espécies de pequeno porte, que apresentam distribuição pouco agregada.
- Quando comparado com os bancos lodosos, o sublitoral apresenta, em geral, menores riqueza específica e abundância, sintetizadas numa menor diversidade.
- Maiores valores de diversidade foram encontrados na entrada e menores no interior da baía.
- No decorrer do ano, existem grandes variações em relação a ocorrência e distribuição das espécies de moluscos, sendo os meses de fevereiro e abril, os únicos onde observou-se uma estabilidade na distribuição espacial das espécies.
- Os principais fatores que influenciam a ocorrência de populações neste ambiente são a energia ambiental e a salinidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAIRD, D.; ULANOWICZ, R. E. Comparative study on the trophic structure, cycling and ecosystem properties of four tidal estuaries. **Marine Ecology Progress Series**, v. 99, p. 221-237, 1993.
- BENVENUTI, C. A.; NETTO, S. A. Distribution and seasonal patterns of the sublitoral benthic macrofauna of Patos Lagoon (South Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58(2), p. 211-221, 1998.
- BIGARELLA, J. J. **A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná...um problema de segurança ambiental e nacional (contribuição a geografia, geologia e ecologia regional)**. Governo do Estado do Paraná. Secretaria de Estado do Planejamento. Associação de Defesa e Educação ambiental (ADEA), Curitiba, 1978.
- BOEHS, G.; ABSHER, T. M. Composição e distribuição espaço-temporal da malacofauna bêntica de planícies entremarés da Baía de Paranaguá, PR, Brasil. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, 8., 1999, Trujillo (Peru), **Resumos...** p. 539-541.
- BRANDINI, N. **Variação espacial e sazonal da produção primária do fitoplâncton em relação às propriedades físicas e químicas na Baía das Laranjeiras (Paraná – Brasil)**. Curitiba : [s.n.], 2000. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Botânica, Universidade Federal do Paraná.
- BROGIM, R. A.; LANA, P. C. Distribuição espacial e variabilidade sazonal da infauna bêntica de manguezais das baías de Paranaguá e Antonina, Paraná, Brasil. In: VIII Congresso Latinoamericano de Ciências do Mar, Trujillo (Peru), 1999. **Resumos...** p. 480-481.

- BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; VON ENDE, C. N. **Field and Laboratory Methods for General Ecology**. New York: McGraw-Hill, 1998.
- BUCHANAN, J. B. Sediments. In: Holme, N.A.; McIntyre, A. D. (Ed.) **Methods for the Study of the Marine Benthos**. Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1971. p. 30-52.
- BUTMAN, C. A. Larval settlement of soft-sediment invertebrates: the spacial scales of pattern explained by active habitat selection and the emergin rôle of hydrodynamical process. **Oceanography and Marine Biology: an annual review**, v. 25, p. 113-165, 1987.
- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in marine communities – an approach to statistical analysis and interpretation**. Bournemouth: Bourne Press Limited, 1994.
- CONNOLY, S. R.; ROUGHGARDEN, J. Theory of marine communities: competition, predation, and recruitment-dependent interaction strength. **Ecological Monographs**, v. 69(3), p. 277-296, 1999.
- CONSTABLE, A. J. Ecology of benthic macro-invertebrates in soft-sediment environments: A review of progress towards quantitative models and predictions. **Australian Journal of Ecology**, v. 24, p. 452-476, 1999.
- DEAN, W. E. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss of ignition: comparison with other methods . **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 44(2), p. 242-248, 1974.

- DEKKER, R.; BEUKEMA, J. J. Relation of summer and winter temperatures with dynamics and growth of two bivalves, *Tellina tenuis* and *Abra tenuis*, on the northern edge of their intertidal distribution. **Journal of Sea Research**, v. 42, p. 207-220, 1999.
- DISARÓ, S. T. **Associações de Foraminíferos da Baía das Laranjeiras, Complexo Estuarino Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil**. Curitiba, 1995. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.
- FAIRWEATHER, P. G. Determining the 'health' of estuaries: Priorities for ecological research. **Australian Journal of Ecology**, v. 24, p. 441-451, 1999.
- GILI, J. M.; COMA, R. Benthic suspension feeders: their paramount role in littoral marine food webs. **TREE**, v. 3(8), p. 316-321, 1998.
- HALL, S. J. Physical disturbance and marine benthic communities: life in unconsolidated sediments. **Oceanography and Marine Biology: an annual review**, v. 32, p. 179-239, 1994.
- HEWITT, J. E.; PRIDMORE, R. D.; TRUSH, S. F.; CUMMINGS, V. J. Assessing the short-term stability patterns of macrobenthos in a dynamic estuarine system. **Limnology and Oceanography**, v. 42(2), p. 282-288, 1997.
- JONSSON, P. R.; ANDRÉ, C.; LINDEGARTH, M. Swimming behaviour of marine bivalve larvae in a flume boundary-layer flow: evidence for near bottom confinement. **Marine Ecology Progress Series**, v. 79, p. 67-76, 1991.
- KARDON, G. Evidence from the fossil record of an antipredatory exaptation: conchiolin layers in corbulid bivalves. **Evolution**, v. 52(1), p. 68-79, 1998.

KNOPPERS, B. A.; BRANDINI, F. P.; THAMM, C. A. Ecological studies in the Bay of Paranaguá II – some physical and chemical characteristics. Pontal do Sul: **Nerítica**, v. 2(1), p. 1-36, 1987.

LANA, P. C. Macrofauna Bêntica de Fundos Sublitorais não Consolidados da Baía de Paranaguá. **Nerítica**, v. 1(3), p. 79-89, 1986.

LANA, P. C.; GUISS, C. Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranaguá Bay (Southeastern Brazil). **Marine Ecology Progress Series**, v. 73, p. 231-244, 1991.

LANA, P. C.; COUTO, E. C. G.; ALMEIDA, M. V. Polychaete distribution and abundance in intertidal flats of Paranaguá Bay (SE, Brazil). **Bulletin of marine science**, v. 60(2), p. 433-442, 1997.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. In: **Ecological studies, Coastal Marine Ecosystems of Latin America**. Berlim: Springer-Verlag, 2000, p. 131-145.

LOPES, R. M.; DO VALE, R.; BRANDINI, F. B. Composição, abundância e distribuição espacial do zooplâncton no complexo estuarino de Paranaguá durante o inverno de 1993 e o verão de 1994. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 46(2), p. 195-211, 1998.

NETTO, S.A.; LANA, P. C. Zonação e estratificação da macrofauna bêntica em um banco areno-lodoso do setor euhalino de alta energia da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil). **Iheringia Série Zoológica**, v. 79, p. 27-37, 1995.

- ÓLAFSSON, E. B.; PETERSON, C. H.; AMBROSE Jr, W. G. Does recruitment limitation structure populations and communities of macro-invertebrates in marine soft sediment: the relative significance of pre- and post- settlement process. **Oceanography and Marine Biology: an annual review**, v. 32, p. 65-109, 1994.
- PALMER, M. 2000. **Ordination Methods for Ecologists**. Disponível em: <<http://www.okstate.edu/artsci/botany/ordinate>> Acesso em: 18 abr. 2001.
- REMANE, A.; SCHLIEPER, C. **Biology of brackish water**. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nagële u. Obermiller). 2. ed. Stuttgart: Wiley Interscience Division, 1971.
- ROSENBERG, R. Benthic marine fauna structured by hydrodynamic processes and food availability. **Netherlands Journal of Sea Research**, v. 34(4), p. 303-317, 1995.
- SCHLACHER, T. A.; WOOLDRIDGE, T. H. How sieve mesh size affects sample estimates of estuarine benthic macrofauna. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 201, p. 159-171, 1996.
- SOARES, C. R.; BARCELOS, J. H. Considerações sobre os sedimentos de fundo das Baías das Laranjeiras e Guaraqueçaba – Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil). **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 43, p. 41-60, 1995.
- SNELGROVE, P. V. R.; BUTMAN, C. Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. **Oceanography and Marine Biology: an annual review**, v. 32, p. 111-177, 1994.
- SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo, Edgar Blücher, 1973.

- TOMMASI, L. R. Observações sobre a fauna bêmica do Complexo Estuarino-lagunar de Cananéia (SP). **Boletins do Instituto Oceanográfico**, S Paulo, v. 19, p. 43-56, 1970.
- THRUSH, S. F. Complex role of predators in structuring soft-sediment macrobenthic communities: Implications of changes in spatial scale for experimental studies. **Australian Journal of Ecology**, v. 24, p. 344-354, 1999.
- VAN DER MEER, J. Sampling design of monitoring programmes for marine benthos: a comparison between the use of fixed versus randomly selected stations. **Journal of Sea Research**, v. 37, p. 167-179, 1997.
- DE VILLIERS, C. J.; ALLANSON, B. R.; HODGSON, A. N. The effect of temperature on the filtration rate and distribution of *Solen cylindraceus* (Hanley) (Mollusca: Bivalvia). **South African Journal of Zoology**, v. 24(1), p. 11-17, 1989.
- WILSON, J. G.; ELKAIM, B. Estuarine bioindicators – a case for caution. **Acta Oecologica**, v. 13, p. 345-58, 1992.
- WOODIN, S. A. Shallow water benthic ecology: A North American perspective of sedimentary habitats. **Australian Journal of Ecology**, v. 24, p. 291-301, 1999.

Apêndice 1. Distribuição das frações sedimentares nas estações de coleta e meses. EST = Estação; GRAN = Grânulo, AMG = Areia muito grossa; AG = Areia grossa; AM = Areia média; AF = Areia fina; AMF = Areia muito fina; SG = Silte grosso; SM = Silte médio; SF = Silte fino SMF = Silte muito fino.

|           | EST | GRAN1 | GRAN2 | AMG1  | AMG2  | AG1   | AG2   | AM1   | AM2   | AF1   | AF2   | AMF1  | AMF2  | SG  | SM   | SF   | SMF | ARGILA |
|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|------|------|-----|--------|
| Junho     | 1   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0,098 | 0,715 | 8,72  | 22,08 | 8,56  | 0,915 | 0,22  | 0,035 | 0,5 | 7    | 0    | 0   | 0,75   |
|           | 2   | 0,21  | 0,365 | 0,285 | 0,42  | 1,01  | 4,49  | 14,93 | 11,4  | 9,51  | 1,79  | 0,34  | 0     | 1,5 | 1,5  | 1    | 0,5 | 0,25   |
|           | 3   | 1,98  | 3,22  | 4,015 | 4,534 | 4,321 | 6,486 | 6,71  | 3,99  | 5,512 | 1,71  | 0,272 | 0     | 3,5 | 2,5  | 0    | 1   | 0,25   |
|           | 4   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0,857 | 13,72 | 20,87 | 8,81  | 0,957 | 0,253 | 0     | 0   | 0,5  | 0,5  | 1   | 2,25   |
|           | 5   | 3,91  | 3,402 | 2,39  | 2,637 | 3,418 | 3,592 | 6,887 | 8,162 | 10,71 | 2,549 | 0,59  | 0     | 0   | 0    | 1    | 0,5 | 0,25   |
|           | 6   | 0     | 0     | 0,03  | 0,032 | 0,163 | 2,261 | 9,234 | 9,54  | 13    | 1,001 | 0     | 0     | 0   | 12,5 | 0    | 0   | 2,25   |
|           | 7   | 0     | 0     | 0,16  | 0,251 | 0,73  | 3,004 | 11,99 | 9,871 | 7,604 | 1,341 | 0,3   | 0     | 0,5 | 13   | 0    | 0   | 1,25   |
|           | 8   | 0     | 0     | 0     | 0,056 | 0,116 | 0,795 | 3,667 | 4,171 | 6,989 | 3,214 | 0,616 | 0     | 0   | 7,5  | 16,5 | 2,5 | 3,75   |
|           | 9   | 0     | 0     | 0,163 | 0,031 | 0,051 | 0,299 | 2,346 | 6,542 | 27,79 | 2,917 | 0,607 | 0     | 1   | 1    | 2,5  | 0,5 | 4,25   |
|           | 10  | 1,039 | 2,129 | 2,373 | 2,398 | 2,624 | 6,24  | 16,51 | 6,113 | 6,553 | 1,246 | 0,53  | 0     | 0   | 0,5  | 0    | 0,5 | 1,75   |
|           | 11  | 0,212 | 0,092 | 0,053 | 0,121 | 0,508 | 2,89  | 12,06 | 15,18 | 9,826 | 1,18  | 0,248 | 0     | 0   | 5,5  | 0    | 0   | 1,25   |
|           | 12  | 0     | 0     | 0     | 0,194 | 0,555 | 4,14  | 10,1  | 7,398 | 11,97 | 2,1   | 0,568 | 0     | 1,5 | 3,5  | 5    | 1   | 1,25   |
| Fevereiro | 1   | 0     | 0     | 0,113 | 0,16  | 1,76  | 2,38  | 11,05 | 16,7  | 4,546 | 0,901 | 0,148 | 0     | 1,5 | 2    | 5,5  | 1   | 2,25   |
|           | 2   | 0,154 | 0,055 | 0,457 | 0,428 | 2,385 | 1,901 | 8,51  | 19,83 | 7,708 | 1,149 | 0,174 | 0     | 1   | 2,5  | 1    | 1   | 1,75   |
|           | 3   | 0,687 | 0,155 | 0,422 | 0,182 | 0,87  | 0,75  | 6,725 | 22,03 | 10,68 | 1,531 | 0,22  | 0     | 1   | 1    | 0,5  | 0,5 | 2,75   |
|           | 4   | 0     | 0     | 0,181 | 0,254 | 1,36  | 1,225 | 6,316 | 17,9  | 11,91 | 1,807 | 0,3   | 0     | 1   | 5    | 0,5  | 0,5 | 1,75   |
|           | 5   | 0,759 | 0,328 | 1,925 | 1,007 | 2,896 | 1,235 | 4,296 | 14,01 | 9,146 | 2     | 0,15  | 0     | 1   | 3    | 6    | 0,5 | 1,75   |
|           | 6   | 0,136 | 0,045 | 0,132 | 0,039 | 0,152 | 0,188 | 2,841 | 23,91 | 12,32 | 1,87  | 0,113 | 0     | 0,5 | 1,5  | 4    | 1,5 | 0,75   |
|           | 7   | 0,243 | 0,114 | 0,587 | 0,405 | 1,864 | 1,906 | 7,14  | 13,46 | 4,727 | 1,003 | 0,304 | 0     | 2,5 | 3    | 8    | 2,5 | 2,25   |
|           | 8   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0,35  | 1,01  | 13,1  | 26,48 | 3,81  | 0,35  | 0,15  | 0     | 0,5 | 0    | 0,5  | 2   | 1,75   |
|           | 9   | 0     | 0     | 0,397 | 0,64  | 3,205 | 2,26  | 10,61 | 17,58 | 6,793 | 1,106 | 0,162 | 0     | 1   | 1    | 1,5  | 2,5 | 1,25   |
|           | 10  | 0,507 | 0,332 | 3,336 | 2,078 | 5,699 | 2,984 | 12,1  | 14,48 | 4,464 | 0,663 | 0,108 | 0     | 0,5 | 0,5  | 0    | 1   | 1,25   |
|           | 11  | 0     | 0     | 0     | 0,057 | 0,047 | 0,062 | 0,469 | 7,359 | 23,3  | 2,705 | 0,255 | 0     | 4   | 2    | 2    | 6,5 | 1,25   |
|           | 12  | 0,94  | 0,18  | 0,423 | 0,18  | 1,533 | 1,71  | 9,156 | 22,08 | 7,479 | 0,94  | 0,126 | 0     | 2,5 | 0,5  | 0    | 1   | 1,25   |











