

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA  
MESTRADO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA MACROFAUNA  
BENTÔNICA NO ESTUÁRIO DO PINA, RECIFE-PE.**

**MARIA DOS PRAZERES RODRIGUES DE LIMA**

**RECIFE, 2006**

**MARIA DOS PRAZERES RODRIGUES DE LIMA**

**VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA MACROFAUNA  
BENTÔNICA NO ESTUÁRIO DO PINA, RECIFE-PE.**

Dissertação apresentada ao Mestrado em  
Biologia Animal, do Departamento de  
Zoologia do Centro de Ciências  
Biológicas da Universidade Federal de  
Pernambuco, como parte dos requisitos  
para obtenção do grau de Mestre em  
Ciências na área de Biologia Animal.

**ORIENTADOR:**

Prof<sup>o</sup> Dr. José Roberto Botelho de Souza

**RECIFE  
2006**

CAT.2

**Lima, Maria dos Prazeres Rodrigues de**  
**Variação espacial e temporal da macrofauna bentônica no estuário do**  
**Pina, Recife – PE / Maria dos Prazeres Rodrigues de Lima. – Recife: A**  
**Autora, 2006.**

**74fls.: il. quadros, tabelas.**

**Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB,**  
**Ciências Biológicas.**

**1. Macrofauna 2. Bentos 3. Estuário 4. Polychaeta I. Título**

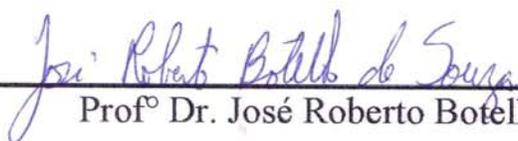
<u>577.77</u>	<u>CDD (22.ed.)</u>	<u>UFPE</u>
574.587	CDU (2.ed.)	CCB – 2006 – 007

MARIA DOS PRAZERES RODRIGUES DE LIMA

**VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA MACROFAUNA  
BENTÔNICA NO ESTUÁRIO DO PINA, RECIFE-PE.**

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora em 22.02.2006

Examinadores:



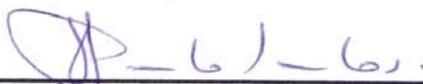
Prof<sup>o</sup> Dr. José Roberto Botelho de Souza (Orientador)



Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup>. Clélia Márcia Cavalcanti da Rocha



Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup>. Paula Braga Gomes



Prof<sup>o</sup> Dr. Paulo Jorge Parreira dos Santos

Suplentes:

Prof<sup>o</sup> Dr. José Souto Rosa Filho

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Verônica Fonsêca-Genevois

**RECIFE  
2006**

A todos que se aventuram nessa viagem sem destino, que abdicam de momentos prazerosos, para sentirem o prazer final de um trabalho concluído. Àqueles que não pouparam esforços, que mal dormiram, que mal viveram, em prol dessa loucura chamada ciência. Àqueles que embora não tenham sido recompensados, ou seus esforços não tenham sido reconhecidos, mas que fizeram sua parte acrescentando à Ciência a contribuição da sua vida, dedico.

“Aplicando-me a conhecer a sabedoria e ver o trabalho que há sobre a terra, então contemplei toda a obra de Deus e vi que o homem não pode compreender a obra que se faz debaixo do sol; por mais que trabalhe o homem para a descobrir, não a entenderá; e, ainda que diga o sábio que a virá a conhecer, nem por isso a poderá achar”.  
(Ec 8:16-17)

“Ainda que conhecesse todo o mistério e toda a ciência se não tivesse amor, nada disso me adiantaria” (1Cor 13).

## AGRADECIMENTOS

A Deus, porque sem Ele eu nada teria realizado, pois de mim mesma não sou capaz de fazer nada, mas minha capacidade vem d'Ele.

A meus pais, força da minha vida, base que me faz crescer e lutar cada vez mais por um lugar ao sol. A eles que com muita sabedoria e prudência, conseguiram estabelecer a família Lima, Uma família unida, forte, consolidada, pilar para minha vida.

A meu irmão João Paulo, pelas conversas, conselhos, quebra-galhos, pelas ajudas nas etapas computadorizadas de meu trabalho. Quem ouviu meus desabafos, pacientemente, e até participou indiretamente do dia-a-dia do Labdin. E quem sempre aguçou minha curiosidade como cientista, me desafiando com perguntas inusitadas acerca do mundo biológico. Com as quais aprendi muito.

A minha irmã Micheline, pelo incentivo, pelos almoços, pela amizade e cuidados de sempre. Que me deu um maravilhoso presente, Camilinha, por quem tenho um amor especial, quem, durante esses dois últimos anos, ao invés de ouvir historinhas para dormir, ouviu: “estou sem tempo!” Mas que tenho certeza que me espera pacientemente. Amo vocês!

Ao meu Amigo, Professor e Orientador Dr. José Roberto Botelho de Souza, verdadeiro Pai científico. Pela confiança em mim depositada nas oportunidades que me foram dadas, o que me fizeram crescer. Pelos momentos difíceis, mas indispensáveis ao amadurecimento, por esses anos de amizade e dedicação a esse trabalho e ao meu crescimento profissional.

Ao Professor Paulo Santos, pelos momentos de descontração, pelas sugestões nos momentos de dúvidas, pela disponibilização de bibliografias, enfim pela amizade conquistada ao longo desse período.

A turma do LABDIN: Adrianne, Ananias (O Cara), Ana Paula, Ana Maria, Danielle, Tita Linda, Renata, Tati, Hilquias, Manu, Gil (A Lenda), Priscila (Pri), Paulo Bonifácio, Paulo Carvalho, Paulo Santos, Mônica, Glória, Eduardo, Paula Brayner, Raquel, Selma. Pelos almoços comunitários, pelos momentos de trabalho

acoplados à diversão e muitas “palestras”, que fizeram desta missão uma tarefa menos árdua. Pelos ensinamentos de vida e pelas experiências compartilhadas.

Aqueles que colaboraram diretamente na realização deste trabalho: Hilquias, Eduardo e Gil pela força nas coletas. Paulo Bonifácio, Manu e Edna pela ajuda na triagem. Tita pela formatação e digitação dos textos. Paulo e Mônica Carvalho pela identificação dos Crustacea, pela ajuda na biomassa, nas dúvidas, na bibliografia.

A Priscila Murolo por suas valiosas ajudas no abstract, pelas bibliografias cedidas, pelos maravilhosos almoços, pela companhia, pelas aulas de Inglês. Você me surpreendeu e me ensinou muitas coisas que me fizeram crescer. Obrigada!

Ao casal Mor, Mônica e Paulo Botter, por essa amizade que começou meio turbulenta, mas que alçou vôos seguros e altos. Pela ajudas valiosas e nunca negadas, pelos ouvidos na hora do desabafo, pela tentativa de amenizar meus stress. Pela dedicação a minha pessoa, pela confiança depositada em mim. Pelo exemplo que são de responsabilidade e amizade real. Que não é trocada pelo vento.

A Tita Linda pela valiosa ajuda na parte final e decisiva desse trabalho. Pelos momentos difíceis, pelas palavras de apoio, pela companhia noite afora, pelas canções para amenizar o cansaço, pelas lágrimas para amenizar a dor, pela sincera amizade conquistada em meio a tantas desavenças, por ter sido uma espécie de Mãezona, preocupada e disposta a dar tudo de si em prol do que se chama amizade. Te amo!

A Dona Suely e Céa, mãe e babá da Tita, que nunca mediram esforços para alimentar o batalhão LABDIN, sempre com “sabor e amor”. O que foi muito importante para enfrentar o nosso dia-a-dia.

A Daniele Menor pelas ajudas valiosas, pelas correções, pelas caronas, pelas fotos, e pelos momentos de descontração.

A Ana Paula por nunca ter negado pão a quem tem fome. Que através de Dona Ana tem adocicado nossas vidas com suas deliciosas tortas, sempre com amor. Em especial a James por quem até hoje espero conhecer.

A turma do mestrado, em especial à Suzanna, Fábio e Enilma pelos momentos hilários e inesquecíveis. A Enilma (Mamuska) por ter cedido gentilmente a sua casa, por ter nos acompanhado noite afora, favorecendo o término deste trabalho. Pelo cuidado e carinho que tens por mim. E a sua irmã Elvya (Tiuska) pela companhia e pelas comidinhas especiais. Obrigada!

Um agradecimento especial a Hilquias, companheiro de longa jornada, (Meu irmão Doido!!) sempre disposto a me ajudar nas saídas a campo, mesmo não tendo identificado seu *Donax* sp. Te agradeço.

A Paulo Bonifácio (Paulo!!!!) a quem sempre gritei por socorro e que sempre esteve disposto a me ajudar, sem medir esforços. Pelas caronas na parada do ônibus, pelo S.O.S computador, pela bicicleta, enfim pela valiosa amizade que conseguimos construir.

Ao meu namorado Tiago (Biólogo por amor!), pelo carinho e amor nos momentos de estresse, ou pelos estresses nos momentos de carinho e amor. Pelo silêncio na hora certa. Pela indispensável ajuda nas aulas de campo, na pesagem dos organismos, na digitação de textos, na sempre perfeita vontade de me ajudar e dividir meus esforços. Pela compreensão, paciência e por estar sempre ao meu lado, crescendo junto comigo.

Aos meus amados Kelvin e Luziara, que têm me dado apoio espiritual, que têm torcido por mim e esperado pacientemente pela minha disponibilidade. Em especial a Lu, pela ajuda na correção dos textos e pelas palavras de ânimo que me fizeram crescer e lembrar que Deus nunca me abandonou.

A professora Dra. Cleide Ribeiro de Albuquerque por disponibilizar os equipamentos do laboratório de invertebrados terrestres, o que foi muito importante na realização deste trabalho.

A Dr. Mônica Ferreira Costa, do Departamento de Oceanografia da UFPE, pelo empréstimo de equipamentos de coleta e por disponibilizar o laboratório para análise de oxigênio dissolvido.

A Professora Dra. Paula Braga pela identificação dos Antozoários.

Ao professor Dr. Marcello Navarro, do Laboratório de Eletrossíntese Orgânica, Departamento de Química Fundamental, por ter gentilmente disponibilizado o seu laboratório para utilização da balança de precisão.

A Dra. Cynthia Gomes do Centro de Estudos do Mar – CEM, da Universidade Federal do Paraná, pela bibliografia cedida, pela ajuda na identificação dos Nereidideos, pela ajuda no transporte dos sedimentos.

À Capes pelo auxílio financeiro.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 01.	Mapa do Estuário do Pina – Recife, com a localização das estações de coleta.....	6
Figura 02.	Precipitação média (mm) em Recife nos períodos de 1961-1990; 2003 e 2004 (Fonte: INMET, 2004) .....	12
Figura 03.	Temperatura média do ar (C°) em Recife nos períodos de 1961–1990; 2003 e 2004. (Fonte: INMET, 2004) .....	13
Figura 04.	Profundidade das estações de coleta no estuário do Pina, Recife-PE .....	13
Figura 05.	Variação da temperatura da água (C°) nas camadas superficial e profunda do canal estuarino do Pina (PE), ao longo das estações de coleta, nos meses de janeiro e julho de 2004 .....	14
Figura 06.	Variação da salinidade da água nas camadas superficial e profunda do canal estuarino do Pina (PE), ao longo das estações de coleta nos meses de janeiro e julho de 2004 ...	15
Figura 07.	Transparência (m) da água no canal estuarino do Pina-PE, nos meses de janeiro e julho de 2004 .....	16
Figura 08.	Variação de oxigênio dissolvido (mg/l) na camada superficial na superficial e profunda da água em janeiro e julho de 2004, no estuário do Pina (PE).....	17
Figura 09.	Variação da matéria orgânica (%) ao longo das estações nos meses em janeiro e julho de 2004 no infralitoral e mediolitoral no estuário do Pina (PE).....	18
Figura 10.	Distribuição do tamanho médio dos grãos ao longo das estações nos mês de Janeiro de 2004 na região infralitoral(A) e mediolitoral(B) do estuário do Pina (PE).....	20
Figura 11.	Distribuição do tamanho médio dos grãos ao longo das estações nos mês de Julho de 2004 na região infralitoral e mediolitoral .....	21
Figura 12.	Diagrama de Shepard para o sedimento do infralitoral (A) e mediolitoral (B) em janeiro de 2004 .....	22

<b>FIGURA</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 13.	Percentual das frações granulométricas presentes no infralitoral (A) e mediolitoral (B) no mês de Julho de 2004, no estuário do Pina-PE.....	23
Figura 14.	Variação da concentração ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) da clorofila-a e feopigmentos no infralitoral da Bacia do Pina em Janeiro de 2004 .....	24
Figura 15.	Variação da concentração ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) da clorofila-a e feopigmentos na região mediolitoral da Bacia do Pina-PE, em janeiro e julho de 2004 .....	25
Figura 16.	Variação espaço-temporal do $H'$ =índice de diversidade de Shannon-Wiener (bits) em janeiro (A e B) e julho (C e D) no infra e mediolitoralno estuário do Pina-PE.....	27
Figura 17.	Variação espaço-temporal do índice de Riqueza específica em janeiro (A e B) e julho (C e D) no infra e mediolitoral no estuário do Pina-PE.....	26
Figura 18.	Variação espaço-temporal da eqüitabilidade de Pielou ( $J'$ ) em janeiro (A e B) e julho no infra e mediolitoral no estuário do Pina-PE.....	29
Figura 19.	Variação espaço-temporal da densidade (indivíduos/ $\text{m}^2$ ) nas regiões infralitoral (A) e mediolitoral (B) em Janeiro e julho de 2004,no estuário do Pina-PE.....	31
Figura 20.	Distribuição dos grupos tróficos no estuário do Pina-PE entre os taxa. D=detritívoros, C=Carnívoros e S=Suspensívoros.....	33
Figura 21.	Abundância (%) dos grupos tróficos no estuário do Pina-PE nos meses de janeiro (A) e julho (B) de 2004.....	34
Figura 22.	Distribuição espacial das guildas tróficas da macrofauna bêntica na região infralitoral (A e B) e mediolitoral (C e D), do estuário do Pina-Recife, nos meses de janeiro e julho de 2004.....	35
Figura 23	Análise de agrupamento mostrando as associações formadas em janeiro de 2004, no estuário do Pina-PE. Utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis (média	37

não ponderada, dados transformados à raiz quarta).....

<b>FIGURA</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 24	Ordenação MDS das amostras de macrofauna bêmica em janeiro de 2004 no estuário do Pina-PE, a partir dos dados de densidade das espécies, utilizando a raiz quarta e o índice de Bray-Curtis .....	38
Figura 25	Dendograma mostrando as associações macrofaunísticas formadas no estuário do Pina-PE, em julho de 2004, a partir da análise de Cluster, utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis (média não ponderada, dados transformados à raiz quarta) .....	40
Figura 26	Ordenação MDS das amostras da macrofauna bêmica no mês de julho de 2004 no estuário do Pina-PE, a partir dos dados de densidade das espécies .....	40
Figura 27	Distribuição das espécies abundantes em janeiro (A) e julho (B) de 2004, ao longo das associações formadas no estuário do Pina.....	44
Figura 28	Índices de diversidade entre as associações formadas no mês de janeiro e julho de 2004 estuário do Pina, Recife-PE .....	46
Figura 29	Biomassa total g/PSLC em cada setor do estuário, em janeiro e julho de 2004 .....	47
Figura 30	Contribuição em Biomassa g/PSLC de cada grupo trófico nos setores estuarinos formados, em Janeiro e Julho de 2004 .....	48

## LISTA DE TABELAS

TABELA	TÍTULO	PÁGINA
Tabela 1.	Relação das espécies mais abundantes no estuário do Pina, sua função trófica (D=detrítivos, S=suspensivos; C=carnívoros e O=omnívoros), densidade(ind/m <sup>2</sup> ) e abundância (%) nos meses de Janeiro e Julho de 2004 .....	31
Tabela 02.	Espécies dominantes e parâmetros abióticos em cada estação do estuário do Pina-PE, no mês de Janeiro de 2004 (AM=areia média; AF=areia fina; AMF=areia muito fina; SG=silte grosso; SM=silte médio; SF=silte fino).....	32
Tabela 03.	Espécies dominantes e parâmetros abióticos em cada estação do estuário do Pina no mês de Julho de 2004 (AM=areia média; AF=areia fina; AMF=areia muito fina; SG=silte grosso; SM=silte médio; SF=silte fino).....	32
Tabela 4.	Análise de correlação de Spearman para os grupos tróficos e os parâmetros ambientais em janeiro de julho de 2004, no estuário do Pina-Recife-PE.....	36
Tabela 05.	Espécies dominantes e sua participação relativa, número de espécies e densidade média nos grupos formados pela análise de agrupamento no estuário do Pina-PE, em Janeiro de 2004.....	38
Tabela 6:	Médias e desvio padrão (DP) dos parâmetros do sedimento nos grupos formados pela análise de agrupamento no estuário do Pina-PE, em janeiro de 2004...	39
Tabela 7:	Espécies dominantes e sua participação relativa, número de espécies e densidade média nos grupos formados pela análise de agrupamento no estuário do Pina-PE, em julho de 2004.....	41
Tabela 8.	:Médias e desvio padrão (DP) dos parâmetros do sedimento nos grupos formados pela análise de agrupamento no estuário do Pina-PE, em julho de 2004.....	42
Tabela 9.	Análise de Correlação de Spearman para as espécies mais abundantes no estuário do Pina, Recife- Pe, em janeiro de 2004.....	45

Tabela 10. Análise de Correlação de Spermam para as espécies mais abundantes no estuário do Pina, Recife- Pe, em julho de 2004.....	45
Tabela 11	
Medidas de salinidade e oxigênio dissolvido para alguns estuários de Pernambuco.....	52
Tabela 12: Espécies dominantes encontradas em outras regiões estuarinas do Brasil.....	58

## RESUMO

A Bacia do Pina é um ambiente altamente hidrodinâmico, eutrofizado, localizado na parte interna do Porto de Recife. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar as variações espaciais e temporais da comunidade macrobêntica, no estuário do Pina, Recife-PE. A composição e distribuição da macrofauna bentônica foi estudada de acordo com suas relações com os fatores ambientais, em dois períodos, seco (Janeiro) e chuvoso (Julho) de 2004. As coletas foram realizadas durante a baixa-mar. Foram amostradas sete estações ao longo do estuário, desde a boca até a região interna do estuário. Em cada estação, foram determinados dois pontos, um situado no infralitoral e outro no mediolitoral, com exceção das estações 4 e 6 com um no infra e dois no mediolitoral, devido a maior heterogeneidade ambiental dessas estações. Para cada ponto foram coletadas quatro réplicas, utilizando uma draga Petersen, (0,01 m<sup>2</sup> de boca) e um tubo PVC (área 0,008 m<sup>2</sup>). Salinidade, granulometria, temperatura, transparência, oxigênio dissolvido na água, microfitobentos e matéria orgânica do sedimento foram também analisados. Foram formadas 5 associações distintas ao longo do estuário que separaram o ambiente em regiões euhalinas, mesohalinas e oligohalinas. As variações espaciais e temporais da macrofauna quanto à diversidade, riqueza, densidade, associações formadas, distribuição dos grupos tróficos e biomassa foram estruturadas principalmente pela hidrodinâmica do estuário. Fatores abióticos como profundidade, oxigênio dissolvido, tamanho médio dos grãos e percentual de matéria orgânica apresentaram foram os fatores responsáveis pela estruturação das associações. Polychaeta foi o grupo mais abundante em todas as estações, estratos e períodos estudados. Os detritívoros *Streblospio benedicti*, *Boccardia* sp, *Capitella capitata* e *Tubifex* sp dominaram em todas as estações. A grande heterogeneidade interna, refletida nas grandes variações espaciais quanto aos parâmetros analisados em cada estação, resultaram das condições hidrodinâmicas que estruturam esse ambiente.

## ABSTRACT

Pina Basin is a highly hydrodynamic and eutrophicated environment located in the inner part of Recife Harbour. The present research aimed to characterize spatio-temporal variations of the macrobenthic community in the Pina estuary, Recife-PE. Composition and distribution of benthic macrofauna were studied considering their relations to the environmental factors in the dry (January) and wet (July) periods, 2004. Samples were carried out at low tide. Seven stations were sampled from the mouth to the inner region along the estuary. At each station, two points were established: one on the sublittoral and another on the midlittoral; except by stations 4 and 6 which presented one point on the sublittoral and two ones on the midlittoral due to their higher environmental heterogeneity. Four replicates were taken at each point using a Petersen grab (0.01 m<sup>2</sup>) and a PVC corer of 0.008 m<sup>2</sup>. Salinity, granulometry, temperature, transparency, water dissolved oxygen; microphytobenthos and organic matter of sediment were also measured. Five different associations were formed along the estuary which divides this environment in euhaline, mesohaline and oligohaline regions. Spatio-temporal variations of macrofauna as regards diversity, richness, density, associations, trophic groups' distribution and biomass were mainly structured by the hydrodynamic of the estuary. Abiotic factors as depth, dissolved oxygen, medium grain size and organic matter percentage influenced the structure of associations. Polychaeta was the most abundant group at all stations, strata and sampled periods. The detritivorous *Streblospio benedicti*, *Boccardia* sp., *Capitella* sp e *Tubifex* sp. dominated all the stations. High internal heterogeneity, reflected by the strong spatial variations in relation to the analyzed parameters at each station, may be considered result of the hydrodynamic conditions that structured this environment.

## SUMÁRIO

TÍTULO	PÁGINA
DEDICATÓRIA .....	i
CITAÇÃO .....	li
AGRADECIMENTOS .....	iii
LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE TABELAS .....	X
RESUMO .....	xii
ABSTRACT .....	Xiii
1.0 INTRODUÇÃO .....	1
2.0 OBJETIVOS .....	4
2.1 Objetivos Gerais .....	4
2.2 Objetivos Específicos .....	4
3.0 ÁREA DE ESTUDO .....	5
4.0 MATERIAL E MÉTODOS .....	7
4.1 Procedimento em Campo .....	7
4.1.1 Estações de coleta .....	7
4.1.2 Amostras Biológicas .....	8
4.1.3 Parâmetros Abióticos .....	8
4.2 Procedimento em Laboratório .....	8
4.2.1 Amostras Biológicas .....	8
4.2.2 Parâmetros Abióticos .....	9
4.3. Análise Estatística dos Dados .....	11
5.0 RESULTADOS .....	12
5.1. Parâmetros Abióticos .....	12
5.1.1 Parâmetros Climatológicos .....	12
5.1.2 Profundidade .....	13
5.1.3 Temperatura da Água .....	14
5.1.4 Salinidade .....	15
5.1.5 Transparência .....	16
5.1.6 Oxigênio Dissolvido .....	16
5.1.7 Percentual de Matéria Orgânica .....	17
5.1.8 Granulometria .....	19
5.2 Parâmetros Bióticos .....	24
5.2.1 Microfitobentos .....	24
5.2.2 Macrofauna Bêntica .....	26
Composição e Diversidade .....	26
5.3 Estrutura Trófica das Comunidades Macrobênticas no Estuário do Pina .....	33
5.3.1 Distribuição por Taxa.....	33
5.3.2 Distribuição por Densidade.....	34
5.3.3 Análise de correlação de spearman para os grupos .....tróficos.....	36

<b>TÍTULO</b>	<b>PÁGINA</b>
5.4 Análises Multivariadas .....	36
5.4.1 Associações Macrofaunísticas .....	36
Distribuição das Espécies Abundantes .....	42
5.4.2 Índices de Diversidade.....	45
5.5 Biomassa .....	47
5.6 Correlação com Dados Ambientais (BioEnv) .....	48
6.0 DISCUSSÃO .....	49
7.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	61
8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	62
9.0 ANEXOS	75

## 1.0 INTRODUÇÃO

Estuários são ambientes transicionais entre o rio e mar, que são forçados por agentes locais e remotos gerados pela ação de eventos climáticos, oceanográficos, geológicos, hidrológicos, biológicos e químicos (Miranda *et al.*, 2002). Esses agentes apresentam ampla variação proporcionando uma alta heterogeneidade física da coluna d'água e do sedimento que determinam a distribuição e abundância de comunidades animais (Cunha, 1982; Pinto, 1984; Day *et al.* 1989; Quijón & Jaramillo, 1993; Levinton, 1995).

O ambiente estuarino pode ser subdividido em três setores: estuário inferior ou marinho, com ligação livre com o oceano aberto; estuário médio, sujeito à intensa mistura da água do mar com a água fluvial; estuário superior ou fluvial, caracterizado por água doce, mas sujeito à influência diária da maré. Os limites entre essas áreas ao longo do estuário são variáveis e dependem da intensidade da descarga fluvial, das correntes de maré e da influência do vento. (Miranda *et al.*, 2002).

Os estuários funcionam como fertilizadores dos oceanos e mares, e assim como outras regiões costeiras, como lagoas e baías, são considerados como zonas de transição, e ocupam áreas menos expostas à ação marinha. Estas características fazem desses ambientes locais propícios ao desenvolvimento de portos; recursos pesqueiros; habitat e alimentação para espécies migratórias e residentes; crescimento e reprodução para diversas espécies aquáticas, muitas de interesse econômico; áreas de navegação e recreação. O que têm induzido a ocupação humana ao longo dos estuários (McLusck, 1989; Perillo, 1995; Wollff *et al.*,2000; Levin *et al.*, 2001).

Esses ambientes têm sido gradativamente modificados e destruídos pelo constante lançamento de dejetos industriais e urbanos, pelas dragagens, necessárias às atividades portuárias, e pelo aterro de vastas áreas de manguezais, provocado pela expansão imobiliária ou consequência do desenvolvimento desordenado das grandes cidades. Esses problemas têm ocasionado um declínio na qualidade da água, aumento na deposição de contaminantes e enriquecimento orgânico do sedimento (Pearson & Rosenberg, 1978; Travassos, 1991; Graeme & Kross, 2000).

O macrobentos é o componente central do ecossistema estuarino, fornecendo um importante modelo da dinâmica desse ambiente, além de ter um papel fundamental na teia trófica, servindo de alimento para peixes, crustáceos e aves (Herman *et al.*, 1999; Yseabart *et al.*, 2003).

Muitos trabalhos têm sido realizados analisando a estrutura espacial e temporal da macrofauna bentônica em ambientes estuarinos e a maioria dos estudos relaciona essa estrutura com os fatores ambientais (e.g Meire *et al.*, 1994; Gonzalez-Oreja & Saiz-Salina, 1998; Teske & Woodridge, 2002; LinLu, 2005; Cardell *et al.*, 1999; Belan, 2003; Ysebaert *et al.*, 2003; Biasi *et al.*, 2003; Conlan *et al.*, 2004; Simboura *et al.*, 1995; Gilberto *et al.*, 2004). Os principais fatores determinantes da dinâmica das associações de macroinvertebrados bentônicos são as características ambientais (salinidade, temperatura, hidrodinâmica, características do sedimento), a dinâmica das populações (recrutamento, natalidade e mortalidade) e as interações biológicas (competição, predação, parasitismo) (Rosemberg, 1995; Wijsman *et al.*, 1999). Assim, para o estudo de uma comunidade, deve-se analisar seus atributos, suas mudanças espaço-temporais e relacionar essas mudanças com variáveis ambientais potencialmente determinantes (Warwick & Clarke, 1991).

O conhecimento do padrão de distribuição ao longo do gradiente estuarino e as flutuações espaço-temporais na diversidade e estrutura trófica da comunidade bêntica pode facilitar a compreensão do funcionamento desse ecossistema, uma vez que esses organismos refletem, com maior precisão, as condições do ambiente em que vivem, principalmente, devido ao seu modo de vida junto ao fundo (local de acúmulo de contaminantes) e do predomínio de formas de pouca mobilidade, o que favorece amplamente a utilização dos mesmos para diagnósticos ou monitoramentos ambientais (Warwick, 1986; Canfield *et al.*, 1994; Clarke & Warwick, 1994; Rosenberg, 1995; Weisberg *et al.*, 1997; Ghertsos *et al.*, 2000; Seitz & Lipcius, 2001).

Distúrbios ambientais, causados por atividades humanas podem levar a alterações no bentos, induzindo mudanças no número de espécies, distribuição, abundância e biomassa das comunidades locais (Pearson & Rosenberg, 1978; Chester *et al.*, 1983; Rygg, 1985; Aschan & Skullerud, 1990; Ferraro *et al.*, 1991; Morrissey *et al.*, 1992; Engle *et al.*, 1994; Belan, 2003). As

mudanças podem ser avaliadas e monitoradas por estudos de análise temporal da estrutura da comunidade bêntica, que segundo Warwick (1993) é o nível de organização mais usual para o estudo de impacto ambiental, bem como a análise das condições ambientais, que vão refletir situações específicas no tempo de amostragem (Bilyard, 1987; Warwick *et al.*, 1990; Elliot, 1994).

O litoral do Estado de Pernambuco possui uma extensão de 187 Km e está localizado em região formada por várias bacias hidrográficas pequenas, das quais podemos citar os rios: Goiana, Una, Capibaribe, Ipojuca e Sirinhaém, além de outros pequenos rios litorâneos, como Paratibe, Botafogo, Pirapama e Beberibe (CPRH,2004).

O Estuário do Pina faz parte do complexo Capibaribe, situada ao sul desse rio, recebendo efluentes dos rios Tejió e Jordão. Alguns estudos foram realizados nesse estuário, caracterizando-o como eutrofizado e organicamente poluído (e.g Coimbra *et al.*, 1987; Feitosa & Passavante, 1991; Maia, 1995; Somerfield *et al.*, 2003).

Coutinho (1961) e Mabesoone & Coutinho (1970) descreveram a composição sedimentar; Feitosa (1988), Sant'ana (1993) e Maia (1995) caracterizaram a flora e fauna planctônica. Sobre a fauna bentônica, Castro (2003) e Somerfield *et al.*, (2003) abordaram a comunidade meiofaunística, Lima (2003) caracterizou a variação espacial da macrofauna e Oliveira (2005), a biologia reprodutiva do Cnidaria *Bunodosoma cangicum*. Porém ainda não foi feita uma caracterização quanto à variação temporal da estrutura das comunidades macrobentônicas e suas relações com os fatores ambientais.

Portanto, haja vista a escassez de trabalhos sobre os invertebrados bentônicos nessa região, sabendo ser este um ambiente classificado como organicamente poluído por vários autores e de grande importância sócio-econômica, faz-se necessário um estudo que vise caracterizar esse estuário quanto aos fatores ambientais e as variações espaço-temporais da macrofauna bentônica, uma vez que essas vão refletir como o ambiente está estruturado e a resposta da fauna a diversas formas de distúrbios ambientais.

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Descrever as variações espaço-temporais na estrutura da comunidade macrobentônica no estuário do Pina, associando as modificações encontradas com as características ambientais e os efeitos da ação antrópica.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Descrever a composição da macrofauna bêntica do estuário do Pina - Recife-PE;
- Identificar as associações macrobentônicas locais;
- Caracterizar a estrutura espacial das associações macrobentônicas e suas variações ao longo de um gradiente vertical (mediolitoral e infralitoral) e horizontal (montante-jusante) do ambiente estuarino;
- Caracterizar a variação temporal da estrutura das associações;
- Descrever as características físicas e químicas da água e do sedimento na área de estudo;
- Relacionar a estrutura espaço-temporal das comunidades macrobentônicas às características ambientais.

### 3.0 ÁREA DE ESTUDO

O estuário do Pina, formado pela confluência dos rios Tejipió, Jiquiá, Jordão, Pina e braço sul do Capibaribe, está situado próximo ao porto do Recife (8°04'S e 34° 52'16"W), sendo separado do oceano através de um dique natural de arenito (Fig.1).

Sua extensão é de aproximadamente 3,6km e larguras variáveis, onde a mínima é 0,26km, e a máxima 0,86km, perfazendo uma área total de espelho d'água de aproximadamente 2,02km<sup>2</sup> (CONDEPE, 1980). Segundo a classificação de Köppen a área apresenta clima do tipo As' (Tropical Quente e Úmido) com duas estações características, uma seca (Setembro – Fevereiro) e uma chuvosa (Março – Agosto) (Feitosa *et al.*,1999). O regime de marés é semidiurno, do tipo mesomaré (Coimbra *et al.*, 1987).

A temperatura média anual do ar é de 25,5 C°, com valores mais baixos no período chuvoso, a precipitação pluviométrica pode atingir índices acima de 2000mm/mês, apresentando uma variação sazonal bem marcada (Maia 1995).

Durante a baixa-mar a área apresenta grandes alterações ambientais, devido aos despejos de efluentes domésticos e industriais. O teor de oxigênio dissolvido varia de 0,00ml/l a 12,21ml/l (saturação de 259,79%) e a DBO é de 0,0mg/l a 15,97mg/l, o que demonstra um processo de eutrofização em alguns meses do ano (Coimbra *et al.*,1987). O potencial hidrogeniônico da água (pH) apresenta-se alcalino, com valores oscilando entre 8,80 e 7,47 (Feitosa,1988).

O estuário do Pina apresenta dois canais laterais, os quais permitem a navegação durante a baixa-mar ficando expostas algumas coroas de areia em sua parte central (Coutinho, 1961; Mabessone & Coutinho, 1970). Duas coroas intensamente exploradas são conhecidas como Croinhas e Passarinhos. Esta última, além de ser alvo de grande atividade pesqueira pelos catadores de moluscos, também é considerada uma área de alimentação e repouso de aves migratórias (Feitosa *et al.*,1999). Devido à sua atividade pesqueira, o estuário do Pina é uma área de importância sócio-econômica.

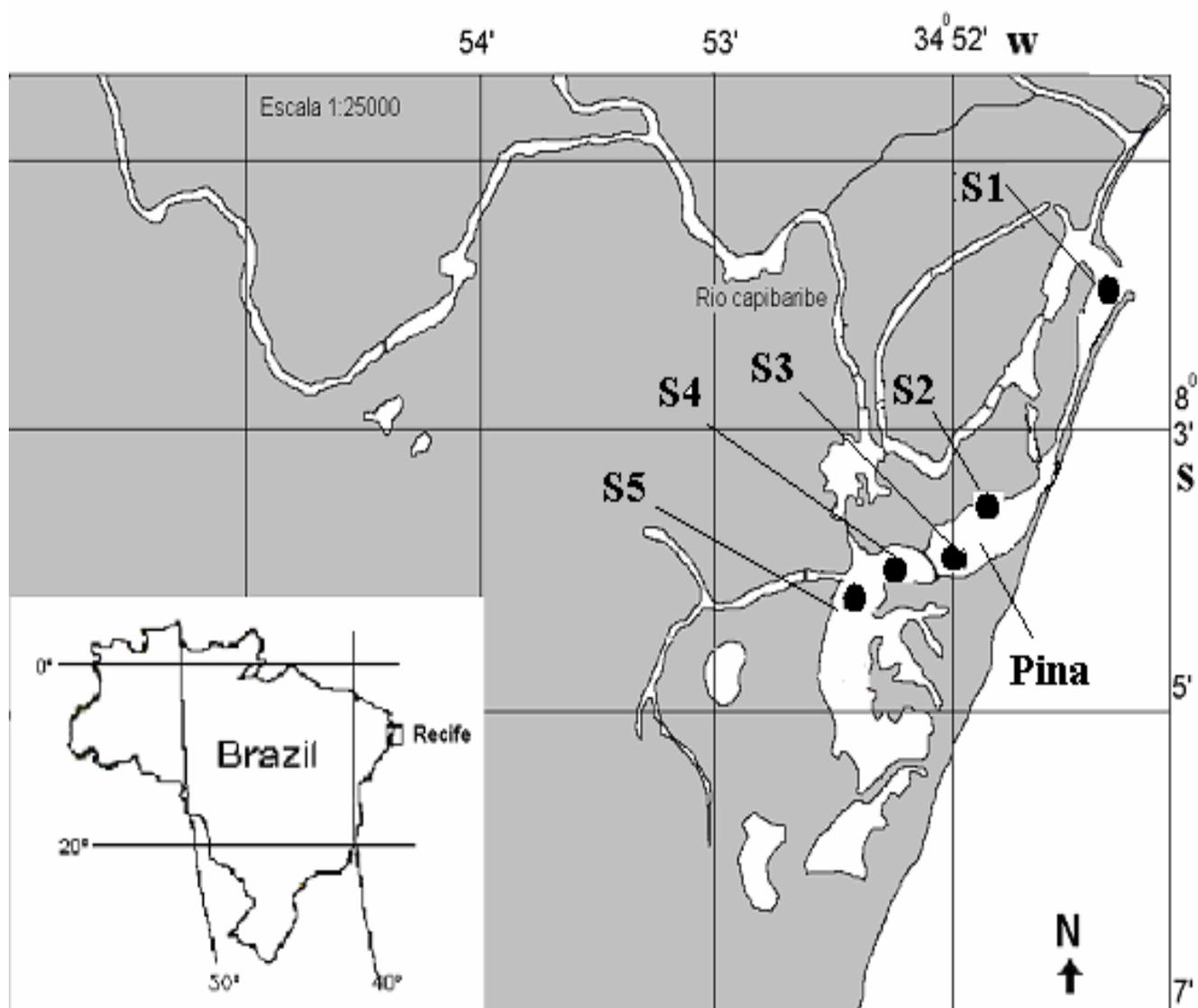


Figura 1. Mapa do Estuário do Pina – Recife, com a localização das estações de coleta.

## 4.0 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Procedimentos em Campo

#### 4.1.1 Estações de Coleta

As coletas foram realizadas em 21 de janeiro e 31 de julho de 2004, durante a baixa-mar, com marés de (0,2 e 0,1, respectivamente), em sete estações ao longo do estuário, desde a entrada, nas proximidades do porto do Recife, até a região interna, próxima ao manguezal. Em cada estação foram determinados um ponto no infralitoral e um no mediolitoral. Exceto as estações E1 e E2 que estão localizadas no infralitoral e as estações E3, E4 e E6, que devido à maior heterogeneidade sedimentar desses ambientes, foram coletados, respectivamente, 3, 2 e 2 pontos no mediolitoral. Os pontos localizados no infralitoral foram chamados de P1. As estações E1P1 (08°02,693'S e 034°51,600'W) e E2P2 (08°04,049'S e 034°52,322'W) localizam-se próximas ao Porto do Recife, na entrada do estuário. E3P1 (08°04,180'S e 034°52,782'W) E3P2 (08°05,0170'S e 034°53,792'W), E3P3 (08°04,509'S e 034°52,765'W) e E3P4 localizam-se na Coroa dos Passarinhos. As estações E4P1 (08°04'936''S e 034°52'966''W) e E4P2 (08°04,893'S e 034°52,860'W) estão situadas no banco de Croinhas. E5P1 (08°4'983''S e 034°53'798''W) e E5P2 (08°05'018''S e 034°53'787''W) estão localizadas próximo à Fábrica Bacardi. As estações E6P1(08°05,415'S e 034°53,991'W), E6P2 (08°05,470'S e 034°53,978'W) e E6P3 (08°05,470'S e 034°53.973'W), localizadas próximo à confluência dos Rios Jiquiá e Jordão. As estações E7P1 e E7P2 estão localizadas na região mais interna do estuário, próxima à vegetação de manguezal.

### **4.1.2 Amostras Biológicas**

Para a coleta das amostras na região mediolitoral foi utilizado um tubo de PVC com 0,008m<sup>2</sup> de área, enterrado 20 cm no sedimento, e no infralitoral foi utilizado um pegador de fundo tipo Petersen com área de 0,01 m<sup>2</sup> . Em cada ponto foram coletadas quatro amostras.

A coleta das amostras para análise do microfitobentos foi realizada com auxílio de uma seringa de 1,13cm<sup>2</sup> de área, sendo esta enterrada nos dois primeiros centímetros do sedimento. Em seguida as amostras foram acondicionadas em frascos âmbar e conservadas em gelo ao abrigo da luz.

### **4.1.3 Parâmetros Abióticos**

Para análise granulométrica foi coletada uma amostra de sedimento em cada estação, utilizando o amostrador de PVC ou a draga. As amostras de sedimento foram transferidas para sacos plásticos para posterior análise em laboratório. Foram coletadas amostras de sedimento para determinação do conteúdo de matéria orgânica em cada estação.

Foram mensuradas as seguintes variáveis físicas e químicas da água: temperatura, salinidade, (utilizando um refratômetro manual), transparência (disco de Secchi) e oxigênio dissolvido (utilizando garrafas de Van Dorn). Os dados meteorológicos de temperatura do ar e pluviometria (Estação Recife), foram obtidos através dos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

## **4.2 Procedimentos em Laboratório**

### **4.2.1 Amostras Biológicas**

As amostras foram lavadas em água corrente em malha de 0,5mm de acordo com o critério dimensional de Holme & McIntyre (1971). Os organismos retidos foram fixados com formol a 4% e adicionado o corante Rosa de Bengala, quando necessário, para melhor visualização dos animais. As amostras foram triadas sob microscópio estereoscópio e os organismos separados por grupos e identificados ao menor nível taxonômico possível.

A biomassa individual foi expressa em gramas de peso seco livre de cinzas (PSLC) e estimada pela diferença entre o peso seco (PS) (30h em estufa a 60°C) e o peso constante do resíduo após incineração (PC) por 4h na mufla a 450°C. Para os organismos cujo peso após incineração não pôde ser mensurado, ou apresentaram-se raros ou com baixa biomassa, foram utilizados os fatores de conversão de PS para PSLC pelos fatores compilados por Ricciard e Bourget (1998).

Os organismos foram classificados nos seguintes grupos tróficos de acordo com literatura: Carnívoros (C), Detritívoros (D), Suspensívoros (S) e Omnívoros (O).

Para a extração dos pigmentos fotossintéticos foi adicionado às amostras, 15ml de acetona a 100% (PA) e em seguida foram homogeneizadas e colocadas em refrigeração a 4°C por 20h no escuro. As concentrações de clorofila-a e feopigmentos foram determinadas por espectrofotometria, pela leitura nos comprimentos de onda 665 e 750nm, antes e depois de acidificadas em 50 microlitros de HCl (0,1N), e calculadas através das equações de Lorenzen (1967).

#### **4.2.2 Parâmetros Abióticos**

Para análise granulométrica, 100g do sedimento coletado foram levados à estufa com temperatura de 75°C num período de 48h e em seguida foram utilizadas técnicas de peneiramento para quantificar o material arenoso ( $\geq 0,062$  mm) e pipetagem para os finos (Suguio, 1973). Os resultados foram expressos em phi. As amostras foram analisadas no laboratório de Geologia e Geofísica Marinha, do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal de Paraná.

O teor de matéria orgânica do sedimento foi determinado através do método de perda de peso após calcinação. As amostras foram desidratadas em estufa a 60°C durante um período mínimo de 48h, até obter peso constante (peso seco). Posteriormente o sedimento foi levado para incineração na mufla a uma temperatura de 475°C por 5h, após o qual foi pesado novamente. O teor de matéria orgânica que volatilizou foi determinado a partir da diferença do peso seco inicial e do peso seco final como recomendado por Wetzel e Likens (1990).

A determinação do oxigênio dissolvido na água seguiu o método químico de Winkler (Strickland & Parsons 1972), onde as amostras foram fixadas em campo e transferidas para o laboratório onde foram realizadas as titulações correspondentes.

### 4.3 Análise Estatística dos Dados

Os organismos foram contados e os dados de densidade transformados em m<sup>2</sup> para padronizar a área dos amostradores. Foram utilizadas técnicas univariadas e multivariadas para analisar a estrutura da comunidade.

Para a análise das variações espaciais de agrupamento foram utilizadas as técnicas de ordenação não paramétrica de escalonamento multidimensional (MDS) e classificação do tipo hierárquica (Cluster), utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis com os valores de densidade média por espécie, em cada estação, transformados por raiz quarta. A análise de Similaridade (ANOSIM) foi aplicada para testar a significância dos agrupamentos formados. Para testar as diferenças na diversidade entre as associações formadas foram utilizados o teste ANOVA e o teste *a posteriori* de Scheffé.

O procedimento Bio-Env foi utilizado para analisar a correlação entre as variáveis ambientais e a estrutura da comunidade macrobêntica. Para seleccionar os descritores a serem utilizados no procedimento Bio-Env, utilizou-se a rotina DRAFSTMAN PLOT para obtenção do coeficiente de correlação de Spearman entre todas as variáveis, visando determinar eventuais colinearidades (Clarck & Warwick, 1994).

A análise de correlação de Spearman (Clarke & Warwick, 1994) foi a medida de associação utilizada entre a matriz biológica e as matrizes geradas a partir dos dados abióticos. Para todas as análises foi utilizado o nível de significância de  $\alpha=0,05$ . Os índices univariados de Riqueza (S), Equitatividade de Pielou ( $J'$ ) e diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$  pelo  $\log_e$ ) foram calculados a partir da matriz de abundâncias.

As análises citadas foram realizadas pelos programas PRIMER<sup>®</sup> (versão 5.2.4), STATISTICA<sup>®</sup> 6.0, MVSP<sup>®</sup> 3.1, STATIGRAPHICS<sup>®</sup> e BIOESTAT<sup>®</sup> 3.0. Para o processamento dos dados granulométricos utilizou-se o programa SYSGRAN<sup>®</sup> 3.0 (Camargo, 2006).

## 5.0 RESULTADOS

### 5.1 Parâmetros Abióticos:

#### 5.1.1 Parâmetros Climatológicos

Os dados de precipitação pluviométrica mensal e temperatura média do ar para os anos de 2003 e 2004 e os dados históricos de 30 anos estão expressos nas figuras 2 e 3. Pode ser observada uma elevada precipitação pluviométrica em janeiro de 2004 (250mm), quando comparado com janeiro dos anos anteriores, sendo esse mês antecedido por baixas precipitações em dezembro de 2003 (67mm). A precipitação em julho foi próxima à média histórica (360mm) e antecedido por intensas chuvas de junho, caracterizado por ser a época de maior precipitação do ano (474mm). As temperaturas médias do ano estudado foram similares às médias históricas. Julho apresentou a temperatura média do ar menor do que janeiro de 2004 (23,7°C e 27°C, respectivamente). As menores temperaturas médias do ar coincidiram com o aumento da precipitação pluviométrica.

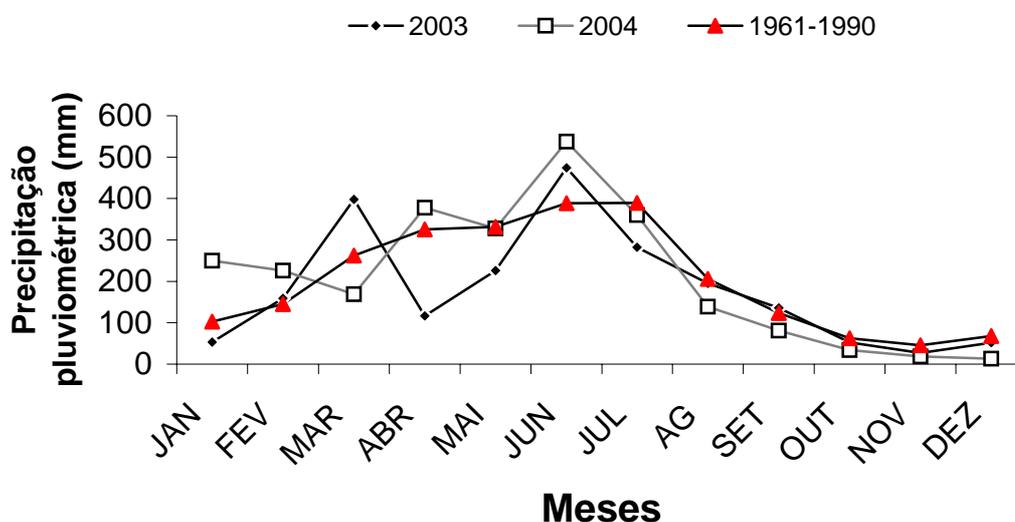


Figura 2. Precipitação média (mm) em Recife nos períodos de 1961-1990; 2003 e 2004 (Fonte: INMET, 2004).

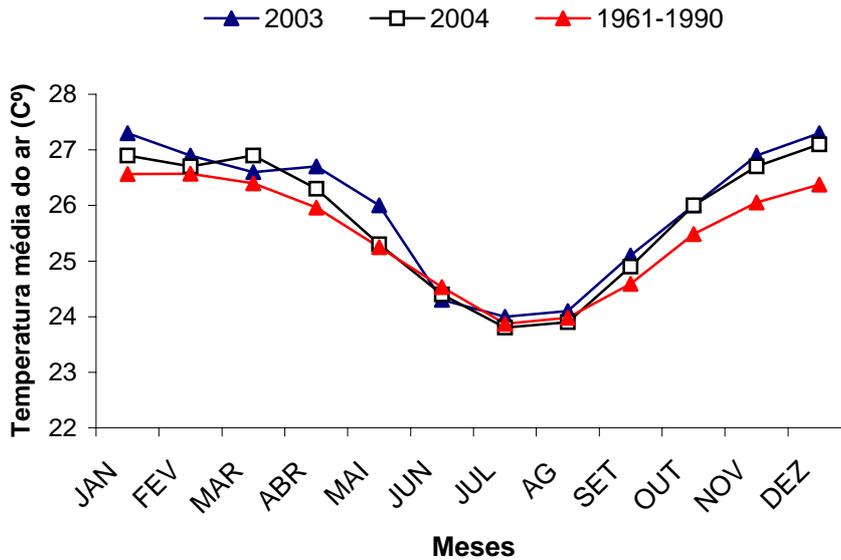


Figura 3. Temperatura média do ar (C°) em Recife nos períodos de 1961–1990; 2003 e 2004. (Fonte: INMET, 2004).

### 5.1.2 Profundidade

As estações que apresentaram maior profundidade, na maré baixa, foram E1P1 (12,5m) e E2P1 (11,5m), havendo uma diminuição da mesma à montante com a estação E7P1 apresentando o menor valor registrado (0,5m). As demais estações apresentam baixa profundidade, não excedendo os 5m (Fig 4).

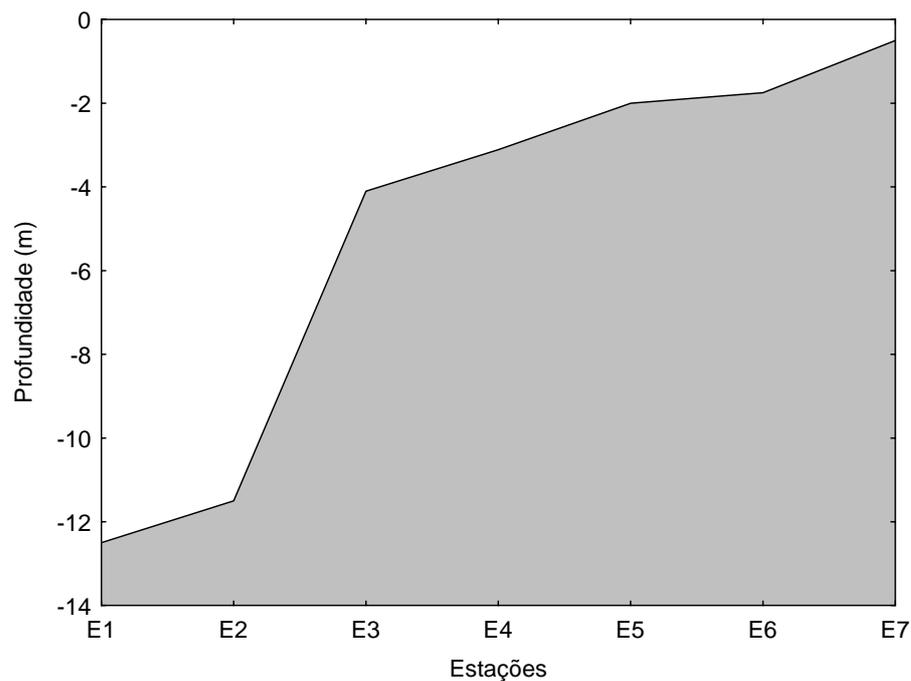


Figura 4 Profundidade das estações de coleta no estuário do Pina, Recife-PE.

### 5.1.3 Temperatura da Água

Não houve grande variação de temperatura entre as estações e entre os meses de coleta (28-29°C) (Fig. 5). Devido à baixa profundidade das estações, não houve variação vertical da temperatura, exceto na estação E3 em janeiro, onde a temperatura de fundo foi maior que a superficial (29° e 28°C respectivamente).

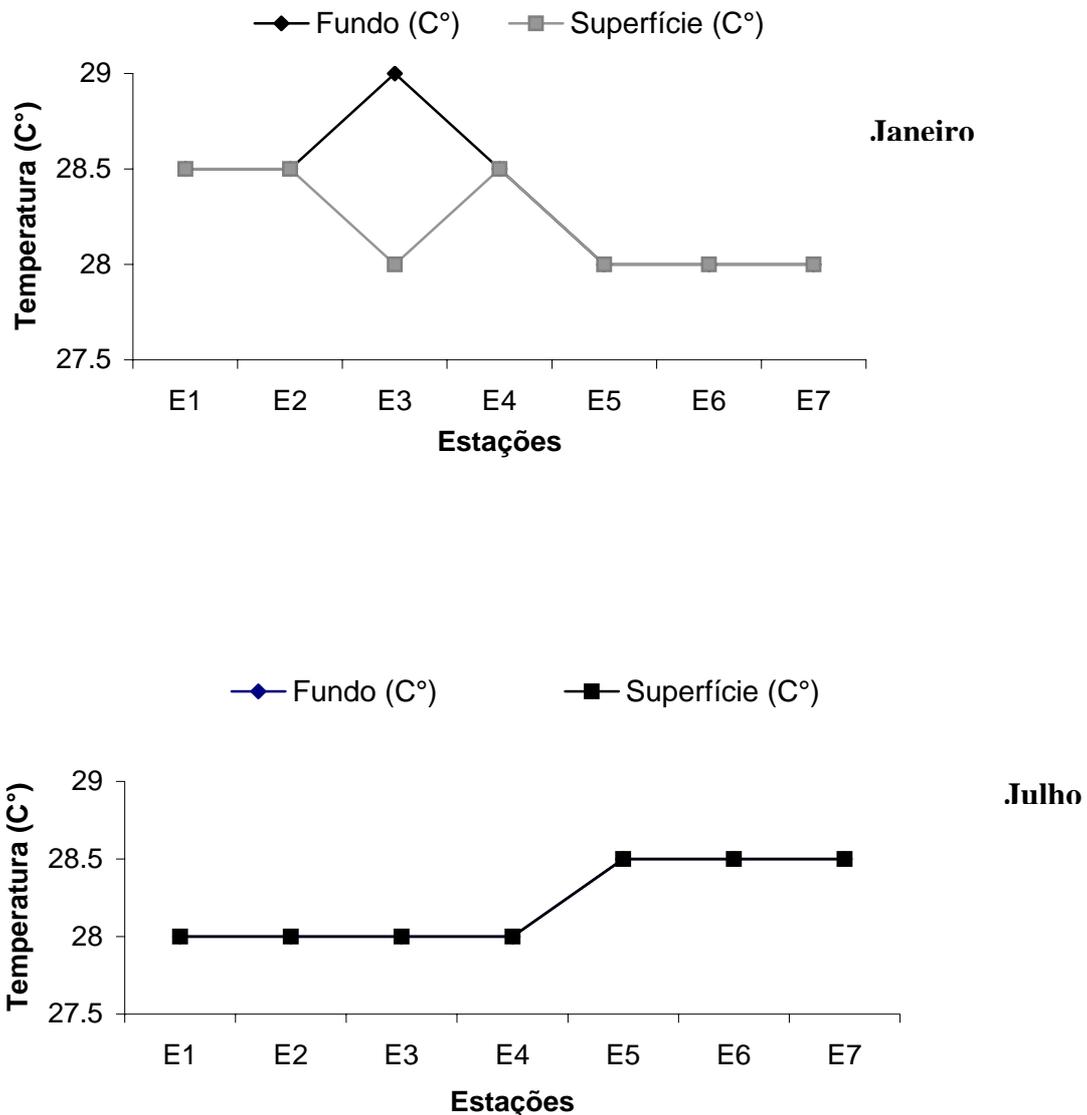


Figura 5. Variação da temperatura da água (C°) nas camadas superficial e profunda do canal estuarino do Pina (PE), ao longo das estações de coleta, nos meses de janeiro e julho de 2004.

#### 5.1.4 Salinidade

A salinidade apresentou grandes variações entre as estações de coleta, havendo uma nítida diminuição em direção à região interna do estuário. A salinidade de fundo registrada foi maior que a superficial em todo o período estudado. Janeiro apresentou as maiores salinidades em todas as estações, exceto na E5, que apresentou o mais baixo valor registrado (5) e na E7 (Fig. 6).

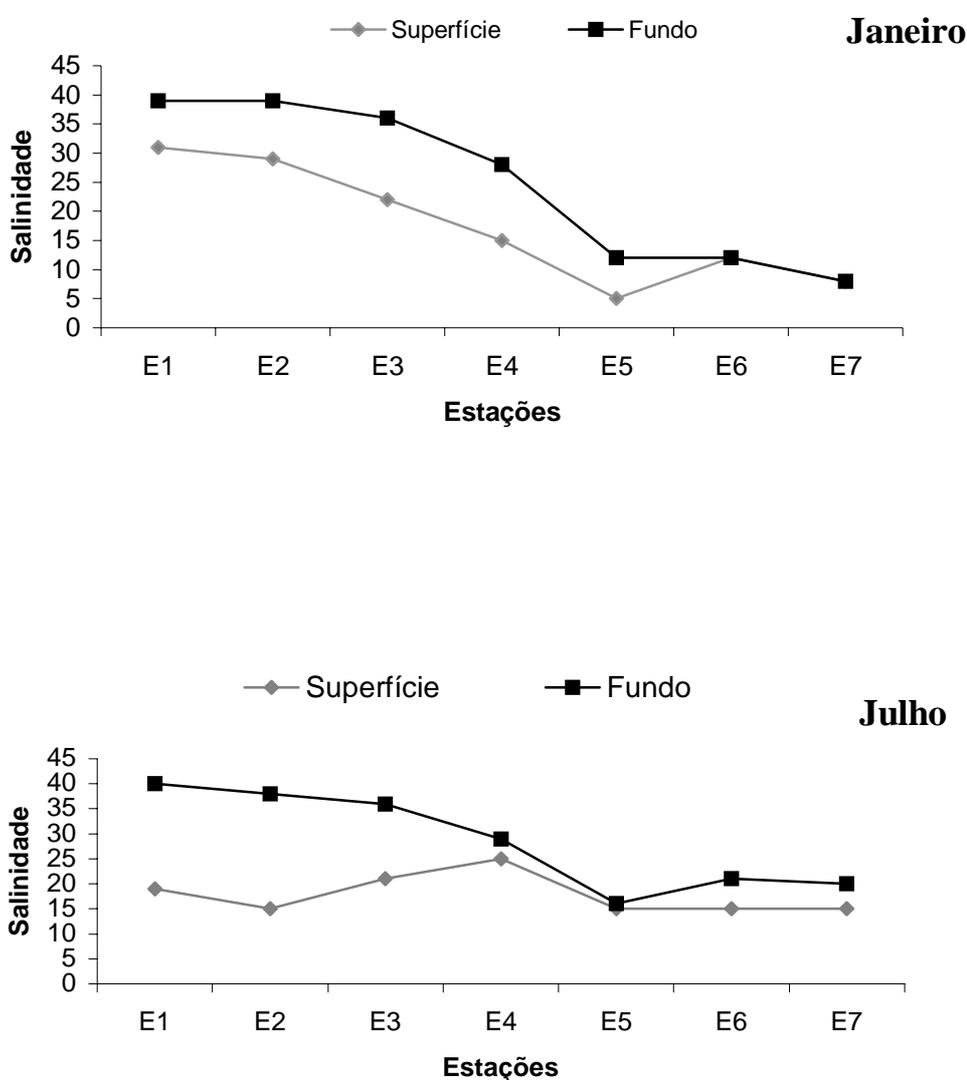


Figura 6. Variação da salinidade da água nas camadas superficial e profunda do canal estuarino do Pina (PE), ao longo das estações de coleta nos meses de janeiro e julho de 2004.

### 5.1.5 Transparência

A transparência apresentou uma diminuição a montante em janeiro. Para a estação E7 não foi medida a transparência uma vez que essa estação é muito rasa (0,5m), não sendo possível medir a partir do método utilizado. Quanto à variação temporal, janeiro apresentou maior transparência da água na maioria das estações, exceto nas estações internas (E5 e E6) onde em julho foram registradas as maiores transparências. A menor transparência em janeiro foi na estação E6 e em julho na estação E4 (Fig.7).

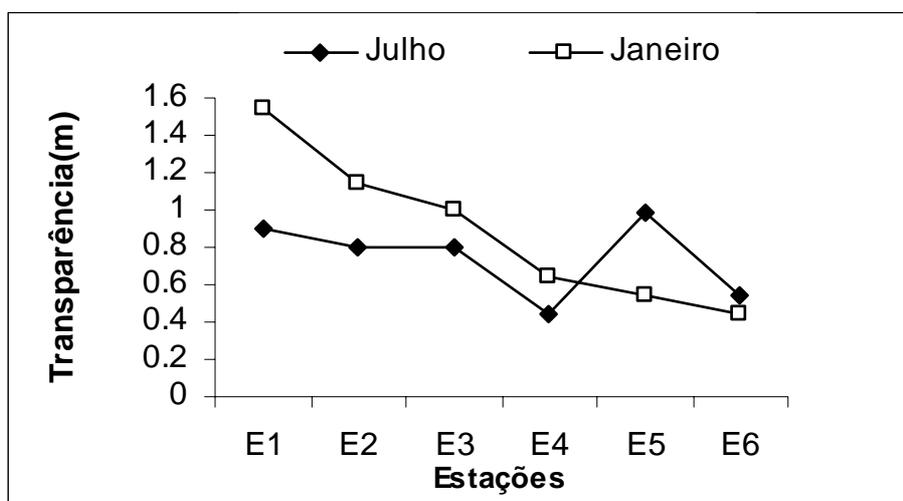


Figura 7. Transparência (m) da água no canal estuarino do Pina- PE, nos meses de janeiro e julho de 2004.

### 5.1.6 Oxigênio Dissolvido

Houve uma diminuição do oxigênio dissolvido em direção à montante em janeiro, tanto na camada superficial quanto na profunda. Em julho não houve um padrão bem distinto. Os dados revelaram condições de anxia para as estações mais internas do estuário, nos dois períodos estudados. Em janeiro a camada superficial esteve mais oxigenada que a camada profunda da água, porém, em julho a camada profunda apresentou maior oxigenação. Em janeiro os valores oscilaram de 0 mg/l (E5, E6 e E7) a 6,42 mg/l na superfície (E1) e em julho a variação foi de 0,08 mg/l (E6) a 4,74 mg/l (E1) no fundo (Fig. 8).

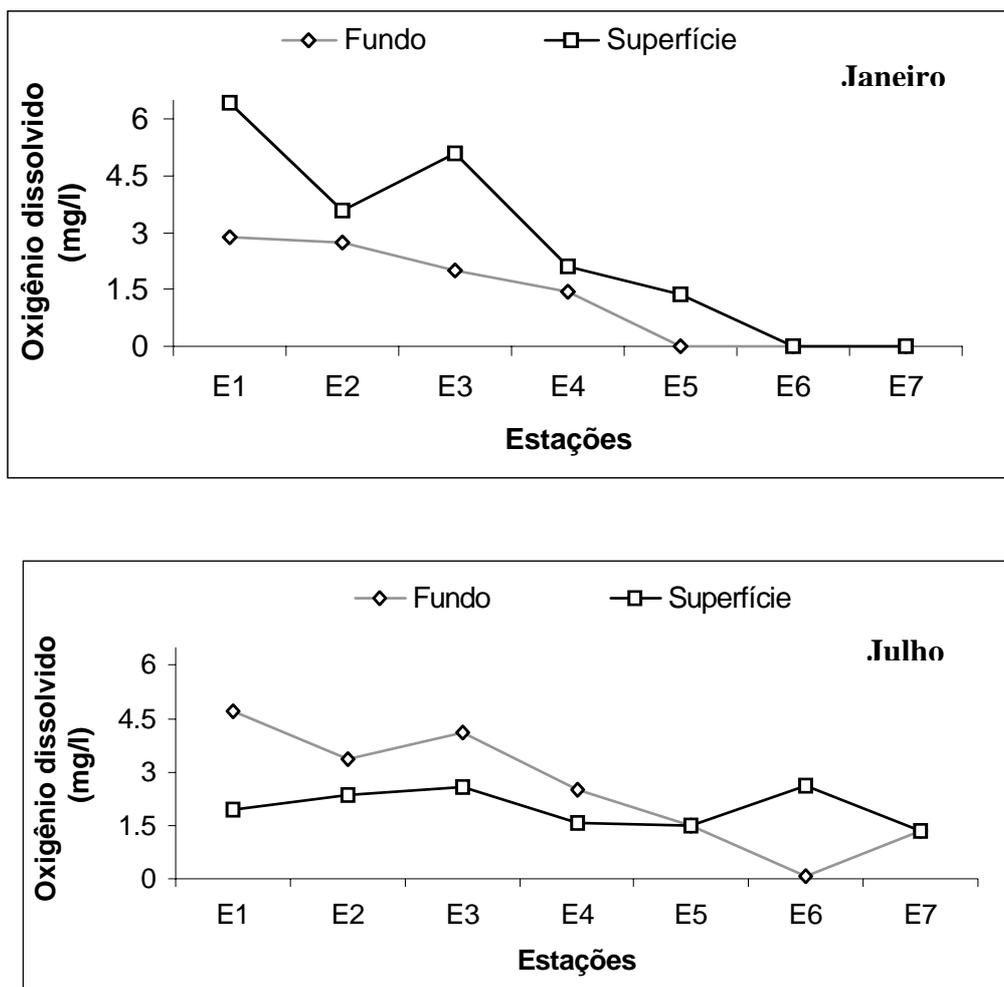


Figura 8. Variação de oxigênio dissolvido (mg/l) na camada superficial e profunda da água em janeiro e julho de 2004 no estuário do Pina (PE).

### 5.1.7 Percentual de Matéria Orgânica

As estações do infralitoral apresentaram os maiores percentuais de matéria orgânica no sedimento, nos dois períodos estudados, sendo encontrados os maiores valores nas estações intermediárias. No mediolitoral, percentuais mais elevados foram encontrados nas estações E5 e E7. Quanto à variação temporal, julho apresentou o maior valor registrado (27%) na estação E3P1. O menor teor de matéria orgânica foi encontrado na estação E1P1 em janeiro (1,3%) e em julho a estação E6P3 (2,55%) (Fig. 9).

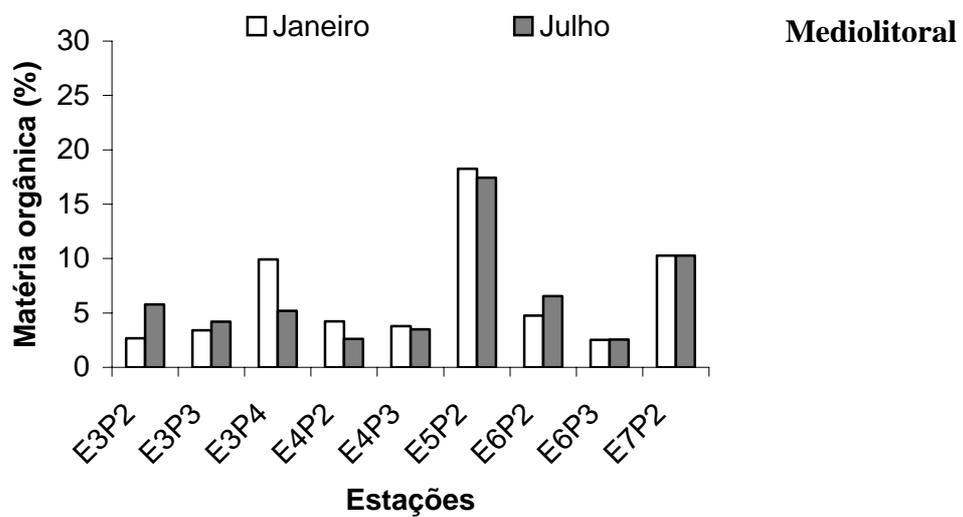
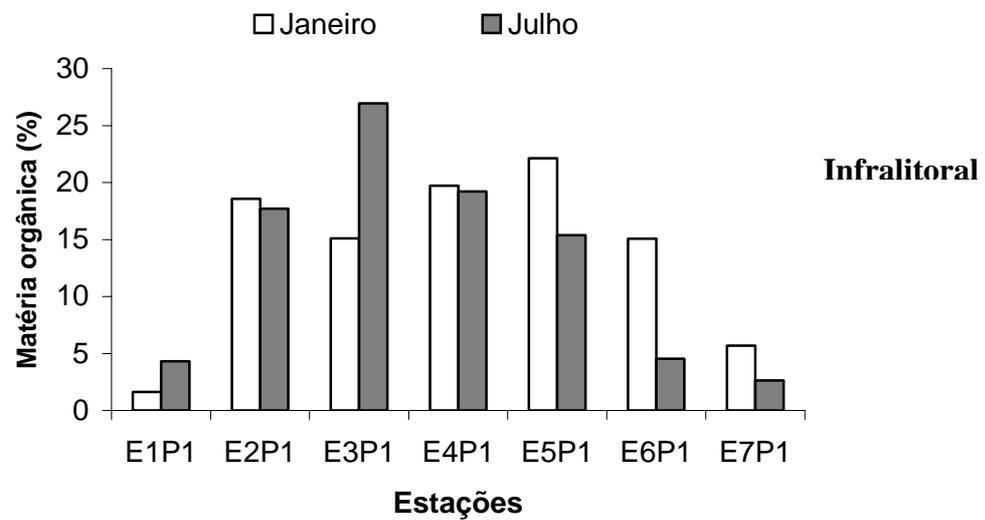


Figura 9. Variação da matéria orgânica (%) ao longo das estações nos meses em janeiro e julho de 2004 no infralitoral e mediolitoral do estuário do Pina (PE).

### 5.1.8 Granulometria

Houve uma diferença quanto à distribuição de silte e argila entre os estratos bênticos; a região infralitoral apresentou o maior número de estações com predomínio da fração silte, os gráficos indicam que boa parte do material fino deve ser da mesma origem (moda na fração  $7\phi$ ). O tamanho médio do grão no infralitoral foi menor nas estações intermediárias e maior nas estações E1P1 e E7P1. Já no mediolitoral, o tamanho foi maior nas estações mais externas, do que nas internas (Fig. 10 e 11).

As estações do infralitoral, em janeiro, apresentaram dois grupos sedimentares, com as estações E1P1, E7P1 e E5P1, na fração areia e areia siltica, e as outras estações como silte ou silte arenoso; em julho a única mudança foi na estação E6P1, que passou para o grupo arenoso. As estações do mediolitoral apresentaram predomínio da fração arenosa, com a estação E5P2 predominando silte. Na estação E7P2 houve predominância de areia siltica em janeiro e silte em julho (Figs.12 e 13).

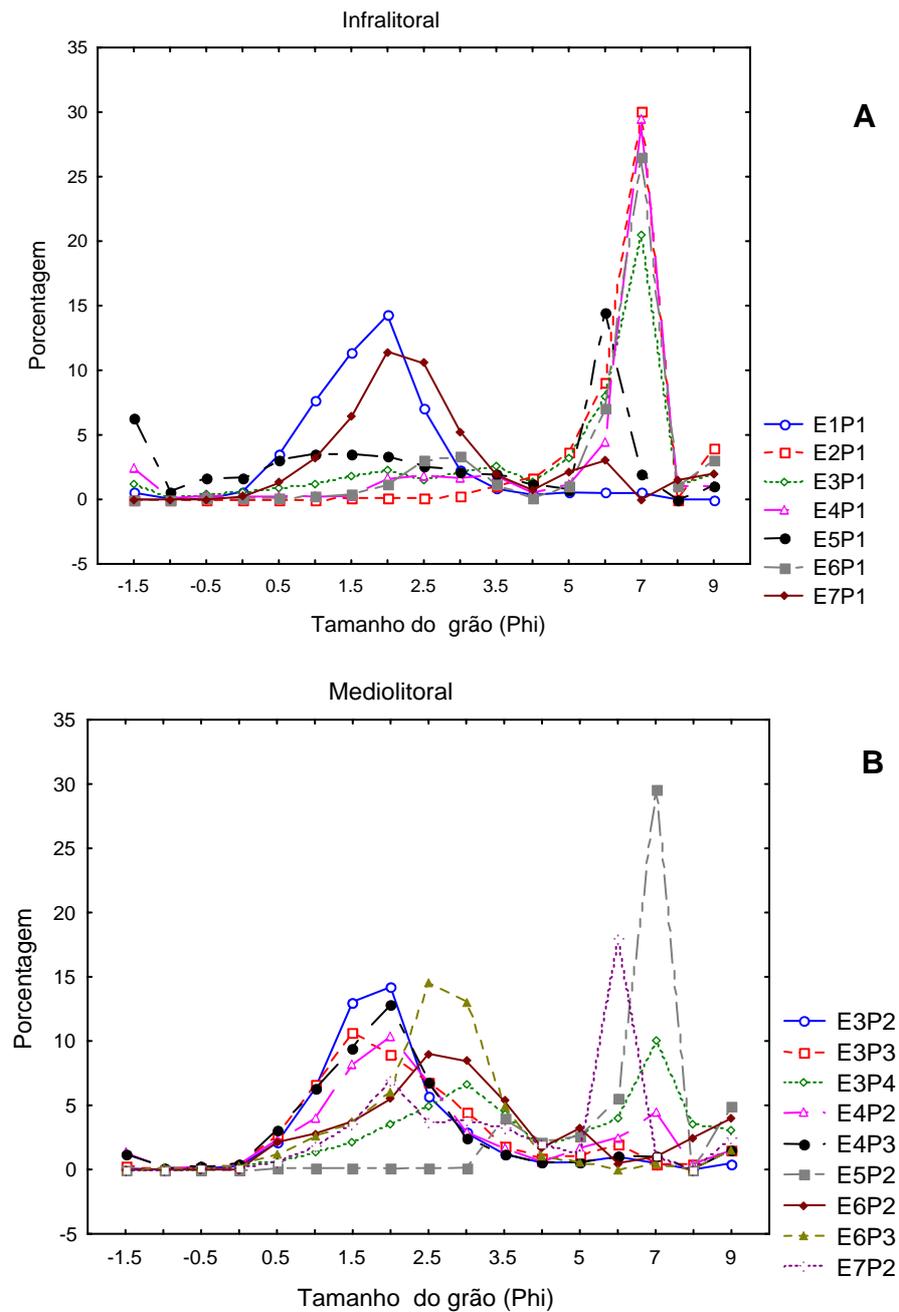


Figura 10. Distribuição do tamanho médio dos grãos ao longo das estações em janeiro de 2004 na região infralitoral (A) e mediolitoral (B) do estuário do Pina-PE.

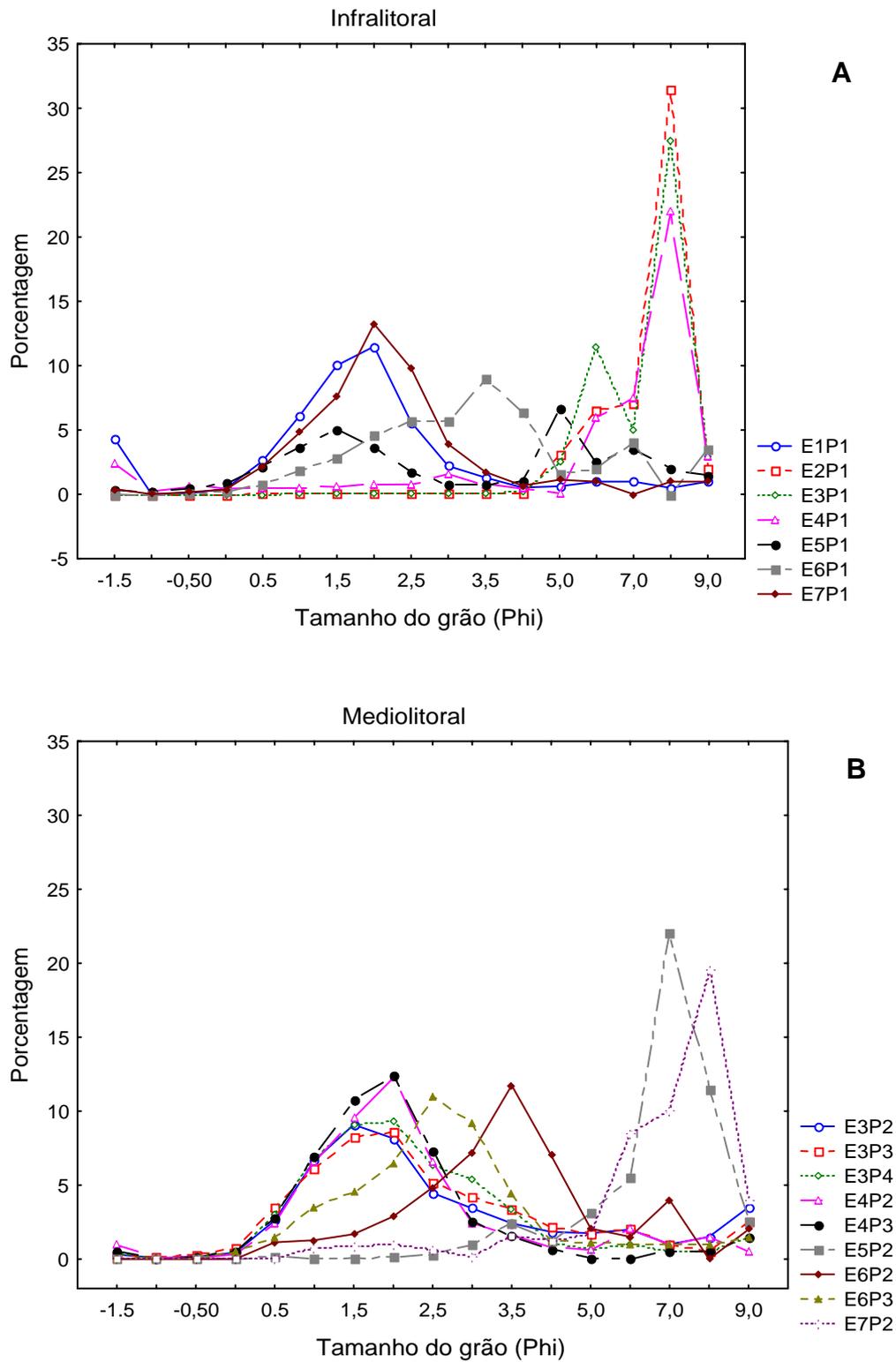


Figura 11. Distribuição do tamanho médio dos grãos ao longo das estações nos mês de julho de 2004 na região infralittoral (A) e mediolittoral (B) do estuário do Pina-PE.

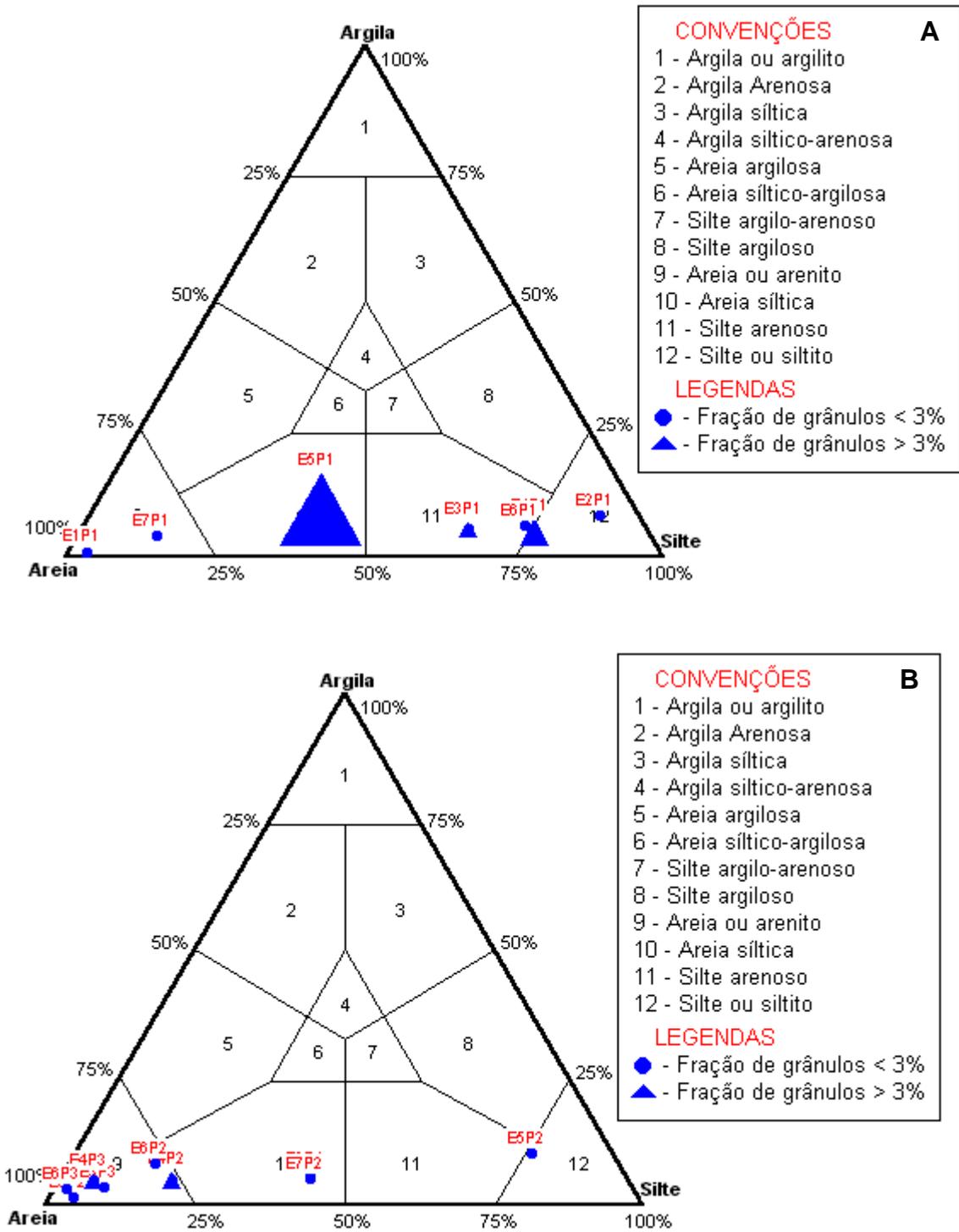


Figura 12. Diagrama de Shepard para o sedimento do infralitoral (A) e mediolitoral (B) no mês de janeiro de 2004 no estuário do Pina-PE.

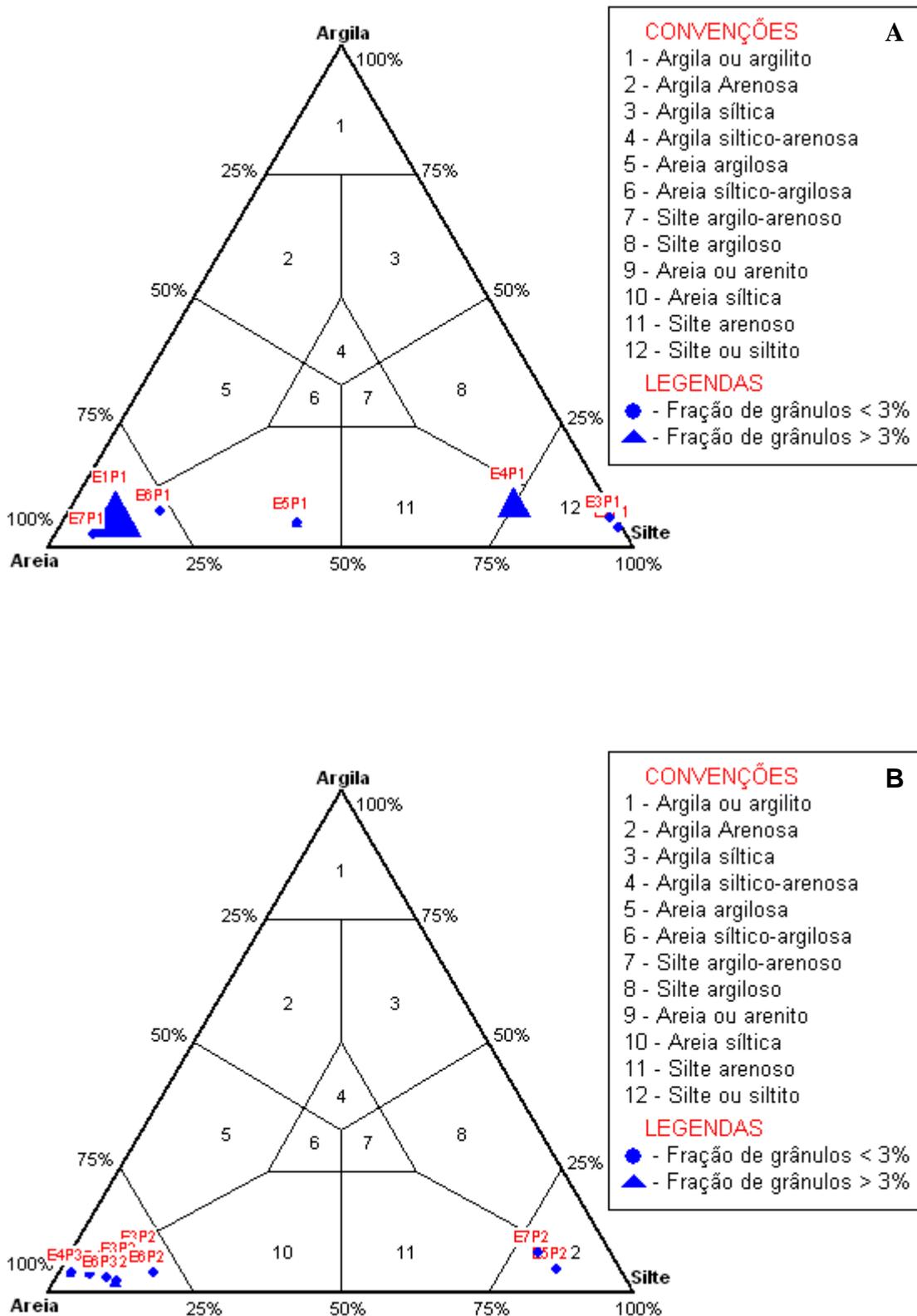


Figura 13. Diagrama de Shepard para o sedimento do infralitoral (A) e mediolitoral (B) no mês de julho de 2004 no estuário do Pina-PE.

## 5.2 Parâmetros Bióticos

### 5.2.1 Microfitobentos

Os valores de clorofila-a, em geral, foram inferiores aos de feopigmentos (Fig. 14 e 15). Esses valores foram maior no mediolitoral do que no infralitoral em janeiro, esses dados não do infralitoral de julho não foram coletados. Em janeiro, no mediolitoral, houve uma diminuição da concentração de clorofila-a em direção ao interior do estuário. (Fig 15). Em julho, na região mediolitoral, a concentração de feopigmentos acompanhou a de clorofila-a.

Janeiro apresentou, na maioria das estações, maior concentração de clorofila-a e feopigmentos que julho, exceto na estação E6P3 onde a maior concentração desses pigmentos foi obtida em julho. A maior concentração de clorofila-a registrada foi em janeiro, na estação E3P2 ( $3,7 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) e os menores valores foram encontrados no infralitoral. Em julho a estação E7P2 apresentou a maior concentração de feopigmentos ( $12,43 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ), o menor valor desse pigmento foi registrado na estação E6P2 no mesmo mês ( $0,9 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ).

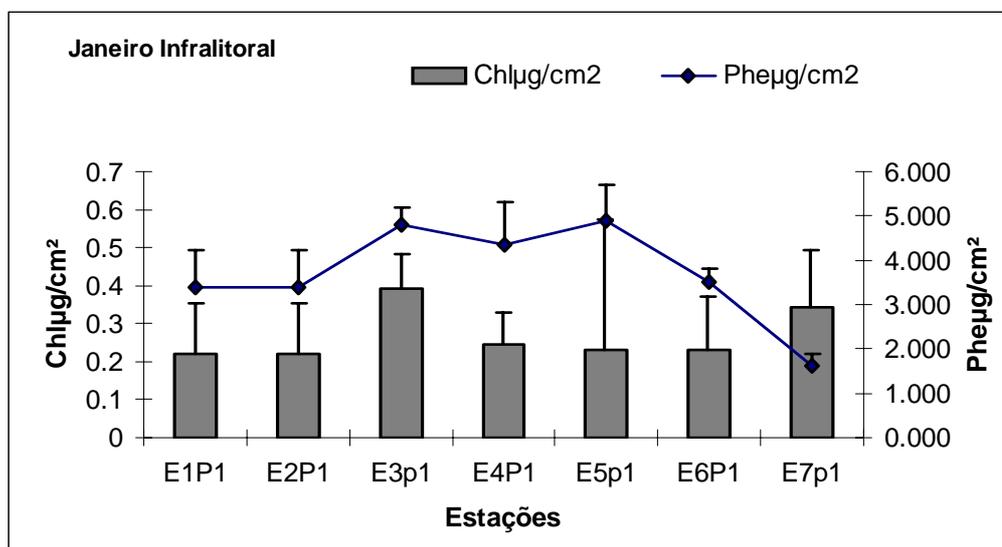


Figura 14. Variação da concentração ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) da clorofila-a e feopigmentos no infralitoral da Baía do Pina-PE, em janeiro de 2004.

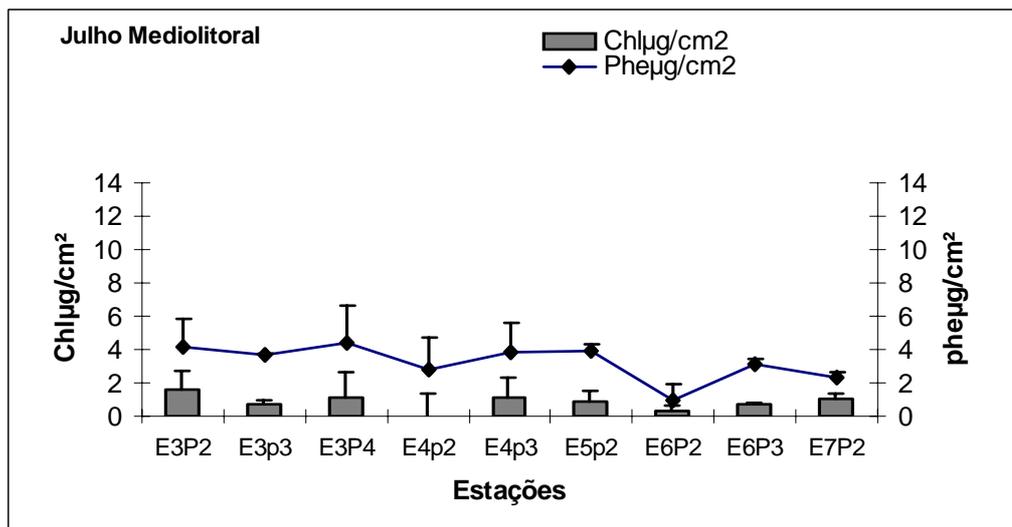
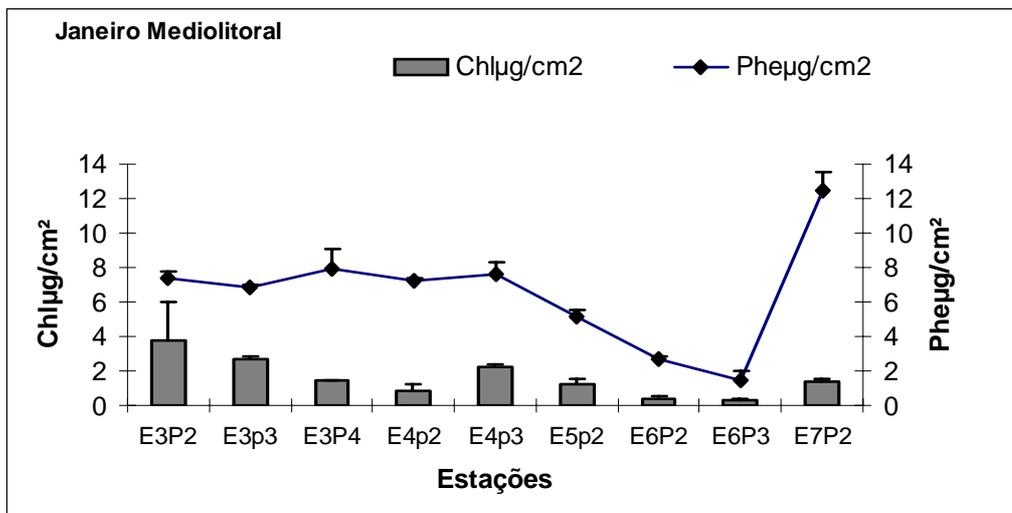


Figura 15. Variação da concentração ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) da clorofila-a e feopigmentos na região mediolitoral da Bacia do Pina-PE, em janeiro e julho de 2004.

### 5.2.2 Macrofauna Bêntica

#### **Composição e Diversidade**

A macrofauna esteve representada por 122 taxa. Em janeiro foram identificados 113, que estiveram distribuídos entre os grupos Polychaeta (72), Crustacea (19), Mollusca (11), Oligochaeta (3) e Outros (8). Em julho apenas 44 taxa foram encontrados, estando distribuídos entre os grupos Polychaeta (22), Mollusca (10), Crustacea (6), Oligochaeta (3) e Outros (3).

A riqueza e diversidade variaram ao longo do estuário, apresentando diminuição dos valores em direção à região interna no infralitoral em janeiro, em julho essa variação espacial não se tornou bem evidente, onde as estações intermediárias apresentaram maior diversidade e riqueza, tanto no médio infra quanto no mediolitoral (Fig. 16 e 17).

Em janeiro a maioria das estações apresentou riqueza e diversidade maiores no infra que no mediolitoral, enquanto em julho esses valores foram um pouco maiores no mediolitoral. Quanto à variação temporal dos índices de diversidade, houve uma diminuição nos valores de riqueza e diversidade de janeiro para julho. A equitabilidade mostrou uma diminuição a montante no infralitoral em janeiro, porém no mediolitoral desse mês e em todos os estratos de julho a equitabilidade foi menor nas estações intermediárias do estuário (Fig.18).

A variação da diversidade foi proporcional à variação da riqueza em janeiro, porém em julho os valores de equitabilidade tiveram uma influencia maior na diversidade. (Figs. 16 e 18).

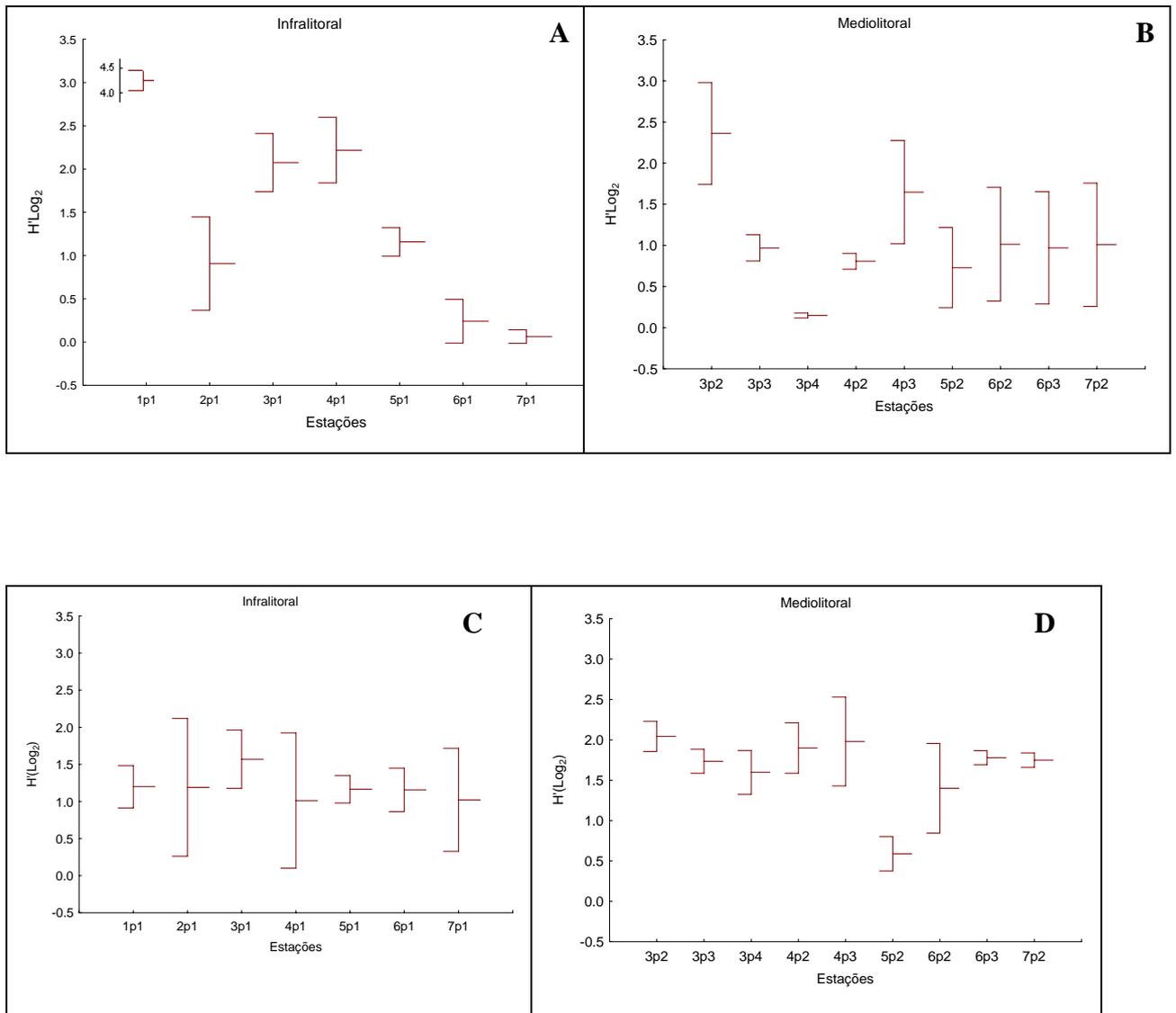


Figura 16. Variação espaço-temporal do  $H'$  = índice de diversidade de Shannon-Wiener (bits), em janeiro (A e B) e julho (C e D) no infra e mediolitoral no estuário do Pina –PE.

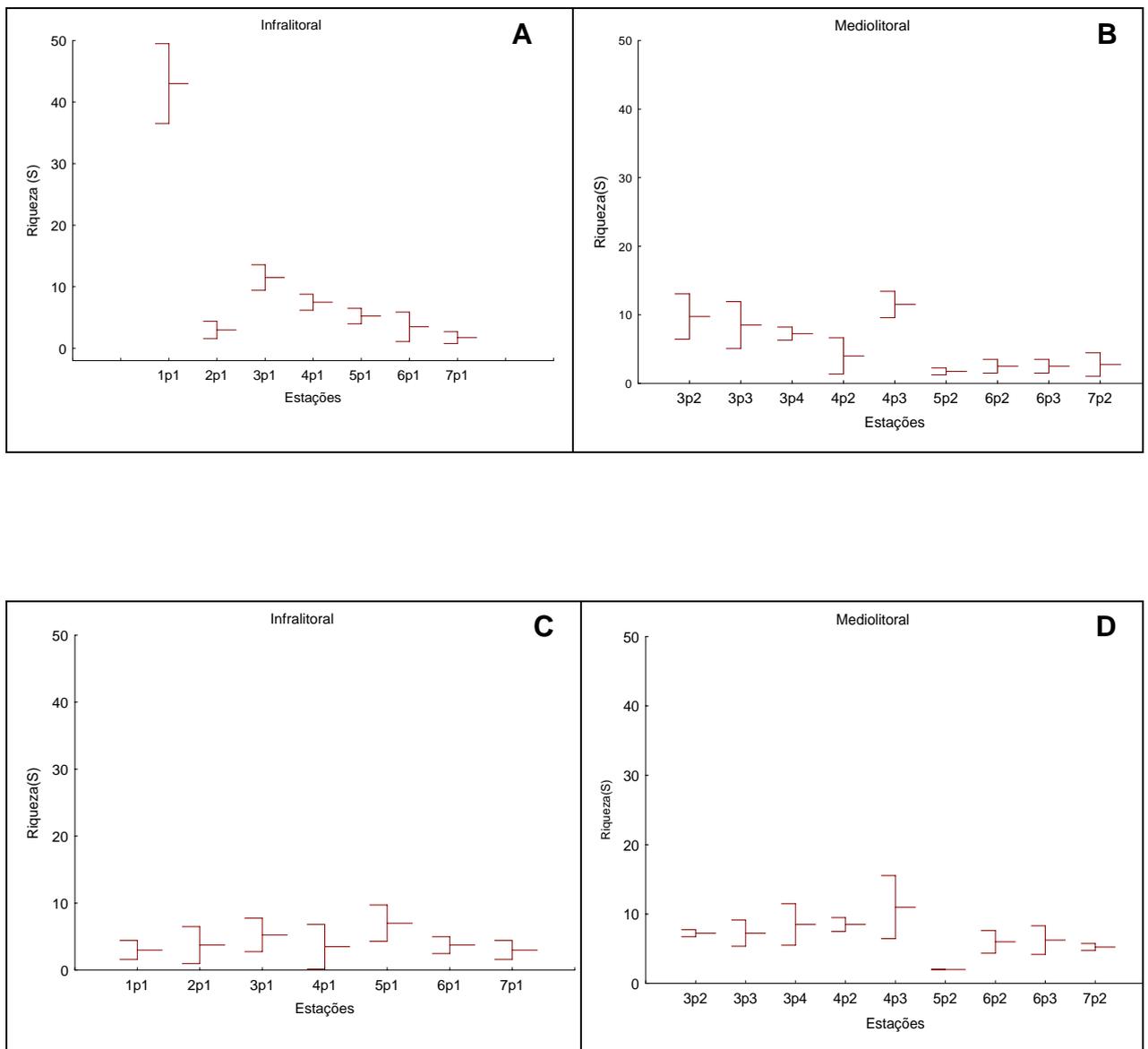


Figura 17. Variação espaço-temporal dos índices de Riqueza específica (S) em janeiro (A e B) e julho (C e D) no infra e mediolitoral do estuário do Pina-PE,

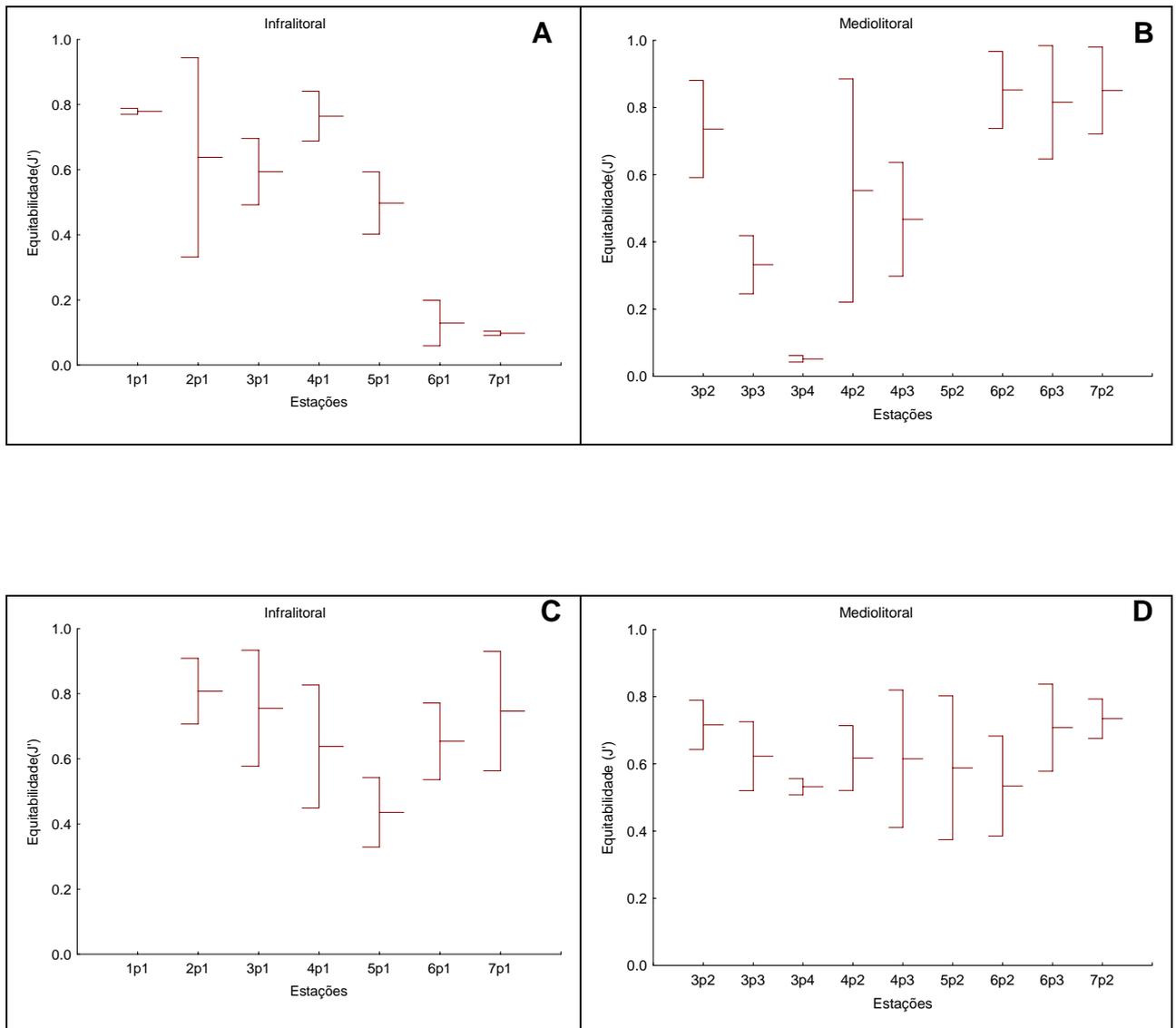


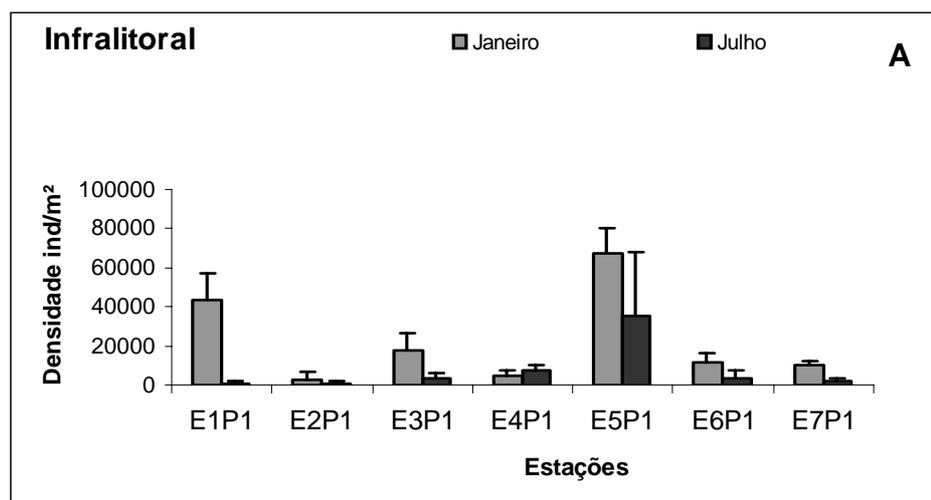
Figura 18. Variação espaço-temporal da equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) em janeiro (A e B) e julho (C e D) no infra e mediolitoral do estuário do Pina-PE,.

Foram registrados 15.106 indivíduos em janeiro e 7.256 indivíduos em julho. O mês de janeiro apresentou, em média, densidades mais elevadas que julho, com uma variação de 2.718 ind/m<sup>2</sup> a 123.656 ind/m<sup>2</sup> nas estações E7P2 e E3P4, respectivamente, enquanto que em julho a densidade variou de 800 ind/m<sup>2</sup> a 35.175 ind/m<sup>2</sup> nas estações E1P1 e E5P1, respectivamente (Fig.19). Os organismos mais abundantes do estuário foram *Streblospio benedicti* e *Tubifex* sp nos dois períodos estudados (Tab. 1).

O mediolitoral apresentou densidades maiores que o infralitoral, sendo registrados valores mais elevados na região intermediária do estuário. A maior densidade encontrada na estação E3P4 em janeiro, deve-se principalmente a *Streblospio benedicti* e *Tubifex* sp. que juntos representaram mais de 98% da macrofauna. Em julho os organismos mais abundantes do mediolitoral foram *Tubifex* sp. (47%), *Boccardia* sp. (16%), *S. benedicti* (15%), *Laeonereis acuta* (9%) e *Sigambra grubei* (4%).

No Infralitoral a estação E5 apresentou as maiores densidades em ambos os períodos. As maiores densidades registradas em janeiro foram explicadas, sobretudo, pela presença de três Anelídeos que juntos representaram 91% da macrofauna total: *Tubifex* sp. (28%), *S. grubei* (55%) e *Boccardia* sp. (8%). Em julho essas mesmas espécies continuaram abundantes juntamente com *S. benedicti* (79%), representando juntos 95% da macrofauna total encontrada nesse mês.

*S. benedicti* dominou, em janeiro, na maioria das estaco com frações de sedimento que variaram de silte fino a areia média. Em julho, as estações que apresentaram os maiores tamanhos médios do grão foram dominadas por *Tubifex* sp. E naquelas com os grãos mais finos dominou *S. benedicti* (Tabs. 2 e 3)



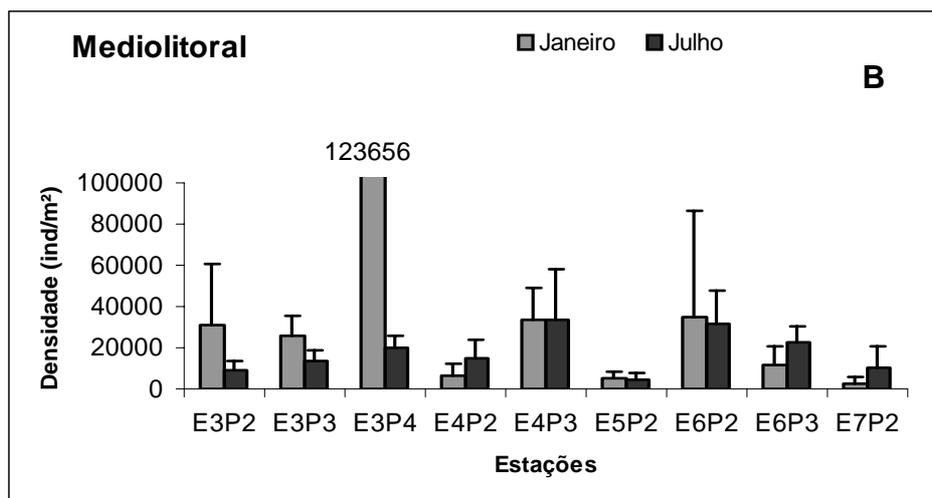


Figura 19. Variação espaço-temporal da densidade (indivíduos/m<sup>2</sup>) nas regiões infralitoral (A) e mediolitoral (B) em janeiro e julho de 2004 no estuário do Pina (PE).

Tabela 1. Relação das espécies mais abundantes no estuário do Pina (PE), seu grupo trófico (D=detritívoros, S=suspensívoros; C=carnívoros), densidade (ind/m<sup>2</sup>) e participação relativa (%) em janeiro e julho de 2004.

Espécies	Função Trófica	Janeiro		Julho	
		Densidade (ind/m <sup>2</sup> )	Abundância (%)	Densidade (ind/m <sup>2</sup> )	Abundância (%)
<i>Boccardia sp.</i>	D	42725	10,0	27619	13,1
<i>Capitella sp.</i>	D	20979	5,0	4468,8	2,1
<i>Chione cancellata</i>	D	2400	1,0	33	0,02
Actinaria	C	1600	1,0	25	0,01
<i>Kinbergonuphis sp.</i>	C	3775	1,0	0,0	0
<i>Laeonereis acuta</i>	C	5088	1,0	14163	6,8
<i>Mediomastus sp.</i>	D	2394	1,0	181	0,09
<i>Neoheteromastus sp.</i>	D	6175	1,0	3250	1,6
<i>Sigambra grubei</i>	C	32013	7,0	9636	4,6
<i>Streblospio benedicti</i>	D	149317	34,0	57652	27,4
Syllidae	C	3175	1,0	0,0	0
<i>Tubifex sp.</i>	D	130154	30	81190	38,7
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	S	455	0,11	1902	0,9
<i>Heteromastus sp.</i>	D	7378	0,17	2525	1,2

Tabela 2. Espécies dominantes e parâmetros abióticos em cada estação do estuário do Pina-PE, no mês de janeiro de 2004. (AM=areia média, AF=areia fina; AMF=areia muito fina; SG=silte grosso; SM= silte médio; SF=silte fino).

Estação	Espécie	Dominância (%)	Tipo de sedimento	Profundidade (m)	Salinidade média
E1P1	<i>Boccardia</i> sp.	9,9	AM	12,5	35
E2P1	<i>S. benedicti</i>	38,3	SF	11,5	34
E3P1	<i>Tubifex</i> sp.	39,4	SG	4,1	29
E3P2	<i>Tubifex</i> sp.	67,2	AM	*	*
E3P3	<i>S. benedicti</i>	64	AM	*	*
E3P4	<i>S. benedicti</i>	88	SG	*	*
E4P1	<i>S. benedicti</i>	33	SM	3,11	21,5
E4P2	<i>S. benedicti</i>	75	AF	*	*
E4P3	<i>Capitella</i> sp.	50	AM	*	*
E5P1	<i>Boccardia</i> sp.	55	AF	*	*
E5P2	<i>Tubifex</i> sp.	92	SM	*	*
E6P1	<i>Sigambra grubei</i>	85	SM	2	8,5
E6P2	<i>Tubifex</i> sp.	98	AMF	*	*
E6P3	<i>Tubifex</i> sp.	91	AF	*	*
E7P1	<i>Sigambra grubei</i>	91	AF	1,75	12
E7P2	<i>Tubifex</i> sp.	54	AMF	0,5	8

Tabela 3. Espécies dominantes e parâmetros abióticos em cada estação do estuário do Pina –PE, no mês de julho de 2004. (AM=areia média, AF=areia fina; AMF=areia muito fina; SG=silte grosso; SM= silte médio; SF=silte fino).

Estação	Espécie	Dominância (%)	Tipo de sedimento	Profundidade (m)	Salinidade média
E1P1	<i>Mediomastus</i> sp.	18	AM	11,7	29,5
E2P1	<i>Tubifex</i> sp.	38	SF	8,2	26,5
E3P1	<i>Tubifex</i> sp.	32	SF	3,2	28,5
E3P2	<i>Tubifex</i> sp.	39	AF	*	*
E3P3	<i>Tubifex</i> sp.	62	AF	*	*
E3P4	<i>Tubifex</i> sp.	63	AM	*	*
E4P1	<i>S. benedicti</i>	53	SM	3,4	27
E4P2	<i>Tubifex</i> sp.	61	AM	*	*
E4P3	<i>Tubifex</i> sp.	56	AM	*	*
E5P1	<i>S. benedicti</i>	79	AMF	1,7	15,5
E5P2	<i>S. benedicti</i>	84	SF	*	*
E6P1	<i>S. benedicti</i>	58	AMF	3,2	18
E6P2	<i>Boccardia</i> sp.	54	AMF	*	*
E6P3	<i>Tubifex</i> sp.	46	AF	*	*
E7P1	<i>S. benedicti</i>	71	AM	3,0	17,5
E7P2	<i>S. benedicti</i>	33	SF	*	*

### 5.3 Estrutura Trófica das Comunidades Macrobênticas no Estuário do Pina

#### 5.3.1 Distribuição por Taxa

Foram encontrados 122 taxa distribuídos entre os grupos tróficos: detritívoros, suspensívoros e carnívoros de acordo com a literatura. A distribuição dos taxa entre as categorias alimentares está representada na figura 20. O grupo detritívoro apresentou o maior número de espécies, seguido de carnívoros em Janeiro. Em julho detritívoros foram os mais abundantes, havendo uma nítida diminuição dos carnívoros nesse mês. Os suspensívoros mantiveram-se praticamente constantes entre os dois períodos.

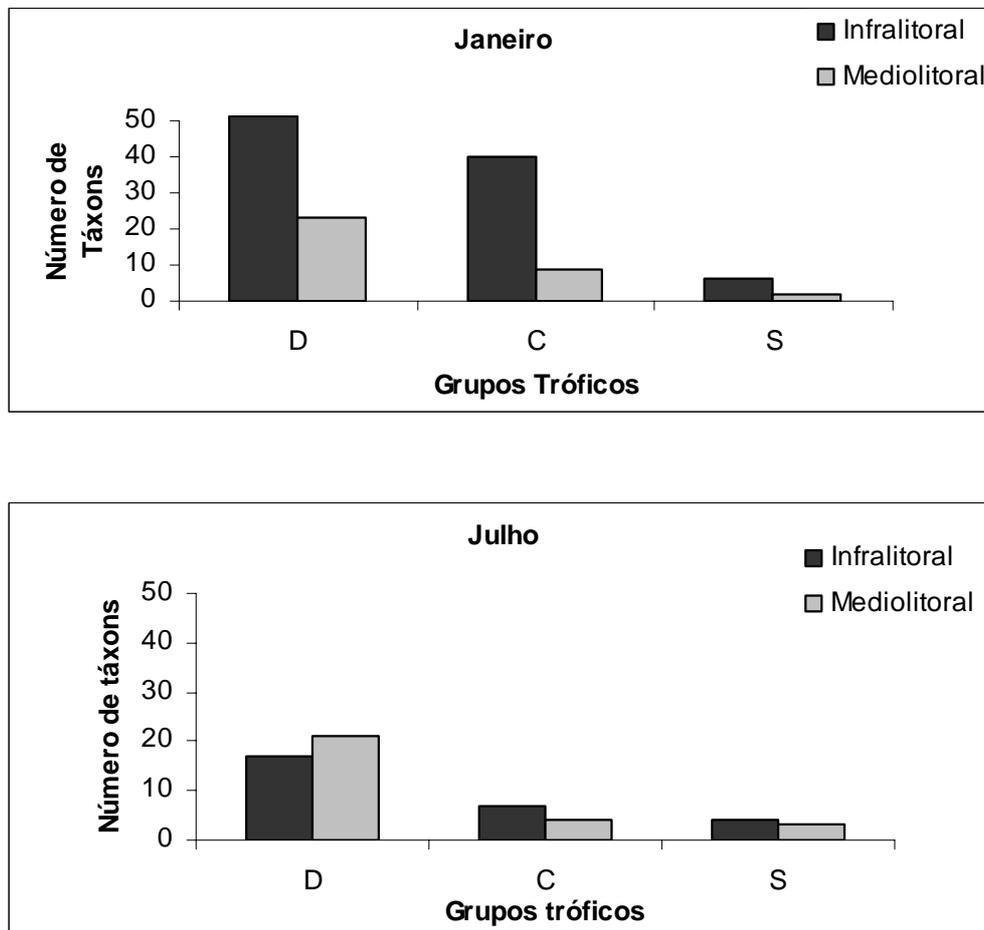


Figura 20. Distribuição dos grupos tróficos no estuário do Pina-PE entre os taxa. D= detritívoros, C= Carnívoros e S = Suspensívoros.

### 5.3.2 Distribuição por Densidade

O número médio de indivíduos por grupo trófico indicou que detritívoro foi a categoria alimentar dominante em ambos os meses. Em janeiro representaram 87% dos organismos identificados, seguidos de carnívoros (13%) e suspensívoros (0,4%). Em julho, os detritívoros foram responsáveis por 87%, seguidos dos carnívoros (12%) e suspensívoros (1%) (Fig.21).

A distribuição das guildas tróficas ao longo do estuário mostrou que os detritívoros foram dominantes na região mediolitoral e nas estações externas do infralitoral. O grupo carnívoro foi o segundo mais abundante, representando quase metade dos indivíduos no ponto E1 e a maioria dos indivíduos nas duas estações mais internas (E6 e E7). Os suspensívoros apresentaram-se mais abundantes na região intermediária, diminuindo ou desaparecendo nas estações mais internas, tanto no infralitoral como no mediolitoral (Fig.22)

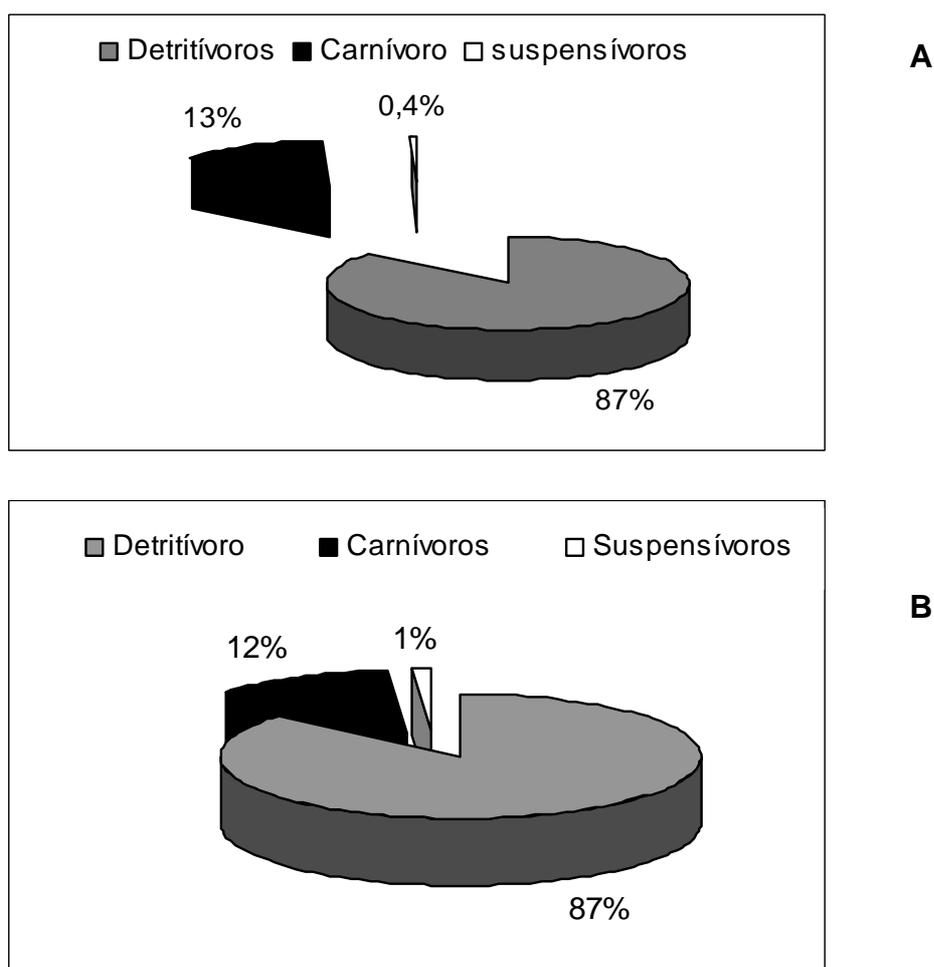


Figura 21. Abundância (%) dos grupos tróficos no estuário do Pina-PE nos meses de janeiro (A) e julho (B) de 2004.

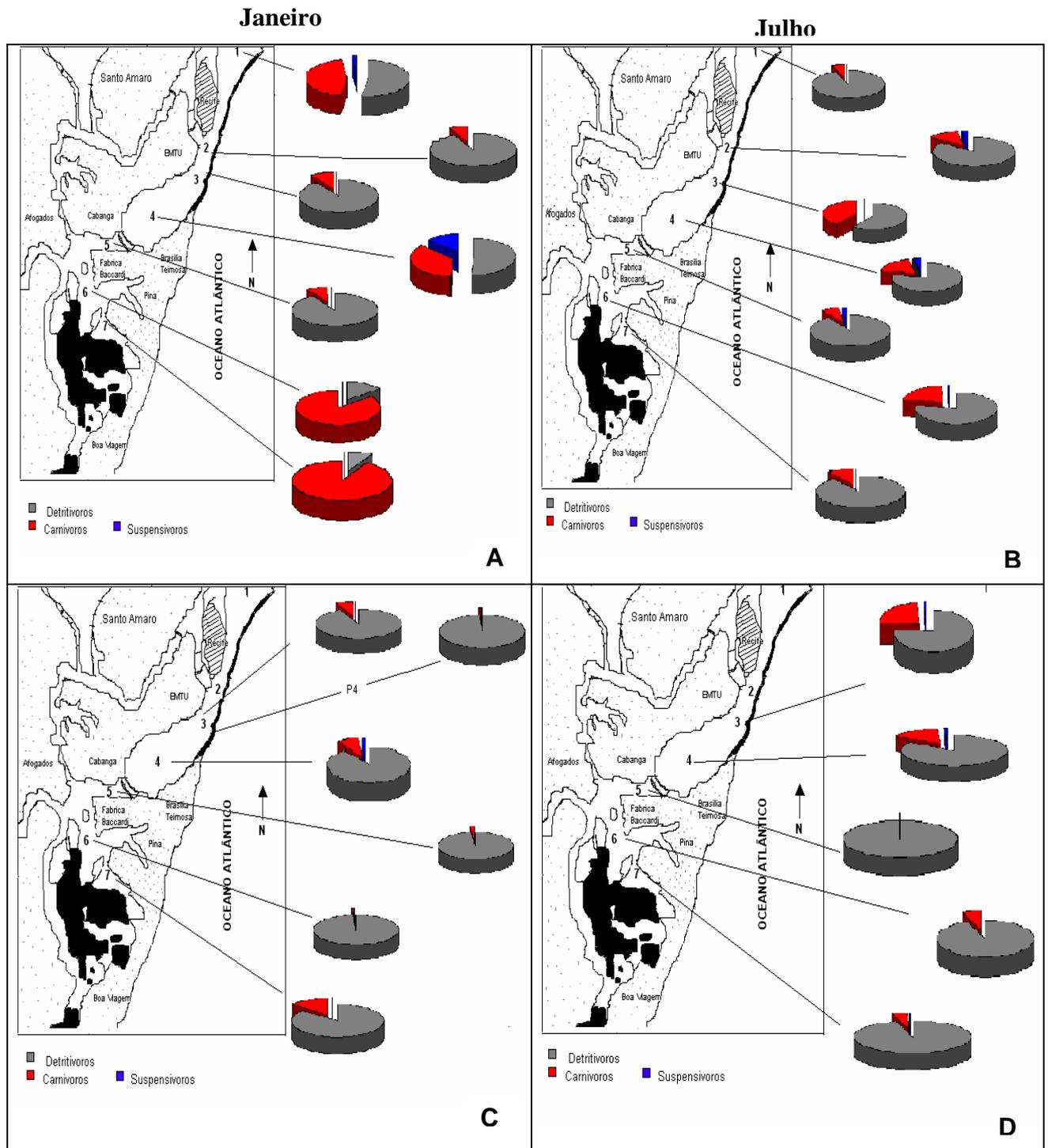


Figura 22. Distribuição espacial das guildas tróficas da macrofauna bentônica na região infralitoral (A e B) e mediolitoral (C e D), do estuário do Pina-Recife, nos meses de janeiro e julho de 2004.

### 5.3.3 Análise de correlação de Spearman para os grupos tróficos

No mês seco os carnívoros apresentaram correlação negativa com Silte ( $r=-0,9$ ) e positivas, porém fraca com o tamanho médio dos grãos ( $r=0,68$ ) e forte com clorofila-a ( $r=0,81$ ). Os outros grupos tróficos não apresentaram correlações significativas com os parâmetros ambientais. Em julho, apenas os suspensívoros correlacionaram-se, positivamente, com a matéria orgânica do sedimento (Tab.4).

Tabela 4. Análise de correlação de Spearman para os grupos tróficos e os parâmetros ambientais em janeiro de julho de 2004, no estuário do Pina-Recife-PE.

Correlações	Janeiro		Julho	
	Carnívoros e Silte	Carnívoros e grãos	Carnívoros e clorofila	Suspensívoros e Matéria orgânica
r (Spearman )=	-0,90	0,68	0,81	0,72
t =	-4,64	2,47	3,74	2,8
Gl=	7	9	9	9
(p)=	0,0056	0,042	0,0072	0,026

## 5.4 Análises Multivariadas

### 5.4.1 Associações Macrofaunísticas

No mês de janeiro foram encontradas 5 associações macrofaunísticas que separaram as diferentes regiões em estuário médio, superior e inferior, com as regiões infralitorais e mediolitorais bem definidas (Fig.23): Grupo 1, região infralitoral inferior (II), formado pela estação E1P1; Grupo 2, região infralitoral superior (IS), formado pela estação E7P1; Grupo 3, região mediolitoral médio (MM) (com apenas uma estação no infralitoral), formado pelas estações E3P1, E3P2, E3P3, E3P4 e E4P3; Grupo 4, região infralitoral médio (IM), formado pelas estações E2P1 e E4P1 e Grupo 5, região mediolitoral superior (MS), com duas estações no infralitoral, formado pelas estações E5P1, E4P2, E6P2, E6P3, E5P2, E6P1 e E7P2. Esses setores do estuário apresentaram uma separação clara, confirmada pelo ANOSIM ( $r=0,79$ ;  $p=2,8\%$ ) e bem representada pelo MDS (Fig. 24).

As características bióticas e abióticas destes grupos são apresentadas nas tabelas 5 e 6. As regiões IM, IS e MS apresentaram os menores valores de número de espécies e densidades. Os grupos MM e IM foram dominados pelo poliqueto *S. benedicti* e pelo oligoqueto *Tubifex* sp., sendo os dois grupos formados por areia média a silte grosso (Tab. 6). Essas estações estão localizadas no banco de moluscos, que apresentaram também os maiores percentuais de matéria orgânica e clorofila-a.

Os grupos II e MS apresentaram os maiores valores de tamanho do grão, com predomínio de areia fina (Tab. 6). Estes grupos foram dominados basicamente pelas mesmas espécies (*Tubifex* sp. e *Boccardia* sp.), além da presença do poliqueto *Kinbergonuphis* sp. no grupo II. As espécies *Sternaspis* sp, *Kinbergonuphis* sp., *Arca notabilis* e *Upogebia omissa* foram registradas exclusivamente no grupo II. O grupo IS foi dominado pelo poliqueto *S. grubei*, o sedimento esteve composto por areia fina, apresentando condições de anóxia.

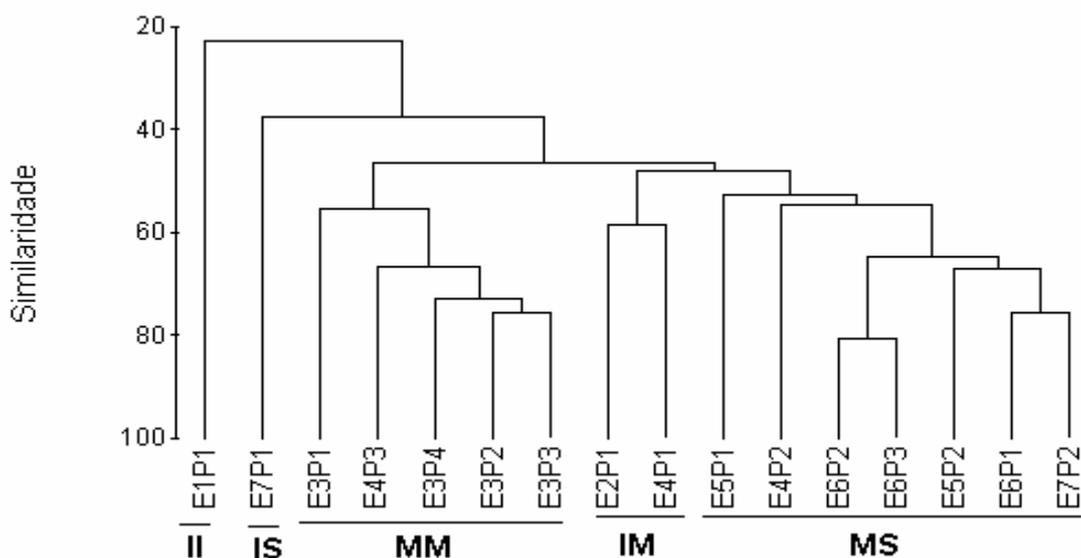


Figura 23. Análise de agrupamento mostrando as associações macrofaunísticas formadas no mês de janeiro de 2004, na bacia do Pina-PE, utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis (média não ponderada, dados transformados à raiz quarta)

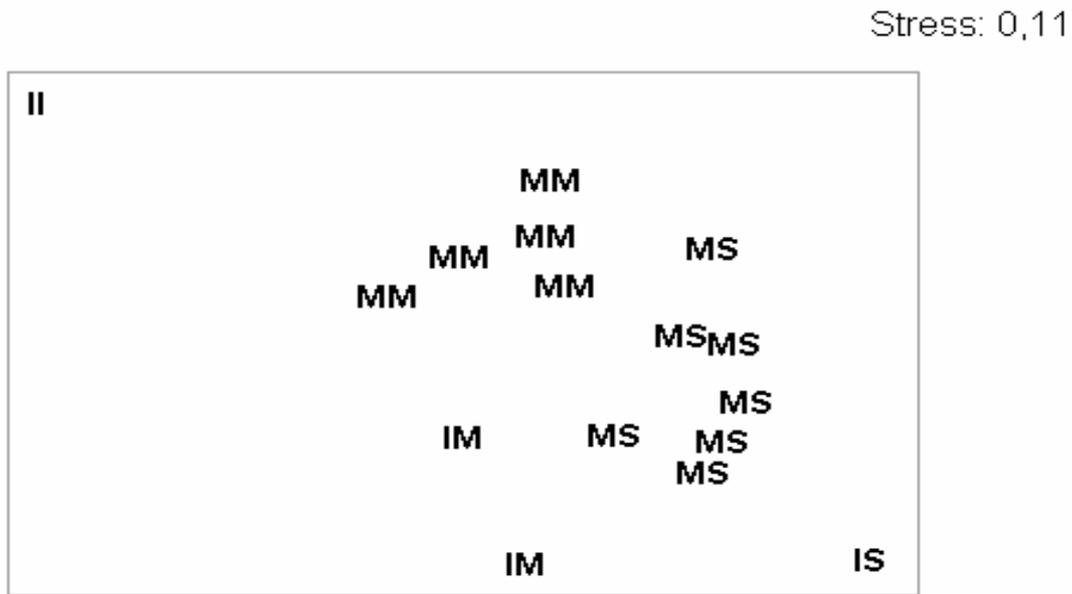


Figura 24. Ordenação MDS das amostras de macrofauna bêntica em janeiro de 2004 no estuário do Pina-PE, a partir dos dados de densidade das espécies, utilizando a raiz quarta e o índice de Bray-Curtis.

Tabela 5: Espécies dominantes e sua participação relativa, número de espécies e densidade média nos grupos formados pela análise de agrupamento no estuário do Pina-PE, em janeiro de 2004.

	II	IS	MM	IM	MS
<b>Espécie dominante</b>	<i>Boccardia</i> sp. (9,8%)		<i>Streblospio benedicti</i> (59,5%)	<i>Streblospio benedicti</i> (37%)	<i>Tubifex</i> sp. (52%)
<b>(Participação relativa)</b>	<i>Tubifex</i> sp. (8,5%)	<i>Sigambra grubei</i> (92%)	<i>Tubifex</i> sp. (22%)	<i>Tubifex</i> sp. (31%)	<i>Boccardia</i> sp. (27%)
<b>Nº Espécies</b>	41	4	22	14	10
<b>Densidade média (ind/m<sup>2</sup>)</b>	44.250	10.275	46.291	3.775	20.008

Tabela 6: Médias e desvio padrão (DP) dos parâmetros do sedimento nos grupos formados pela análise de agrupamento no estuário do Pina-PE, em janeiro de 2004.

<b>Variáveis (%)</b>	<b>II</b>	<b>IS</b>	<b>MM</b>	<b>IM</b>	<b>MS</b>
<b>Cascalho</b>	1,1	0,0	0,8 (1,3)	2,7 (3,8)	2,4 (2,0)
<b>Areia</b>	95,8	82,5	81,1 (19,2)	12,0 (8,0)	54,8 (16,0)
<b>Silte</b>	3,1	13,4	14,8 (17,8)	80,3 (7,5)	37,4 (16,5)
<b>Argila</b>	0	4,03	3,3 (2,1)	5,0 (4,2)	5,4 (1,5)
<b>M.O</b>	1,63	5,7	4,9 (3,4)	19,1 (0,8)	11,0 (4,3)

Em julho também foram formadas cinco associações: O Grupo 1 corresponde a região infralitoral inferior (II), formada pela estação E1P1; Grupo 2, região infralitoral médio (IM) esteve representado pelas estações E3P1, E4P1 e E2P1; Grupo 3, formado por estações da região superior, tanto no mediolitoral, como no infralitoral, compreendendo as estações E5P1 e E5P2; E6P1; E7P1 E7P2 (IS). O Grupo 4, região mediolitoral médio (MM), esteve formado pelas estações E3P2, E3P3, E3P4, E4P2 e E4P3. E o Grupo 5, região mediolitoral superior (MS), foi formado pelas estações E6P2 e E6P3 (Fig. 25). Os dados obtidos a partir da análise MDS reforçam os agrupamentos formados no Cluster (Fig.26).

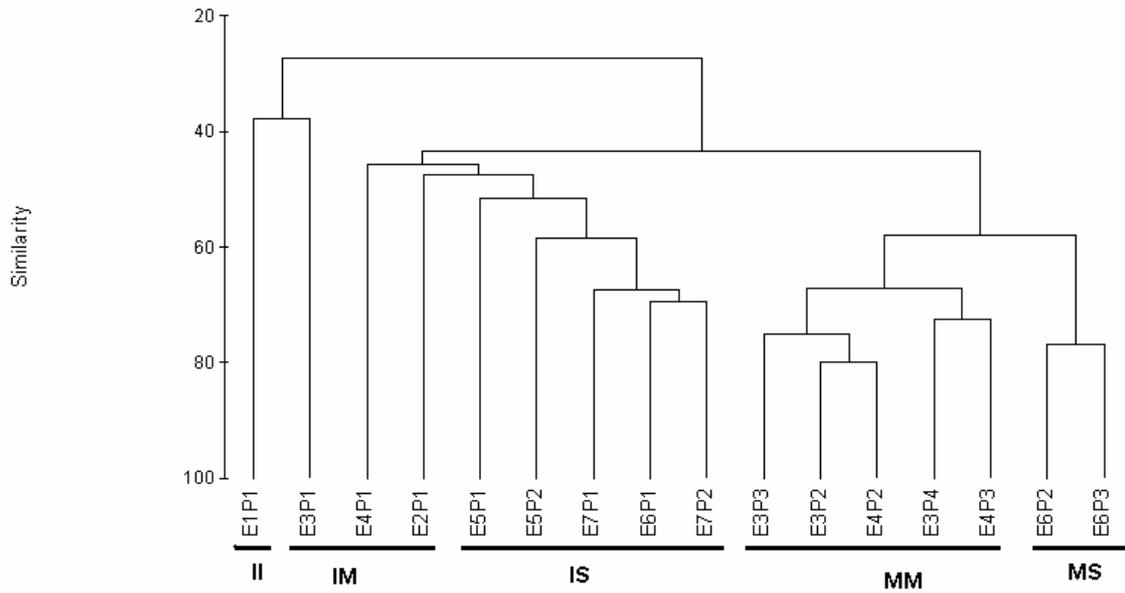


Figura 25. Dendrograma mostrando as associações macrofaunísticas formadas no estuário do Pina-PE, em julho de 2004, a partir da análise de Cluster, utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis, (média não ponderadas, dados transformados à raiz quarta).

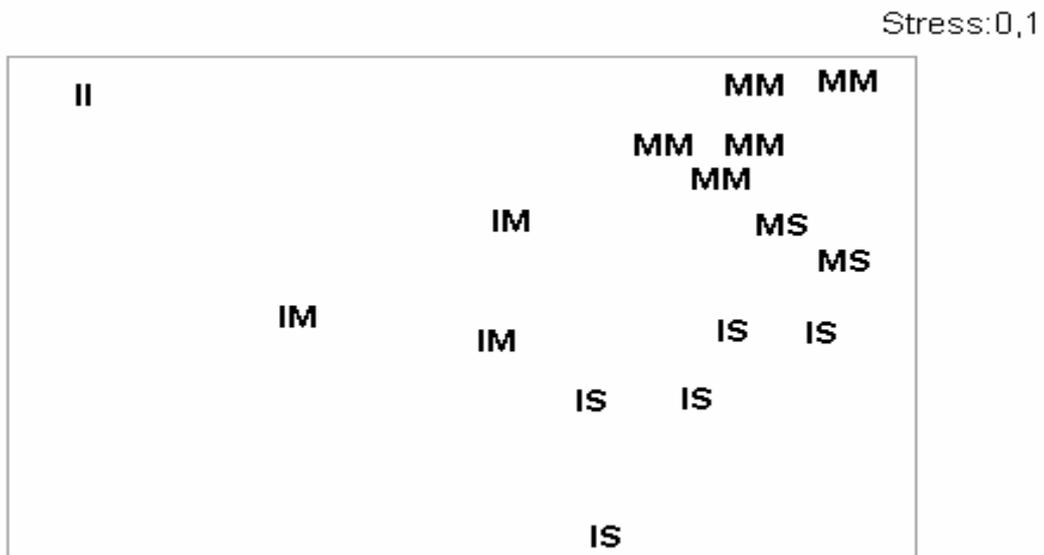


Figura 26. Ordenação MDS das amostras da macrofauna bêntica no mês de julho de 2004 no estuário do Pina-PE, a partir dos dados de densidade das espécies.

Na região II foram registrados os menores valores de densidade e número de espécies e a região IM apresentou o maior número de espécies. Os grupos MM e MS apresentaram as maiores densidades. No grupo II, onde foi registrada a maior salinidade do estuário, as espécies dominantes foram os capitélídeos *Capitella* sp e *Mediomastus* sp. e *Cossura* sp. O grupo IM foi dominado pelas espécies *Tubifex* sp., *S. benedicti* e *Cossura* sp. O grupo MM também foi dominado por *S. benedicti* e *Tubifex* sp. Esses grupos apresentaram os maiores percentuais de matéria orgânica. O grupo IS teve como espécies dominantes *Boccardia* sp., *Tubifex* sp. e *S. benedicti*, sendo o sedimento composto por areia fina e muito fina. O grupo MS foi dominado por *Tubifex* sp. e *Laeonereis acuta*. O sedimento apresentou-se com areia média a fina, com baixas concentrações de matéria orgânica (Tabs. 7 e 8).

Tabela 7: Espécies dominantes, sua participação relativa, número de espécies e densidade média nos grupos formados pela análise de agrupamento no estuário do Pina-PE, em julho de 2004.

	II	IM	MM	IS	MS
<b>Espécie dominante (abundância)</b>	<i>Capitella</i> sp (49%)	<i>Tubifex</i> sp. (29%)	<i>S.benedicti</i> (69%)	<i>Boccardia</i> sp (41%)	<i>Tubifex</i> sp. (58%)
	<i>Mediomastus</i> sp. (19%)	<i>S.benedicti</i> (26%)	<i>Tubifex</i> sp. (13%)	<i>Tubifex</i> sp. (34%)	<i>L. acuta</i> (13%)
	<i>Cossura</i> sp. (16%)	<i>Cossura</i> sp. (11%)		<i>S. benedicti</i> (20%)	
<b>Nº Espécies</b>	10	21	13	15	10
<b>Densidade média (ind/m<sup>2</sup>)</b>	800	2.578	11.188	27.175	20.008

Tabela 8: Médias e desvio padrão (DP) dos parâmetros do sedimento nos grupos formados pela análise de agrupamento no estuário do Pina-PE, em julho de 2004.

Variáveis (%)	II	IM	MM	IS	MS
<b>Cascalho</b>	8,9	1,8 (3,2)	0,5 (0,8)	0,0 (0)	1,1 (0,6)
<b>Areia</b>	82,7	5,3 (7,8)	49,0 (36,7)	84,0 (6,0)	86,8 (5,6)
<b>Silte</b>	6,4	87,5 (11,7)	45,2 (35,8)	12,3 (5,2)	8,2 (4,3)
<b>Argila</b>	2,0	5,4 (1,2)	5,3 (2,4)	3,7 (0,8)	3,8 (2,3)
<b>M.O</b>	4,3	21,3 (5,0)	5,3 (10,1)	4,6 (2,8)	4,3 (1,3)

### **Distribuição das espécies abundantes**

A distribuição das espécies mais abundantes ao longo das associações formadas no estuário do Pina está representada na figura 27 (A e B). Onde podemos observar uma diferença na distribuição dessas espécies entre as associações e entre os períodos seco e chuvoso, onde em janeiro a maior abundância na região IS foi do Pilargidae *S. grubei*, que representou cerca de 90% dos espécimes encontrados, em julho essa região foi dominada por *S. benedicti*.

*Boccardia* sp. apresentou sua maior abundância na região MS nos dois períodos estudados, sendo também dominante em janeiro na região II.

*Streblospio benedicti* apresentou diferentes padrões de distribuição entre os períodos seco e chuvoso, sendo mais abundante na região MM em janeiro e na região IS em julho. Essa espécie esteve quase ausente na região inferior do estuário nos dois períodos estudados. Em julho, *S. benedicti* apresentou correlações negativas com o tamanho médio dos grãos ( $r=-0,71$ ) (Tab.10).

*Capitella* sp. apresentou baixa densidade em janeiro, aumentando a mesma em julho. Sua abundância foi maior na região II com baixas densidades nas demais regiões, não apresentando muita variação. No mês seco, apresentou correlação positiva com o tamanho médio dos grãos ( $r=0,79$ ) e positiva, porém fraca com a clorofila-a ( $r=0,69$ ) (Tab.9).

*Tubifex* sp. apresentou uma ampla distribuição em todo o estuário, com menor abundância na região II nos dois meses e pico de abundância nas regiões IM e MS em janeiro e MM e MS em julho.

*Sigambra grubei* foi mais abundante no período seco, com um pico de abundância na região IS e baixas densidades nas demais regiões estuarinas. Em julho, apresentou um padrão de distribuição que não variou muito entre as regiões do estuário. No período seco apresentou forte correlação positiva com a clorofila-a ( $r=0,82$ ) e negativa com a profundidade ( $r=-0,92$ ) e oxigênio dissolvido ( $r=-0,88$ ). Em julho apresentou correlação negativa com o percentual de areia ( $r=-0,86$ ) (Tabs.9 e10).

*Laeonereis acuta* apresentou sua maior abundância no mês chuvoso, estando quase ausente no mês seco. Sua maior abundância em julho foi na região MM e MS e em janeiro apenas na MS. Apresentou, tanto no período seco, quanto no chuvoso, correlação positiva com o tamanho médio dos grãos ( $r=0,82$  e  $r=0,9$ , respectivamente ) (Tabs.9 e 10).

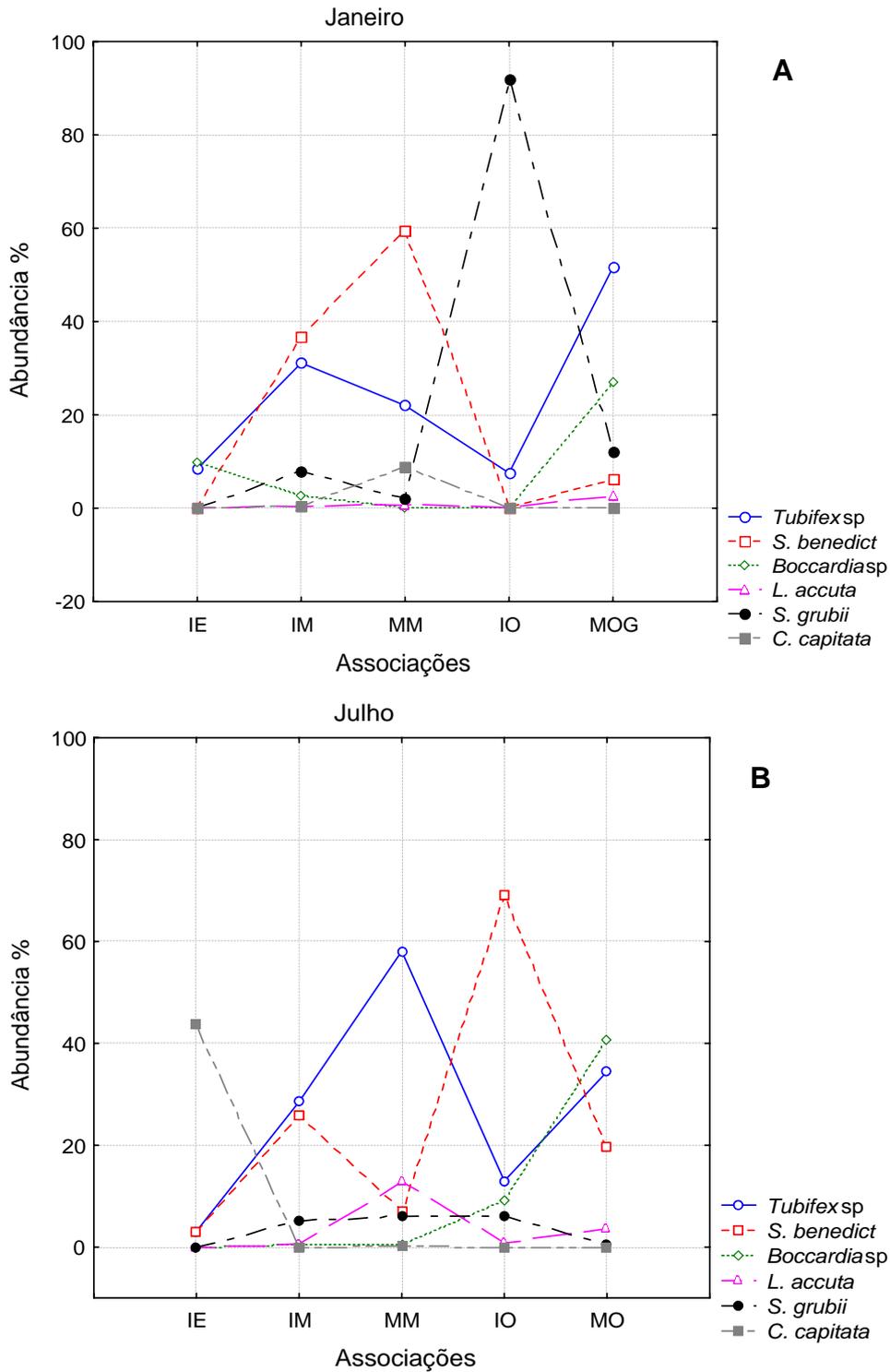


Figura 27. Distribuição das espécies abundantes em janeiro (A) e julho (B) de 2004, ao longo das associações formadas no estuário do Pina.

Tabela 9. Análise de Correlação de Spermam para as espécies mais abundantes no estuário do Pina, Recife- Pe, em janeiro de 2004.

Fatores ambientais	Espécie	$r_s$	N	P
Grão	<i>Capitella</i> sp.	0,79	9	0,0113
Grão	<i>L. acuta</i>	0,82	9	0,0063
Clorofila	<i>S.grubei</i>	0,82	9	0,0054
Clorofila	<i>Capitella</i> sp	0,69	9	0,04
Profundidade	<i>S.grubei</i>	-0,92	7	0,0025
Oxigênio dissolvido	<i>S.grubei</i>	-0,88	7	0,0084
Matéria orgânica	<i>A.brasiliana</i>	0,79	7	0,034

Tabela 10. Análise de Correlação de Spermam para as espécies mais abundantes no estuário do Pina, Recife- Pe, em julho de 2004.

Fatores ambientais	Espécie	$r_s$	N	P
Areia	<i>S.grubei</i>	-0,86	7	0,0137
Grãos	<i>S.benedicti</i>	-0,71	9	0,029
Grãos	<i>L.acuta</i>	0,9	9	0,0009
Feopigmentos	<i>Boccardia</i> sp	-0,69	9	0,038

#### 5.4.2 Índices de Diversidade:

Houve diferença significativa na diversidade entre os 5 grupos identificados em janeiro (ANOVA,  $F_{4,11} = 7,29$ ;  $p=0,04$ ), o teste *a posteriori* de Scheffé mostrou que o grupo 1(II) é significativamente diferente de todos os outros menos do grupo 2 (IM), que por sua vez não é significativamente diferente dos outros (Fig. 28). Os 5 grupos identificados em julho não foram significativamente diferentes quanto aos índices de diversidade, utilizando o teste de Scheffé.

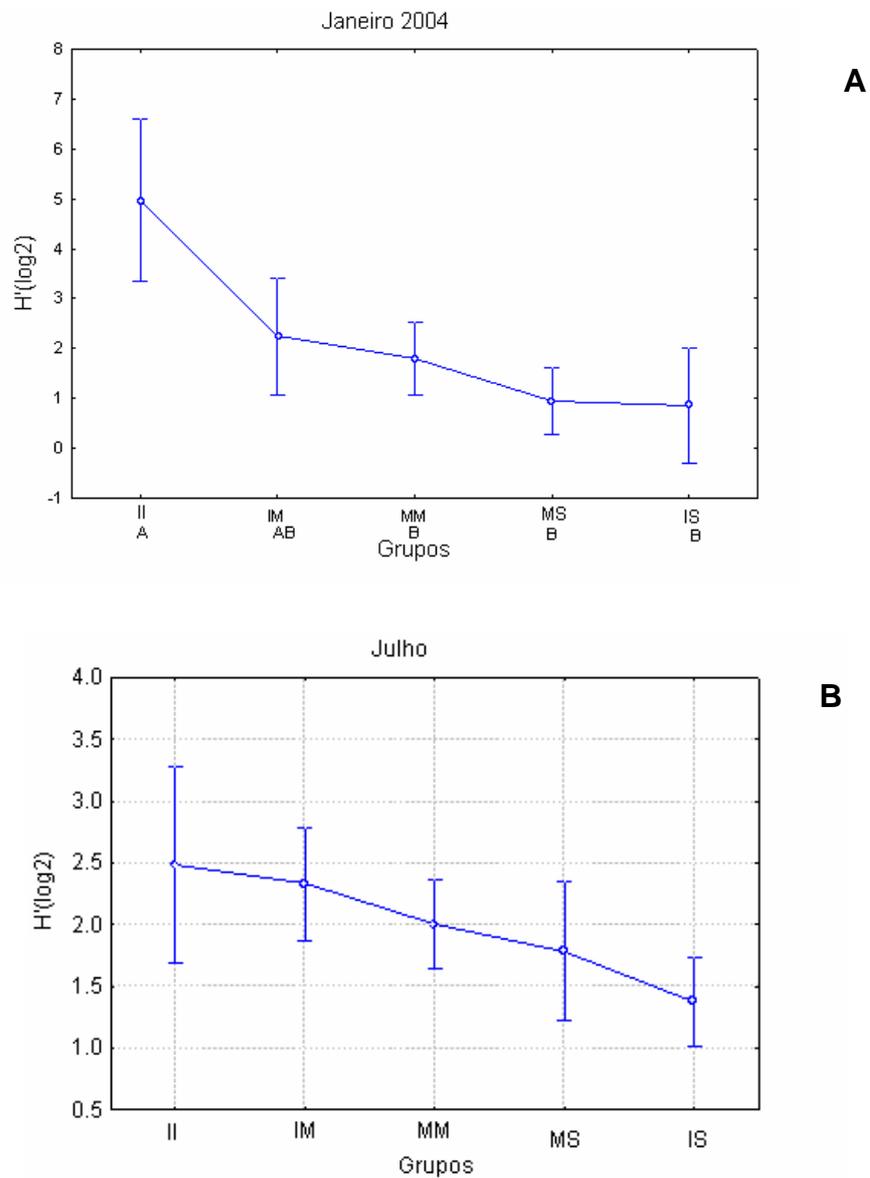


Figura 28. Índices de diversidade entre as associações formadas no mês de janeiro (A) e julho (B) no estuário do Pina, Recife-PE.

## 5.5 Biomassa

Em julho foram registrados os maiores valores de biomassa, havendo diferentes padrões quanto à distribuição da mesma nos agrupamentos formados entre os dois meses estudados. Em janeiro os maiores valores de biomassa se encontraram no estuário médio, tanto no infra quanto no mediolitoral (IM e MM). Em julho MM e MS apresentaram os maiores valores registrados. Em janeiro o estuário superior apresentou baixa biomassa, enquanto que em julho essa região apresentou elevada biomassa, principalmente devido a elevada densidade dos tubificídeos que causaram um aumento da biomassa nessa região do estuário (Fig.29).

O alto valor de biomassa registrado no mês chuvoso deve-se a elevada densidade de suspensívoros na região intermediária do estuário, área de coleta de mariscos. A biomassa de detritívoros foi maior no estuário médio nos dois meses e no estuário superior em julho. Os carnívoros apresentaram elevada biomassa no mediolitoral médio (MM) em Janeiro, estando sempre baixa em julho. A elevada biomassa do Cnidário *Bunodosoma cangicum* causou uma elevada biomassa na região IM em janeiro. (Fig.30).

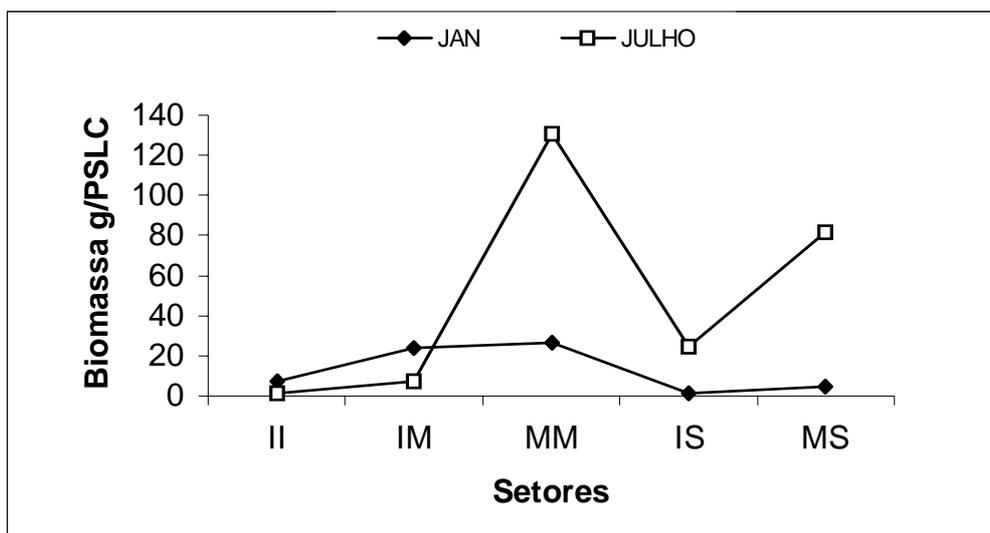


Figura 29. Biomassa total g/PSLC em cada setor do estuário, em janeiro e julho de 2004 .

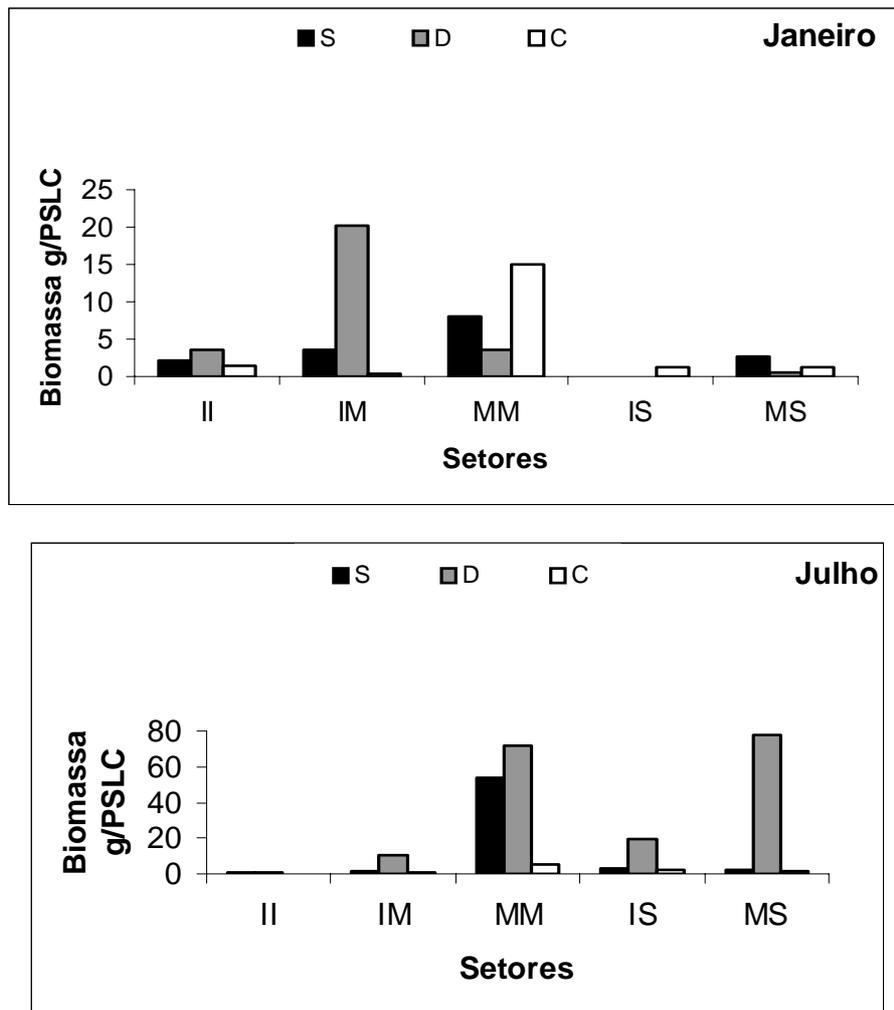


Figura 30. Contribuição em Biomassa g/PSLC de cada grupo trófico nos setores estuarinos formados, em janeiro e julho de 2004 .

### 5.6 Correlação com dados ambientais (BioEnv)

No infralitoral, a estrutura da comunidade da macrofauna no mês de janeiro esteve associada à variação da profundidade e salinidade ( $r = 0,86$ ). Em julho, a estrutura da comunidade esteve associada aos padrões de variação da salinidade de fundo, matéria orgânica e tamanho médio dos grãos ( $r = 0,92$ ). Por sua vez, no mediolitoral, tanto em janeiro ( $r = 0,931$ ) quanto em julho ( $r = 0,89$ ), a estrutura da comunidade da macrofauna esteve associada à porcentagem de areia e matéria orgânica.

## 6.0 DISCUSSÃO

O estuário do Pina morfologicamente possui um canal inicial formado pelo recife de arenito e o cais do porto; uma área aberta com mais de 500 m de largura e na parte superior, um afunilamento com a presença de gamboas (do aeroclube) e três rios que deságuam no estuário. A maior parte do estuário possui profundidades menores do que 4 m. A região intermediária do estuário é exposta e sofre ações principalmente da maré e dos ventos. Esses fatores estruturam a dinâmica desse ambiente, e são as principais forçantes que atuam na distribuição do sedimento.

Podemos distinguir ao longo da área estudada três regiões distintas: a área correspondente ao estuário inferior, caracterizada por alta salinidade, tipicamente euhalina, onde está localizada a estação E1. Esta estação está situada na boca do estuário, próxima ao porto da cidade. Outra região encontrada, caracterizada como zona de mistura é uma área com grande variação de salinidade, correspondente ao estuário médio, onde estão localizadas as estações E3, E4 e E5. A terceira região compreende o estuário superior, onde estão as estações E6 e E7, região de menor salinidade e oxigênio dissolvido, chegando a condições de anóxia em alguns pontos. A maioria das estações estão distribuídas na região mesohalina do estuário, essa região apresenta uma grande extensão ao longo do mesmo, devido a maior influência da maré, a região oligohalina não ficou bem caracterizada, pois encontra-se mais a montante da área estudada

A região estuarina, provavelmente apresenta um déficit hídrico, com a evaporação maior que a drenagem dos rios, uma vez que apresenta na boca do estuário uma salinidade maior (40) que a registrada por Cavalcanti & Kempf (1967) na plataforma continental adjacente (36 no verão e 32 no inverno).

Quanto à variação vertical da salinidade, o estuário apresentou duas regiões distintas. A primeira, onde se encontram as estações externas e intermediárias do estuário que apresentaram estratificação vertical, a segunda, composta pelas estações a montante, com baixa estratificação. Como as coletas de salinidade foram pontuais e não acompanharam um ciclo completo de maré (12hs), não podemos caracterizar o estuário quanto à estratificação

vertical da salinidade, essa variação encontrada, talvez tenha sido resultado, em janeiro, das intensas chuvas no período de coleta. Neste estuário, localizado em região com bacias hidrográficas pequenas, com indícios de déficit hídrico nas regiões mais costeiras, em região de mesomaré; é mais plausível que o regime predominante seja o misturado. Apesar dessas chuvas atípicas em janeiro de 2004, o período seco não foi descaracterizado, uma vez que os meses adjacentes apresentaram pluviosidade bem menor.

Em um estuário, cada um dos parâmetros ambientais atua sobre os outros e tem efeitos particulares sobre a fauna estuarina, agindo em diferentes escalas espaço-temporais (Day, 1967; Wolff, 1983). Vários trabalhos têm sido realizados utilizando a influência de fatores bióticos e abióticos sobre a estruturação das associações macrobentônicas em ambientes estuarinos e muitos têm demonstrado que salinidade e o tipo de substrato são os principais fatores que afetam a distribuição das espécies e a estrutura das comunidades nesses ambientes (McLuscky, 1989; Mettam *et al.*, 1994; Rosa-Filho, 2001; Teske & Wooldridge, 2003; Ysebart *et al.*, 2003; Gilberto *et al.*, 2004; LinLu, 2005). No presente estudo a profundidade, a salinidade, o tamanho médio dos grãos e a concentração de matéria orgânica foram os principais fatores estruturadores da comunidade infralitoral nos dois períodos amostrados, enquanto que no mediolitoral, o percentual de matéria orgânica e de areia apresentaram maior correlação (BIOENV).

A salinidade atua como uma barreira fisiológica para as espécies estenohalinas marinhas e de água doce e fornece um local de estresse para espécies eurihalinas marinhas (Teske & Wooldridge, 2003). A maioria das espécies que ocorreram no estuário são tipicamente marinhas, indicando a grande influência da água salgada no mesmo. Apenas oligoqueto *Tubifex* sp, característico de regiões oligohalinas, apresentou picos de abundância em algumas regiões do estuário, ocorrendo em todas elas. Os valores de salinidade encontrados no presente estudo não fugiram dos padrões de um estuário tropical (Tab. 11).

A concentração de oxigênio dissolvido na água é um importante indicador da qualidade do corpo hídrico. A resolução CONAMA nº 020, de 18 de julho de 1986 classifica as águas salobras com as condições limites para: a recreação de contato primário; a proteção das comunidades aquáticas; a criação natural ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana. Quando o Oxigênio Dissolvido encontra-se inferior a 5 mg/l, essas águas são consideradas impróprias. Em nossos resultados encontramos valores muito baixos de oxigênio dissolvido, abaixo do limite estabelecido pelo CONAMA na maioria das estações em janeiro e em todas as estações em julho. Esses valores diminuíram em direção ao estuário superior, chegando a zero (condições de anóxia) nas estações E5P1, E6P1 e E7P1 no mês de janeiro e na estação E6P1 em julho. Esses valores apresentaram fortes correlações com a salinidade ( $r= 0,96$ ;  $n= 7$ ;  $p < 0,05$ ), o que também foi encontrado por Feitosa *et al.* (1999) no mesmo estuário.

Segundo Alongi (1990) a diminuição do oxigênio dissolvido na água ocorre frequentemente após períodos de chuvas monsonicas em ambientes tropicais. As fortes chuvas ocorrentes nos períodos de coleta podem ter causado essa diminuição do oxigênio dissolvido, devido ao aumento de nutrientes carregados pelos rios. Feitosa *et al.* (1999), encontraram condições anóxicas na área correspondente ao nosso ponto E5 e atribuíram essa condição ao aporte de matéria orgânica proveniente dos rios que deságuam nesse ponto. Condições de anóxia geralmente estão relacionadas com impactos humanos (descarga de nutrientes) (Pearson e Rosenberg, 1978; Gray, 1992; Rosenberg *et al.*, 1996; Powilleit & Kube, 1999; Macedo *et al.*, 2000). Porém em nossos resultados, não houve correlação significativa entre o oxigênio dissolvido e o percentual de matéria orgânica no sedimento. Essa ausência de correlação pode ser consequência do hidrodinamismo nos canais internos, onde há baixa concentração de O.D. e baixa porcentagem de M.O. Valores baixos de oxigênio também foram encontrados em outros estuários de Pernambuco (Tab. 11).

A distribuição da matéria orgânica no estuário pode ser explicada pelo hidrodinamismo. No infralitoral, os pontos com menor hidrodinâmica, corresponderam à região central e apresentaram maior concentração de matéria orgânica; já os pontos extremos, com maior hidrodinamismo, têm menor concentração de matéria orgânica. No mediolitoral, a região com menor concentração de matéria orgânica, é a intermediária, aberta e exposta aos ventos e ondas, sendo assim a mais dinâmica; já as regiões internas, margeadas por manguezais, têm menor hidrodinamismo. Estas conclusões se confirmam em parte, pela análise granulométrica, com as estações de maior hidrodinamismo, estando na categoria areia e as de menor hidrodinamismo, na categoria silte, indicado também pela forte correlação da matéria orgânica com a porcentagem de silte ( $r= 0,7$ ;  $n= 36$ ;  $p < 0,05$ ).

Tabela 11: Medidas de salinidade e oxigênio dissolvido para alguns estuários de Pernambuco na situação de verão.

Autor-Ano	Local de amostragem	Oxigênio dissolvido (mg/l)	Salinidade
Macedo <i>et al.</i> ,2000	Canal de Santa Cruz	2,02–5,51	14,5 – 2,02
Carvalho, 2004	Rio Botafogo	3,5 – 4,82	24 - $\cong$ 32
Carvalho, 2004	Rio Siri	3,2 – 5,5	28- $\cong$ 32
Travassos, 1991	Rio Capibaribe	0,01-8,77	0,05 - 36,04
Vasconcelos, 2002	Rio Formoso	-	2,0 –35,0
Presente estudo	Estuário do Pina	0,0-6,4	5,0 – 40,0

O depósito de sedimentos dentro do estuário é controlado pela velocidade da corrente e o tamanho da partícula do mesmo (McLusky, 1989). As águas estuarinas tendem a ser turvas devido ao silte e argila em suspensão. As quais depositam em forma de lama, característica dos estuários. Esses substratos são propícios para a vida de organismos bentônicos por apresentarem altas proporções de matéria orgânica, servindo de alimento para muitas espécies. Por isso, o tipo de sedimento, e sua variação ao longo do estuário, vão determinar a disponibilidade de alimento no mesmo, bem como a distribuição das espécies, já que os organismos bentônicos estão em íntimo contato com o fundo, interagindo com o mesmo.

Mabesoone & Coutinho (1970) encontraram três zonas na bacia do Pina: Uma composta por areia grosseira, que forma a coroa dos Passarinhos, outra composta por lama fina (próxima ao porto) e a terceira área é a zona de transição ou central. Rodrigues (2002) encontrou grande percentual de Silte e Argila (60%) nas estações estudadas, exceto nos pontos situados na Coroa de Passarinhos (E4), os quais apresentaram os menores percentuais de finos, com predomínio de areia média. Analisando as frações granulométricas encontradas, observamos que, as estações intermediárias do infralitoral possuem material fino provavelmente de mesma origem, isto nos leva a supor que esse material é atual, e que os pontos com maior proporção de areia indicam a ressuspensão do material fino e predomínio de areia depositada em condições hidrodinâmicas pretéritas. Esse resultado ressalta a importância da hidrodinâmica forçada pela maré como um mecanismo de transporte de sedimentos em ambientes estuarinos, carreando e depositando sedimentos finos ao longo do estuário.

O BIOENV discriminou o percentual de areia como um dos fatores com maior correlação com a estrutura da comunidade macrobêntica na região mediolitoral tanto em janeiro, quanto em julho. Lin Lu (2005) encontrou elevada influência do percentual de silte-argila na estrutura da comunidade em um estuário tropical no sudeste da Ásia. Teske & Woodridge (2003) também encontraram forte correlação do sedimento com a fauna em um estuário no sul da África. Rosa-Filho (2001), encontrou uma correlação inversa entre a concentração de areia e a densidade e diversidade dos organismos, em

estuários do Rio Grande do Sul, porém ele ressalta que os locais que apresentaram maior concentração de areia e menores densidades foram aqueles próximos à desembocadura dos estuários, estes locais apresentam áreas de condições ambientais bastante rigorosas, fazendo com que a pobreza desses ambientes esteja mais correlacionada a outros fatores ambientais que não as características do sedimento.

A transparência das águas foi relativamente baixa, sofrendo pequenas oscilações entre os períodos estudados, apresentando maior transparência da água no período seco. As áreas mais próximas do oceano apresentaram os mais elevados valores, com diminuição nas desembocaduras dos rios. Apesar dos baixos valores de transparência encontrados no presente estudo, eles estão dentro dos padrões normais para ambientes estuarinos. Feitosa *et al.* (1999) encontraram, no mesmo estuário, um valor máximo de 2,10 m na preamar em Junho/97 e um mínimo de 0,10m na baixa-mar em maio/97. A baixa transparência ocorrida nas estações internas (E5 e E6) deste estudo, ocorre devido à grande quantidade de material em suspensão, trazidos principalmente pelos rios que deságuam próximos à estação E5.

A composição macrofaunística do estuário do Pina caracterizou-se por uma predominância do grupo Polychaeta, que dominou em abundância e número de espécies, nos diferentes estratos e períodos estudados. A dominância deste grupo em regiões bentônicas estuarinas é relatada por outros autores (e.g Tommasi, 1967; Fauchald & Jumars, 1979; Rosa-Filho & Bemvenuti, 1998; Lin Lu, 2005), sendo relacionada possivelmente à grande oferta de alimento, uma vez que poliquetos freqüentemente caracterizam locais com maior concentrações de matéria orgânica. Muitas espécies de poliquetos são oportunistas e apresentam grande tolerância a ambientes estressados o que ocorre com poucas espécies em outros filos comuns (Lenihan *et al.*, 2003).

As densidades encontradas no presente estudo foram bem menores do que as encontradas no rio Formoso por Silva (2003), que chegou a 212.089 ind/m<sup>2</sup> no infralitoral e 156.416 ind/m<sup>2</sup> no mediolitoral no período seco. Porém são maiores do que as densidades encontradas por Carvalho (2004) nos rios Botafogo, que encontrou uma máxima de 1.150 ind/m<sup>2</sup> no mediolitoral no período seco e no rio Siri uma máxima de 285 ind/m<sup>2</sup> no mediolitoral do período chuvoso.

A riqueza de espécies encontrada nesse estuário não diferiu muito da encontrada por Carvalho (2004), o qual relatou a ocorrência de 123 taxa no rio botafogo e 97 no rio Siri, dois estuários deste Estado. Elevada riqueza também foi encontrada por Linlu (2005) em um estuário tropical no sudeste da Ásia, onde encontrou 172 espécies.

Dentro do ambiente estuarino foram identificados, nos dois períodos estudados, a presença de 5 associações, que dividiram o estuário em 3 áreas estuário inferior, médio e superior, deixando bem separadas as comunidades infralitorais e mediolitorais. Os fatores que diferenciaram esses agrupamentos foram o tipo de sedimento, a salinidade, e o percentual de matéria orgânica no sedimento, como já discutido acima. A mudança das espécies dominantes e as variações de densidade também foram responsáveis pela heterogeneidade entre esses agrupamentos.

Essas associações foram, em geral, dominadas por organismos oportunistas, que apresentaram densidades extremas em algumas regiões e quase ausentes em outras. Espécies oportunistas são conhecidas como *r-estrategistas* que apresentam curto período de vida, longo período de recrutamento e algumas vezes com alta tolerância a hipóxia (Heip,1995). *Capitella* sp. apresentou uma elevada densidade na região infralitoral inferior (II) em julho, estando praticamente ausente nas demais regiões do estuário. *Streblospio benedicti* apresentou um pico de abundância, responsável por mais de 80% dos espécimes registrado na região IS em janeiro e esteve quase ausente na região II. *S. benedicti* e *Capitella* sp. são espécies de poliquetos típicos de ambientes impactados (Pearson e Rosenberg, 1978; Dauer,1993; ; Bridges *et al.*, 1994; Rossi & Lardicci, 2002), que conseguem tolerar as elevadas variações das condições físicas e químicas desse ambiente, bem como os altos níveis de enriquecimento orgânico.

A área de maior diversidade (grupo II) se localiza na desembocadura do estuário, área de maior percentual de areia. A remobilização dos sedimentos e conseqüente oxigenação, devido às condições hidrodinâmicas locais, em conjunto com a heterogeneidade desse ambiente influenciado por estruturas biogênicas, tais como tubos de poliquetos (e.g., *Diopatra cuprea*, *Kinbergonuphis* sp), encontrados em grandes quantidades nessa estação, são fatores que favoreceram a maior diversidade encontrada. Méndez, 2002

estudando um estuário no México também encontrou na boca do estuário condições de baixo teor de matéria orgânica, alta diversidade, sem dominância de nenhuma espécie e com a presença de espécies marinhas e estuarinas, classificando esse ambiente como zona não poluída.

Estudos faunísticos têm mostrado que baixos valores de diversidade são típicos de ambientes impactados, havendo uma queda na diversidade específica com o enriquecimento orgânico (Pearson e Rosenberg, 1978; Cognetti & Maltigliati, 2000; Méndez, 2002). No estuário do Pina porém, altos valores de diversidade e riqueza de espécies, assim como altas densidades em algumas estações do mediolitoral foram encontrados nos dois períodos estudados, nas regiões MM e IM localizadas, próximo aos pontos de maior extração de bivalves pelos pescadores locais (e.g., *Anomalocardia brasiliensis*, *Mytella falcata*, *Tagelus plebeius*). Indicando que a perturbação resultante da pesca, causa um impacto intermediário que aumentaria a diversidade e biomassa de alguns grupos. Alta densidade associada à alta diversidade, não é o padrão usual para ambientes estuarinos relatados por outros autores. Entretanto, assim como o estuário do Pina, Carvalho, 2004 também encontrou elevada densidade associada a elevada diversidade. No presente estudo essa alta diversidade nessa área pode ser resultado da intensa captura de organismos, remobilização do substrato e conseqüente oxigenação, bem como a presença de fundos com conchas que garantem uma maior heterogeneidade do substrato, favorecendo assim, a grande diversidade de organismos da macrofauna.

Geralmente, em locais impactados, os invertebrados bênticos apresentam alta densidade e baixa diversidade, são pequenos, de vida curta e se reproduzem continuamente, são comedores de depósito (detritívoros) e definidos como oportunistas (Grassle & Grassle, 1974). Essas espécies são relativamente mais numerosas e podem dominar a comunidade enquanto algumas menos tolerantes podem se tornar raras ou desaparecer (Belan, 2003). Essas associações de invertebrados foram características da região MS. Neste setor estuarino, *Tubifex* sp. ocorreu em elevadas densidades. Esse oligoqueto é conhecido por proliferar em condições de alto aporte orgânico e resistir a baixas concentrações de oxigênio (Pearson & Rosenberg, 1978; Cognetti & Maltagliati, 2000). Isso explica sua elevada densidade nas regiões

anóxicas do estuário. Segundo Levin *et al.*, (2002), nessas regiões de depleção de oxigênio, ocorre dominância de nematodas, oligoquetos e pequenos poliquetos, provavelmente associados à disponibilidade de alimento e à redução na pressão da predação. Warwick e Clarke (1993) também mencionam a importância de oligoquetos em ambientes estressados. Estas afirmações podem ser estendidas para as espécies *Sigambra grubei* e *Boccardia* sp, mais abundantes nesta região do estuário também. *Sigambra grubei* mostrou um pico de abundância na região anóxica do estuário, apresentou correlação negativa com o oxigênio dissolvido, ( $r=-0,88$ ), sugerindo com isso sua tolerância a essas condições. Dauer (1993) encontrou, nas estações de baixa concentração de oxigênio dissolvido uma maior dominância de espécies oportunistas na baía de Chesapeake.

Essas espécies, também consideradas como positivamente indicadores de poluição ou espécies resistentes (Pearson & Rosenberg, 1978 e Belan, 2003) como *Boccardia* sp., *Streblospio benedicti*, *Capitella* sp, *Tubifex* sp, *Laeonereis acuta* e *Sigambra grubei* ocorreram em elevadas densidades nos dois períodos amostrados e contribuíram para a formação dos agrupamentos encontrados. Anelídeos de pequeno tamanho ocorrendo em alta densidade, não foram exclusivos da região mais interna do estuário, *Capitella* sp, apresentou maior abundância na região euhalina e *Streblospio benedicti* apresentou suas maiores densidades na região intermediária do estuário. A dominância de espécies de pequeno tamanho, também é reportada em outros estuários organicamente poluídos de Pernambuco, como o Botafogo, Siri e Rio Formoso (Tabela 12). Martin *et al.* (1993) estudando poliquetas infaunais em um estuário no Mediterrâneo, encontraram altas densidades do *Streblospio shrubsoli*. A alta dominância desse Spionidae contribuiu para o baixo índice de diversidade de espécies no estuário.

Tabela 12: Espécies dominantes encontradas em outras regiões estuarinas do Brasil.

Local	Autor	Espécie dominante
Rio Sergipe	Santos, 1982	<i>Mytella sp</i> ; <i>Prionospio malmgren</i>
Canal de Sta Cruz	Paiva, 2003	<i>Haploscoloplos sp</i> ; <i>Glycinde sp</i>
Rio Formoso	Silva, 2003	<i>L.accuta</i> ; <i>Tubifex tubifex</i>
Rio Botafogo	Carvalho, 2004	<i>S.benedicti</i> ; <i>T. tubifex</i> ; <i>Tecdrilus evelinae</i>
Rio Siri	Carvalho, 2004	<i>Tubifex sp</i>

A disponibilidade de alimento no estuário, bem como a hidrodinâmica são fatores responsáveis pela distribuição dos grupos tróficos ao longo do mesmo. A concentração de microfítobentos está de certa forma relacionada a essa oferta de alimento uma vez que desempenha um importante papel como produtor primário em ecossistemas estuarinos, regula o fluxo de nutrientes e providencia a entrada de nova matéria orgânica em ecossistemas de águas rasas (Barranguer *et al.*, 1997), mantendo uma alta produtividade durante o ano e servindo como suprimento de matéria orgânica para os heterótrofos (Goto *et al.*, 2000). *Sigambra grubei* e *Capitella sp* apresentaram correlação positiva com a clorofila-*a* ( $r=0,82$  e  $r=0,69$ , respectivamente) no sedimento, o que pode indicar a distribuição dessas espécies influenciada pela disponibilidade de alimento.

A concentração de clorofila foi sempre menor que a de feopigmentos. Essa característica pode estar relacionada com a origem do material, que, segundo Brotas *et al.* (1995), essa relação indica que a origem desse pigmento pode ser da degradação de material local. Murolo (2005) supôs que a concentração de feopigmentos encontrada no estuário dos rios Botafogo e Siri foi resultado da degradação da clorofila autóctone, devido a correlação significativa que apresentou com a clorofila-*a*. Os feopigmentos, segundo ela, não são provenientes de processos de erosão/deposição, dada a falta de correlação significativa com o percentual de silte e argila. Resultados similares a estes, foram encontrados para o estuário do Pina, onde em julho, a

concentração de feopigmentos apresentou correlação positiva com a concentração de clorofila-*a* ( $r= 0,7$ ;  $n= 9$ ;  $p= 0,035$ ) e nenhuma com percentual de Silte-argila .

A área do estuário com maior biomassa e densidade de suspensívoros, também apresentou algumas das maiores concentrações de clorofila-*a*, indicando que, pelo menos, parte da produção consumida no estuário é produzida localmente. A região de maior concentração de feopigmentos, MOG, apresentou a maior densidade de detritívoros. Segundo Levinton (1995) em fundos moles a disponibilidade de alimento é um fator limitante para a distribuição desses organismos. Barnes e De Villers (2000) relataram o maior número de detritívoros em locais de maior concentração de clorofila-*a*. Carvalho (2004), assim como no presente trabalho, encontrou grande concentração de suspensívoros nas estações de maior concentração de feopigmentos.

Os detritívoros dominaram na maioria das estações, em todos estratos bênticos e nos dois períodos estudados, esses foram mais abundantes no mediolitoral. No infralitoral eles ocuparam a região intermediária em janeiro. A alta acumulação de material orgânico, ocorrente nessa área do estuário, acomoda uma rica fauna de animais comedores de depósito, eles subsistem a extraordinária pobreza de recursos alimentares (Rosenberg, 1995). Segundo Boaventura, (1999) os detritívoros predominam em áreas com baixa troca de água e alta taxa de sedimentação, mas apesar disso não encontramos fortes correlações entre estes e o percentual de matéria orgânica ou de finos no estuário. No mês chuvoso, os detritívoros dominaram em todo o estuário, refletindo com isso, a maior homegeneidade de habitats ao longo do mesmo devido às intensas chuvas.

A região inferior e a superior do estuário apresentaram elevadas densidades de carnívoros. Segundo Pagliosa *et al.*, (2005), os carnívoros costumam ser mais abundantes em regiões com sedimentos grosseiros, comumente na boca do estuário, local de baixo impacto ambiental. Corroborando com essas afirmativas, no presente estudo, estes foram mais abundantes na área mais hidrodinâmica e de maior concentração de sedimentos grosseiros, esse grupo trófico apresentou correlações negativas

com o percentual de silte ( $r=-0,9$ ) e positivas com o tamanho médio dos grãos ( $r=0,6$ ) no período seco.

Os suspensívoros ocorreram em maior densidade e biomassa no infralitoral médio e no medioditoral médio e superior, regiões com predomínio da fração arenosa. A turbulência causada nessas regiões pela maior exposição ao vento e às ondas é importante na distribuição de partículas de alimento, que ficam em suspensão favorecendo a permanência destes. Essa distribuição é reportada por outros autores que relatam que em substratos inconsolidados a distribuição dos suspensívoros está largamente restrita a ambientes arenosos, na boca do estuário, locais com baixa concentração de poluentes e águas transparentes (Gray, 1974; Pagliosa *et al.*, 2005). A correlação negativa que com o percentual de silte ( $r=-0,7$ ) mostra a preferência desse grupo por ambientes arenosos.

Boaventura (1999) encontrou, em um estuário em Portugal, maior percentual de carnívoros na boca do estuário, região mais arenosa. Os detritívoros foram mais abundantes em área lamosa enquanto que filtradores e herbívoros estavam associados com macroalgas. Gilberto *et al.*, (2004) encontraram maior densidade de suspensívoros em áreas marinhas, enquanto que detritívoros apresentaram altas densidade e biomassa em rasos substratos lamosos.

Quanto à biomassa da macrofauna, foi observado um aumento significativo da mesma no período chuvoso. Boers & Prins (2002) também encontraram os maiores valores de biomassa no período chuvoso, no estuário de Moçambique. Ao longo do estuário, a região média e o estrato mediolitoral apresentaram os maiores valores de biomassa nos dois períodos estudados. A região mediolitoral superior apresentou elevada biomassa no mês chuvoso, principalmente devido aos detritívoros tubificídeos que dominaram nesse período. O infralitoral superior apresentou baixa biomassa em ambos períodos. Talvez os baixos teores de oxigênio dissolvido encontrados nessa região sejam um fator responsável por essa baixa biomassa. Pearson & Rosenberg (1978) relatam que a queda na biomassa da macrofauna pode estar relacionada com o aporte da matéria orgânica ocasionando uma limitação de oxigênio disponível, entre outros fatores.

Os dados obtidos neste trabalho refletem o caráter eutrofizado do estuário do Pina, onde podemos encontrar os efeitos diretos e indiretos da eutrofização, como a redução da transparência da água e da concentração de oxigênio de fundo além da dominância de organismos indicadores de impacto orgânico e das mudanças quanto a estrutura trófica das comunidades bênticas. Faz-se necessário, porém, um estudo onde se possa medir o impacto causado nesse estuário e detectar a qualidade do alimento disponível para os grupos tróficos, uma vez que estes podem explicar de maneira mais clara a situação deste ambiente.

## **7.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estuário do Pina está eutrofizado ao longo de toda a sua extensão, que pode ser observado através da fauna composta basicamente de organismos oportunistas e comedores de depósito, pelo oxigênio dissolvido sempre próximo da anóxia, pela elevada concentração de matéria orgânica e pela composição dos sedimentos, que são basicamente finos. A descarga de água doce proveniente dos rios, a entrada da maré, o transporte de sedimento em suspensão proveniente dos ecossistemas adjacentes, bem como a entrada de nutrientes, são processos importantes para o desenvolvimento desse estuário e a distribuição das espécies ao longo do mesmo.

## 8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONGI, D. M. 1990. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. **Oc. Mar. Biol. Ann. Rev**, 28,381-496.

ASCHAN, M.M., & SKULLERUD, A.M., 1990. Effects of changes in sewage pollution on soft-bottom macrofauna communities in the inner Oslofjord, Norway. **Sarsia**, 75, 169–190.

BARNES, R. S. K. & VILLIERS, C. J. 2000. Animal abundance and foos availability in coastal lagoons and intertidal marine sediments. **J. Mar. Biol. Ass**, U.K., 80: 193-202

BARRANGUET, C., HERMAN, P. M. J. & SINKE, J. J. 1997. Microphytobenthos biomass and community composition studied by pigment biomarkers; importance and fate in the carbon cycle of a tidal flat. **J. Sea. Res.**, 38: 59-70.

BELAN, T. A. 2003. Benthos abundance pattern and species composition in conditions of pollution in Amursky Bay (the Peter the Great Bay, the Sea of Japan). **Mar. Poll. Bull**, (46): 1111-1119.

BIASI, A.M., BIANCHI, C.N. & MORRI, C. 2003. Analysis of macrobenthic communities at different taxonomic levels: an example from an estuarine environment in the ligurian Sea (NW Mediterranean). **Est. Coast. Shelf. Sci**, 58: 99-106.

BILYARD, G. R. 1987. The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. **Mar. Poll. Bull**, 18(11): 581-585.

BOAVENTURA, D., FONSECA, L. C., TESLE-FERREIRA, C. 1999. Trophic structure of macobenthic communities on the Portuguese coast. A review of lagoonal,estuaries and rocky littoral habitats. **Acta oecologica**, 20 (4):407- 415.

BOERS, W. F. & PRINS, H. H. T. 2002. Human exploitation and benthic community structure on a tropical intertidal flat. **J. Sea. Res.**, 48:225-240.

BRIDGES, T. S., LEVIN, L. A., CABRERA, A. & PLAIA, G. 1994. Effects of sediment amended with sewage, algae, or hydrocarbons on growth and reproduction in two opportunistic polychaetes. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, 177:99-119.

BROTAS, V., CABRITA, T., PORTUGAL, A., SERÔDIO, J. & CATARINO, F. 1995. Spatio-temporal distribution of the microphytobenthic biomass in intertidal flats of Tagus estuary (Portugal). **Hydrobiologia**, 300/301: 93-104.

CAMARGO, 2006. Sysgran: Um sistema de código para análises granulométricas. [www.cem.ufpr.br / sysgran](http://www.cem.ufpr.br/sysgran).

CANFIELD, T. J., KEMBLE, N. E., BRUMNAUGH, W. G., DWYER, F. J., INGERSOLL, C. G. & FAIRCHILD, J. F. 1994. Use of benthic invertebrates community structure and the Sediment Quality Triad to evaluate metal-contaminated sediment in the upper Clark Fork River, Montana. **Envir. Tox. Chem.**, 13(12): 1999-2012.

CARDELL, M. J., SARDÀ, R. ROMERO, J. 1999. Spatial changes in sublittoral soft-bottom polychaete assemblages due to river inputs and sewage discharges. **Acta Oecologica.**, 20 (4):343-351.

CARVALHO, P. V. V. C. 2004. Avaliação do impacto dos efluentes na carcinicultura sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em área de manguezal no Canal de Santa Cruz (Itamaracá – PE, Brasil). **Dissertação (Mestrado em Biologia Animal - Centro de Ciências Biológicas - UFPE)**. Recife, 106pp.

CASTRO, F. J. V. 2003. Variação temporal da meiofauna e da nematofauna em uma área mediolitorânea da Bacia do Pina (Pernambuco – Brasil). **Tese**

**(Doutorado em Oceanografia biológica-). Centro de Tecnologia e Geociências – Departamento de Oceanografia – UFPE, Recife. 100pp.**

CAVALCANTI, L. B. & KEMPF, M. 1967. Estudo da plataforma continental na área do Recife-Brasil. **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE.**, .Recife, 9:149-158.

CHESTER, A. J., FERGUSTON, R. L. & THAYER, G. W. 1983. Environmental gradients and benthic macroinvertebrate distributions in a shallow north Carolina estuary. **Bull. Mar. Sci.**, 33, 282-295.

CLARKE, R & WARWICK, R. M. 1994. **Changes in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation.** Plymouth. NERC. 187pp.

COIMBRA, A. L. S., COSTA, K. M. P & MACEDO, S. J. 1987. Estudo ecológico da Baía do Pina. Características físico-químicas da água. In: **Encontro Brasileiro de Oceanografia Química.** Recife, UFPE. 21pp.

CONAMA. **Conselho Nacional do meio Ambiente.** Resolução nº 20 de 1986.

CONDEPE. 1980. **Instituto de Desenvolvimento de Pernambuco. Perfil Fisiológico das Bacias Hidrográficas de Pernambuco.**Recife. 275 pp.

CONLAN, K. E., KIM, S. L., LENIHAN, H. S., OLIVER, J. S. 2004. Benthic changes during 10 years of organic enrichment by McMurdo Station, Antarctica. **Marin. Poll. Bull.**, 49:43-60.

COGNETTIL, G & MALTAGLIATI, F. 2000. Biodiversity and adaptive mechanisms in brackish water fauna. **Mar. Poll. Bull.**, 40(1): 7-14.

COUTINHO, P. A. 1961. **Estudo das condições de sedimentação do porto do Recife.** Relatório (Graduação) - Escola Geológica da Universidade do Recife. Manuscrito. 29pp.

CPRH. AGENCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco – 2004**. Recife, 2005. 95p.

CUNHA, E. M. S. 1982. Caracterização e planejamento ambiental do Estuário Potengi. Natal: PRAEU. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 211pp.

DAY, J. H. 1967. The biology of Knysna estuary, South Africa. In: LAUFF, GH. Estuaries Washington. **American Association for the Advancement of Science**, 83: 397-407.

DAY, J. H., HALL, C. A. S., KEMP, V. M & YAÑES-ARANCIBIA, A. 1989. **Estuarine Ecology**., John Wiley & Sons. New York. 558pp.

DAUER, D. M. 1993. Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure. **Mar. Poll. Bull.**, 26(5): 249-257.

ENGLE, V. D., SUMMERS, J. K. AND GASTON, G. R. 1994. A benthic index of environmental condition of Gulf Mexico estuaries. **Estuaries**, 17:372-384.

ELLIOT, M. 1994. The analysis of macrobenthic community data. **Mar. Pollu. Bull.**, 28:62-64.

FAUCHALD, K. & JUMARS, P. A. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. **Ocean. Mar. Ecol. Progr. Ser.**, 65: 193-284.

FEITOSA, F. A. N. 1988. Produção primária do fitoplâncton correlacionada com fatores abióticos na bacia do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil). **Dissertação (Mestrado em Oceanografia biológica)**. Centro de Tecnologia e Geociências – Departamento de Oceanografia – UFPE, Recife. 269pp.

FEITOSA, F. A. N. & PASSAVANTE, J. Z. O. 1993. Variação sazonal da produção primária do fitoplâncton na Bacia do Pina (Recife-PE). **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE**, 22: 9-3.

FEITOSA, F. A. N., NASCIMENTO, F. C. R. & COSTA, K. M. P. 1999. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros hidrológicos na bacia do Pina (Recife-PE). **Trab. Oceanogr. Univ. Fed., PE**, 27(2): 1-13.

FERRARO, S. P., SWARTZ, R. C., COLE, F. A. & SCHULTS, D. W. 1991. Temporal changes in the benthos along a pollution gradient: discriminating the effects of natural phenomena from sewage-industrial wastewater effects. **Est. Coast. Shelf. Sci.**, 33: 383- 407.

GHERTOS, K., LUCZAK, C., DEWARUMEZ, J. M & DAUVIN, J. C. 2000. Influence of spatial scales of observation on temporal change in diversity and trophic structure of fine-sand communities from the English Channel and the Southern North Sea. **J. Mar. Sci.**, 57:1481-1487.

GILBERTO, D. A., BREMEC, C. S., ACHA, E. M & MIAZAN, H. 2004. Large-scale spatial patterns of benthic assemblages in the SW Atlantic: the Rio de La Plata estuary and adjacent shelf waters. **Est. Coast. Shelf. Sci.**, 61: 1-13.

GONZALEZ-OREJA, J. A & SAIZ-SALINAS, J. I. 1998. Exploring the relationships between abiotic variables and benthic community structure in a polluted estuarine system. **Water Research**, 32(12):3799-3807

GOTO, N., MITAMURA, O., TERAJ, H. 2000. Seasonal variation in primary production of microphytobenthos at the ishiki intertidal flat in Mikawa Bay. **Limnology**, 1:133-138.

GRAEME J. INGLIS & JACOB E. KROSS. 2000. Evidence for systematic changes in the Benthic Fauna of tropical estuaries as a result of urbanization. **Mar. Poll. Bull.**, 41: 367-376.

GRASSLE, J. F., GRASSLE, J. P., 1974. Opportunistic life histories and genetic systems in marine benthic polychaetes. *Journal of Marine Research* 32, 253–284. spionid polychaetes to natural processes and anthropogenic activities on the San Pedro Shelf, California. **Ophelia**, 48, 185–206.

GRAY, J. S. 1974. Animal-sediment relationships. **Oc. Mar. Biol. Ann. Rev**, 12: 223-261.

GRAY, J. S. 1992. Eutrophication in the sea. In: COLOMBO, G; FERRARI, I; CECCHERELLI, VU & ROSSI, R. (eds). **Marine Eutrophication and Population Dynamics**, 3-15.

HEIP, C. 1995. Eutrophication and zoobenthos dynamics. **Ophelia**, (41)113-136.

HERMAN, P. M. J., MIDDELBURG, J. J., VAN DE KOPPEL & HEIP, C. H. R. 1999. Ecology of estuarine macrobenthos. **Adv. Ecol. Res.**, 29:197-238.

HOLME, N. A & McINTYRE, A. D. 1971. **Methods for stuffy of Marine Benthos**. IBP Hanbook n.16. 334pp.

LENINHAN, H. S., PETERSON, C. H., KIM, S. L., CONLAN, K. E. FAIREY, R., MCDONALD, C., GRABOWSKI, J. H. OLIVER, J. S. 2003. Variation in marine benthic community composition allows discrimination of multiple stressors. **Mar. Ecol. Progr. Ser**, 261:63-73

LEVIN, L. A., BOESH, F. D., COVICH, A., DAHM, C., ÉRSEUS, C., EWEL, K. C., KNEIB, R. T., MOLDENK, A., PALMER, M. A., SNELGROVE, P., STRAYER, D & WESLAWSKI, J. M. 2001. The function of marine critical transition zones and the importance of sediment biodiversity. **Ecosystems**, 4: 430-451.

LEVINTON, J. S. 1995. **Marine biology. Function, biodiversity, ecology.** Oxford University Press. Oxford. 420 pp.

LIN LU, 2005. The relationship between soft-bottom macrobenthic communities and environmental variables in sigaporean waters. **Mar. Poll. Bull.** In Press.

LIMA, M. P. R. 2003. Variação espacial da macrofauna bentônica do estuário da Baía do Pina, Recife- PE. **Monografia. (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade de Pernambuco**, Recife. 33pp.

LORENZEN, C. J. 1967. Determination of chlorophyll and phaeo-pigments: spectrophotometric equations. **Limnol. Ocean.**, 12: 343-346.

MABESOONE, J. M; COUTINHO, P. N. 1970. Littoral and shallow marine geology of northeastern Brazil. **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE.**12:1-214

MACÊDO, S. J., MONTES, M. J. F. & LINS, I. C. 2000. Gerenciamento participativo de estuários e manguezais. In: BARROS, HM; ESKINAZI-LEÇA, E; MACÊDO, SJ & LIMA,T (eds). **Características abióticas da área.** Editora Universitária da UFPE, Recife, Pernambuco. 252pp.

MAIA, P. R. 1995. Composição e densidade fitoplanctônica na baía do Pina, Recife-PE. **Dissertação (Mestrado em Oceanografia biológica). Centro de Tecnologia e Geociências – Departamento de Oceanografia – UFPE**, Recife.135pp.

MARTIN, D., BALLESTEROS, E., GILI, M. L., PALACÍN, C. 1993. Small-scale structure of infaunal polychaeta communities in a estuarine environment: methodological approach. **Est. Coast. Shelf. Sci.**, 36:47-58

McLUSKY, D. S. 1981. **The Estuarine Ecosystem.** Glasgow: Blackie and Son Ltd. 150pp.

McLUSKY, D. C. 1989. **The Estuarine Ecosystem**. Second edition. Chapman and Hall, New York. 215pp.

MEIRE, P. M. 1994. Theme III: The structure of the benthic system. **Hydrobiologia**, 282/283: 153-156.

METTAM, C; MAURA, E; CONNEELY, E & WHITE, S. J. 1994. **Biol. J. the Limn. Soci.**, 51:71-81.

MIRANDA, L. B; CASTRO, B. M & KJERFVE, B. 2002. **Princípios de Oceanografia física de estuários**. Universidade de São Paulo, São Paulo. 411pp.

MORRISSEY. D. J., HOWITT, L., UNDERWOOD, A. J. & STARK, J. S.1992. Spatial variation in soft-sediment benthos. **Mar. Ecol. Progr. Ser.**, 81:197-204.

MUROLLO, P. P. A. 2005. Utilização da meiofauna bentônica no monitoramento do cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*. **Dissertação (Mestrado em Biologia Animal – Centro de Ciências Biológicas – UFPE)**. 72 folhas

OLIVEIRA, T. G. L. 2005. Biologia reprodutiva de *Bunodosoma cangicum* (Corrêa) em Belém de Prelescravo, 1973. (Cnidária:Actiniaria) na praia do Pina e bacia do Pina (PE-Brasil) **Monografia Universidade Federal de Pernambuco**. 74p

PAGLIOSA, P. R. & BARBOSA, F. A. R. 2006. Assessing the environment–benthic fauna coupling in protected and urban areas of southern Brazil. **Biol. Conserv.**129:408-417.

PAIVA, A. C. G. 2002. Macrofauna de substratos inconsolidados da zona entremarés em duas localidades do Canal de Santa Cruz (Forte Orange e Itapissuma), Pernambuco, Brasil. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 92pp.

PEARSON, T. H & ROSENBERG, R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of marine environment. **Oc. Mar. Biol. Ann. Rev.**, 16: 229-311.

PERILLO, G. M. E., PÉREZ, D. E., PICCOLO, M. C; PALMA, E. D & CUADRADO, D. G., 2005. **Est. Coast. Shelf. Sci.**, 62: 301-312.

PINTO, Z. C. 1984. Carbono, nitrogênio e fósforo nos sedimentos superficiais do Rio Botafogo e Canal de Santa Cruz, Itamaracá - Pernambuco. **Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de Pernambuco**, Recife. 107pp.

POWILLEIT, M & KUBE, J. 1999. Effects of severe depletion on macrobenthos in the Pomerian Bay Southern Baltic Sea: a case study in a shallow, sublittoral habitat characterised by low species richness. **J. Sea Res.**, 42:221-234.

QUIJÓN, P & JARAMILLO, E. 1993. Temporal Variability in the intertidal macrofauna in the Queuler River Estuary, south-central Chile. **Est. Coast. Shelf. Sci.** , 37: 655-667.

RICCIARD, A. & BOURGET, E. 1998. Weight-to-weight conversion factors for marine benthic invertebrates. **Mar. Ecol. Progr. Ser.**, 163: 245-251.

RODRIGUES, A. C. L. 2002. Variação espacial da meiofauna com ênfase à nematofauna na bacia do Pina, Pernambuco-Brasil. Recife. **Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal de Pernambuco**, Recife. 92pp

ROSA-FILHO, J. S & BENVENUTI, C. E. 1998. Utilização do método de comparação de curvas de abundância/biomassa (Método ABC) na identificação de ambientes submetidos a stresse em regiões estuarinas do Rio Grande do Sul. **Anais do Simpósio de Ecossistemas Brasileiros**, 4(1): 254-259.

ROSA-FILHO, JS. 2001. Variações espaço-temporais das associações de macroinvertebrados bentônicos de fundos moles dos estuários do Rio Grande do Sul (Brasil): Influência de fatores naturais e introduzidos, e modelos para sua predição. **Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul.** 201pp.

ROSEMBERG. R. 1995. Benthic marine fauna structured by hydrodynamic processes and food availability. **Nether. Jour. Sea. Res., 34:** 303-317.

ROSSI, F. & LARDICCI, C. 2002. Role of the nutritive value of sediment in regulating population dynamics of the deposit-feeding polychaete *Streblospio Shrubsolei*. **Mar. Biol.,**140:1129-1138.

RYGGS, B. 1985. Distribution of species along pollution-induced diversity gradients in benthic communities in Norwegian Fjords. **Mar. Poll. Bull.,** 16(12): 469-474.

SANT'ANNA, E. M. E. 1993. Estrutura e biomassa da comunidade zooplanctônica da Baía do Pina (Pernambuco, Brasil), relacionados com fatores ambientais. **Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, São Carlos.** 195pp.

SANTOS, M. A. 1982. Macrobenthos in the estuary of the Sergipe River, Brazil. In: Simpósio Internacional sobre utilização de ecossistemas costeiros: Planejamento, poluição e produtividade. Rio Grande do Sul. **Atlântica,** v.5 n.2: 106-107.

SEITZ, R. D. & LIPCIUS, R. N. 2001. Variation in top-down and bottom-up control of marine bivalves at differing spatial scales. **J. Mar. Sci.,** 58:689-699.

SILVA, R. E. 2003. Distribuição espacial da macrofauna bentônica no estuário do Rio Formoso-PE. **Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.** 39pp.

SIMBOURA, N., ZENETOS, A., PANAYOTIDIS, P., MAKRA, A. 1995. Changes in Benthic Community Structure Along an Environmental Pollution Gradient. **Mar. Poll. Bull.**, 30:470-474.

SOMERFIELD, P. J; FONSÊCA-GENEVOIS, V. G; RODRIGUES, A. C. L; CASTRO, F. J. V. & SANTOS, G. A. P. 2003. Factors affecting meiofaunal community structure in the Pina Basin an urbanized embayment on the coast of Pernambuco, Brazil. **J. Mar. Biol.**, 83: 1209-1213.

STRICKLAND, JDH & TR PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis. **Fish. Res. Bd. Can. Bull.**, 167: 311p.

SUGUIO, K. 1973. **Introdução a Sedimentologia**. São Paulo: ed. Edgard Blücher, 318p.

TESKE, P. R., WOOLDRIDGE, H. T. 2003. What the distribution of subtidal macrobenthos in permanently open and temporarily open/closed South African estuaries? Salinity vs. Sediment particle size. **Est. Coast. Shelf. Sci.**, 57: 225-238.

TOMMASI, R. L. 1967. Observações Preliminares sobre a fauna bêntica de sedimentos moles da baía de Santos e regiões vizinhas. **Bol. Inst. Ocean.**, 6(1): 43-65.

TRAVASSOS, P. E. P. F; MACÊDO, S. J & KOENING, M. L. 1993. Aspectos hidrológicos do Rio Capibaribe (Recife-Pernambuco-Brasil). **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE**, 22: 65-82.

TRAVASSOS, P. E. P. F. 1991. Hidrologia e biomassa primária do fitoplâncton do estuário do rio Capibaribe, Recife-Pernambuco. **Dissertação (Mestrado em Oceanografia)**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 288pp.

VASCONCELOS, D. M. 2003. Distribuição espacial da comunidade da meiofauna e diversidade de Copepoda Harpacticoida no estuário do Rio Formoso, Pernambuco. **Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal de Pernambuco.** 64pp.

YSEABART, T. Y., HERMAN, P. M. J., MEIRE, P., CRAEYMEERSCH, J., VERBEEK, H & HEIP, A. H. R. 2003. Large-scale Spatial patterns in estuarine macrobenthic communities in shelde estuary, NW Europe. **Est. Coast. Shelf. Sci.**, 57: 335-355.

WARWICK, R. M., PLATT, H. M., CLARCK, K. R. AGARD, J. & GOBIN, J. 1990. Analysis of macrobenthic and meiobenthic community struvture in relation to pollution and disturbance in Hamilton Harbour, Bermuda, **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, 138,119-142.

WARWICK, R. M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. **Mar. Biol.**, 92: 557-562.

WARWICK, R. M & CLARKE, R. 1991. A comparision of some methods for analyzing changes in benthic community structure. **J. Mar. Biol. Assess.**, UK, 71: 225-244.

WARWICK, R. M. 1993. Environmental impacts studies on marine communities: pragmatcal considerations. **Australian Journal of Ecology**, 18: 63-80.

WEISBERG, S. B., RANASINGHE, J. A., DAUER, D. M., SCHANER, L. C., DIAZ, R. J & FRITHSEN, J. B. 1997. An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay. **Estuaries**, 20(1): 149-158.

WETZEL, R. G & LIKENS, G. E. 1990. **Limnological Analysis.** Second edition. Springer-Verlag. 338pp.

WIJSMAN, J. W. M., HERMAN, P. M. J & GOMOIU, M. 1999. Spatial distribution in sediment characteristics and benthic activity on the Northwestern Sea shelf. **Mar. Ecol. Progr. Ser.**, 181: 25-39.

WOOLFF, M., KOCH, V. & ISAAC, V. 2000. Modelos tróficos de fluxos de energia em ecossistemas estuarinos : um instrumento para compreender a função e a sustentabilidade dos sistemas. **Mangrove.**

**ANEXO**



Anexo1. Densidade média dos taxa registrados no estuário do Pina por estação, em janeiro de 2004. Continuação...

Eunicidae	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Eunicidae juvenil	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Eupolymnia</i> sp	325	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Exogone</i> sp	1200	0	0	31.25	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	
Gastropoda	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Glycinde</i> sp	500	150	475	0	0	0	350	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Glycinde</i> sp2	0	0	275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Glycera</i> sp	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Gyptis</i> sp	0	0	25	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Haploscoloplos</i> sp	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Hemipodus</i> sp	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Hesion</i> sp	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hesionidae	0	0	0	31.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Heteromastus</i> sp	100	0	75	93.75	218.75	62.5	0	0	187.5	0	0	0	0	0	0	
<i>Hyalinoecia</i> sp	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Isolda pulchella</i>	0	0	0	218.75	62.5	125	75	0	812.5	0	0	0	0	0	0	
<i>Kinbergonuphis</i> sp	3775	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Laeonereis acuta</i>	25	0	25	437.5	250	187.5	25	0	531.25	2975	0	100	187.5	281.25	0	62.5
<i>Lucina pectinata</i>	0	0	0	31.25	31.25	31.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lumbrineris</i> sp	450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lysidice</i> sp	125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lysilla</i> sp	125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macoma constricta</i>	50	0	0	93.75	218.75	62.5	0	41.7	93.75	0	0	0	0	0	0	0
<i>Magelona papillicornis</i>	1350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Magelona posterolongata</i>	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Magelona variolamellata</i>	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maldanidae	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Marphysa</i> sp	25	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mediomastus</i> sp	1450	0	100	781.25	0	31.25	0	0	31.25	0	0	0	0	0	0	0
Mollusca	2625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31.25	0	0
<i>Mytella falcata</i>	0	0	0	0	0	0	625	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neanthes</i> sp	0	0	75	93.75	93.75	93.75	0	0	625	50	31.25	0	0	0	0	0







Anexo2. Densidade média dos taxa registrados no estuário do Pina por estação, em julho de 2004. Continuação...

<i>Polydora</i> sp	0	0	0	0	0	31.25	0	0	31.25	375	0	25	0	0	0	31.25
Polynoidae	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoaricia</i> sp	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protothaca</i> cf	0	0	0	0	0	0	0	0	31.25	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salmoneus</i> sp	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scoloplos leodamas</i>	25	0	75	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sigambra grubei</i>	0	75	50	968.8	1313	1875	266.67	593.8	750	2175	0	775	156.25	156.25	200	281.25
Spionidae NI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31.25
<i>Streblospio benedictii</i>	25	225	150	2469	1156	281.3	1633.3	2219	218.75	27675	3750	2325	5312.5	5375	1400	3437.5
<i>Tagelus plebeius</i>	0	0	0	156.3	0	93.75	0	187.5	312.5	0	0	0	0	31.25	0	0
<i>Tharix</i> sp	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tubifex</i> sp2	25	375	1200	3469	8594	12781	633.33	9094	19031	2675	656.25	500	8281.3	10438	250	3187.5
<i>Tubifex</i> sp2	0	0	0	0	0	0	0	31.25	0	0	0	0	0	31.25	0	0