

FRANCISCO JOSÉ VICTOR DE CASTRO

**“VARIAÇÃO TEMPORAL DA
MEIOFAUNA E DA NEMATOFUNA EM
UMA ÁREA MEDIOLITORÂNEA DA
BACIA DO PINA (PERNAMBUCO,
BRASIL)”**

Orientador: Prof^a. Dra. Verônica da Fonsêca-Genevois

Co-orientador: Prof. Dr. Sílvio José de Macêdo

Recife, 2003

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA**

FRANCISCO JOSÉ VICTOR DE CASTRO

**“VARIAÇÃO TEMPORAL DA
MEIOFAUNA E DA NEMATOFUNA EM
UMA ÁREA MEDIOLITORÂNEA DA
BACIA DO PINA (PERNAMBUCO,
BRASIL)”**

**ORIENTADOR: DR^a VERÔNICA DA FONSÊCA-GENEVOIS
CO-ORIENTADOR: DR. SÍLVIO JOSÉ DE MACEDO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Oceanografia

Recife, 2003

**“VARIAÇÃO TEMPORAL DA
MEIOFAUNA E DA NEMATOFUNA EM
UMA ÁREA MEDITERRÂNEA DA
BACIA DO PINA (PERNAMBUCO,
BRASIL)”**

Francisco José Victor de Castro

Tese defendida e aprovada pela banca examinadora:

Prof^a Dra Verônica da Fonsêca-Genevois (Presidente)

Prof^a Dra Thaís Navajas Corbisier (Membro Titular)

Prof^a Dra Maria Eduarda Lacerda de Larrázabal (Membro Titular)

Prof^a Kátia Muniz Pereira da Costa (Membro Titular)

Prof^o Dr Paulo Jorge Pereira dos Santos (Membro Titular)

Data da aprovação: 19/02/2003

Recife, 2003

“A ciência é uma aventura de toda a raça humana para aprender a viver e talvez a amar o universo onde se encontra, ser uma parte dele é compreender, é conhecer a si próprio, é começar a sentir que existe dentro do homem uma capacidade muito superior à que ele pensava ter e uma quantidade infinita de possibilidades humanas”

Isaac I. Rabi, (n. 1898) – Prêmio Nobel de Física em 1944

A minha mãe (in memoriam), pelo seu incentivo e apoio, sem ela não seria possível chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a todos com muito carinho, os que estiveram envolvidos direta ou indiretamente na preparação desta tese, pois seria impossível enumerá-las.

Um agradecimento especial a minha orientadora, mãe científica e amiga, Dra Verônica Fonsêca-Genevois, não só pela orientação deste trabalho, mas por tudo que tem feito ao longo da minha formação acadêmica e profissional.

Obrigado ao meu co-orientador Dr Sílvio José de Macedo pelo incentivo, sugestões e orientação.

Ao Dr. Paulo Jorge P. dos Santos pela indicação para participar do projeto Nematode Biodiversity and Worldwide Pollution Monitoring, sem dúvida uma grande oportunidade na minha vida profissional.

Meus sinceros agradecimentos a todos que fazem o Departamento de Biologia Marinha e da Sessão de Nematologia da Universidade de Gent-Bélgica, em especial a Nic Smol, pelos esclarecimentos na identificação dos Nematoda.

Agradeço também aos seguintes pesquisadores pelos ensinamentos durante o curso de Nematologia e na identificação dos Nematoda: Dr. Richard Warwick, Dra Melaine Austen, Dr. Paul Somerfiel e Dr. Tim Ferrero.

A minha grande amiga Tania Nara Campinas Bezerra, pelo companheirismo, hospedagem pelo período que estagiei em Gent, bibliografia, incentivo e principalmente pela identificação da nova espécie de *Spirinia*.

Sou extremamente grato a Dra Sigrid Newmann Leitão, pelas as análises estatísticas, e por estar sempre preste a ajudar.

Agradeço aos meus amigos Taciana Kramer e André Morgado pelo companheirismo durante o curso de Nematologia em Plymouth.

Aos meus amigos e orientandos que se encontram na Bélgica (Maria Cristina da Silva, Neyvan Renato e Giovanni Amadeu) pela ajuda em laboratório e bibliografia enviada.

A minha amiga e colega de turma de doutorado Clélia Márcia Cavalcanti da Rocha, pela ajuda nas dificuldades encontrada durante o curso.

Muito obrigado ao amigo Dr José Souto Rosa Filho pelas análises estatísticas e esclarecimentos durante o período final da tese.

À Maria Auxiliadora Sampaio Luna, colega de trabalho, pela ajuda nas confecções das tabelas.

A Dra Maria Eduarda de Larrazabal pelo carinho e colaboração.

A todos que fazem o Laboratório de Meiofauna do Departamento de Zoologia da UFPE, que de algum modo participaram e colaboraram para a realização deste trabalho.

Agradeço ao CNPq pela concessão da bolsa de Doutorado.

Um grande agradecimento à minha família, em especial ao meu Pai, meu filho Bruno e as minhas irmãs Judite e Fernanda sempre presente quando necessário.

Ao amigo Carlos Alberto Fernandes pelo apoio e incentivo, sempre que precisei.

À todos que fazem a Escola Delmiro Gouveia, por acreditarem no meu trabalho e pelo incentivo.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1- INTRODUÇÃO | 16 |
| 2 - OBJETIVO GERAL | 19 |
| 3 - ÁREA DE ESTUDO | 19 |
| 3.1 – DESCRIÇÃO DA ÁREA | 19 |
| 3.2 – DIAGNOSE MEIOFAUNÍSTICA DO COMPLEXO ESTUARINO A BACIA DO PINA. | 22 |
| CAPÍTULO I | 25 |
| I.1 - INTRODUÇÃO | 26 |
| I.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 28 |
| I.3 - MATERIAL E MÉTODOS | 28 |
| 3.1 - Em campo | 28 |
| 3.2 - Em laboratório | 29 |
| 3.2.1 - Extração da meiofauna | 29 |
| 3.2.2 - Hidrologia | 29 |
| 3.2.3 - Sedimentologia | 30 |
| 3.3 - Análise dos dados | 31 |
| I-4 - RESULTADOS | 33 |
| 4.1 - Climatologia | 33 |
| 4.2 - Hidrologia | 34 |
| 4.3 - Granulometria | 36 |
| 4.4 - Matéria orgânica (sedimento) | 36 |
| 4.5 - Estrutura da comunidade | 39 |
| 4.6 Resultados estatísticos | 44 |
| I.5 – DISCUSSÃO | 46 |
| I.6 - CONCLUSÕES | 51 |
| CAPÍTULO II | 52 |
| II.1 – INTRODUÇÃO | 53 |
| II.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 56 |
| II.3 - MATERIAL E MÉTODOS | 56 |
| 3.1 Identificação dos Nematoda | 56 |
| 3.2 - Análise dos dados | 57 |

| | |
|---|-----|
| II. 4 - RESULTADOS | 59 |
| 4.1 - Estrutura da Comunidade | 59 |
| 4.1.1 - Composição Taxonômica da nematofauna | 59 |
| 4.1.2 - Frequência de Ocorrência | 61 |
| 4.1.3 – Abundância relativa | 63 |
| 4.1.4 – Curvas de K-dominância | 65 |
| 4.1.5 - Densidade da nematofauna | 68 |
| 4.1.6 - Estágios de Desenvolvimento da nematofauna | 68 |
| 4.1.7 - Estrutura Trófica | 69 |
| II.5 - RESULTADOS ESTATÍSTICOS | 71 |
| II.6 – DIAGNOSE PRELIMINAR DA NOVA ESPÉCIE DO GÊNERO <i>Spirinia</i> | 75 |
| II.7-DISCUSSÃO | 77 |
| II.8– CONCLUSÕES | 86 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 87 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 89 |
| ANEXOS | 111 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Mapa da Bacia do Pina com localização da área estudada. | 21 |
| Figura I.1 - Precipitação (mm) em Recife no período 1999 | 33 |
| Figura I.2 – Evaporação (mm) e insolação (H) em Recife no período 1999 | 34 |
| Figura I.3 – Percentual de saturação nos meses prospectados na Bacia do Pina-PE em 1999 | 34 |
| Figura I.4 – Oxigênio dissolvido e DBO nos meses prospectados na Bacia do Pina-PE em 1999. | 35 |
| Figura I.5 – Dados pluviométricos (somatório dos cinco dias que antecede a coleta) e densidade média semanal dos organismos meiofaunísticos prospectados na bacia do Pina-PE em 1999. | 40 |
| Figura I.6 – Dados pluviométricos no período chuvoso em 1999 (somatório dos cinco dias que antecede a coleta) e densidade média semanal dos organismos meiofaunísticos prospectados na bacia do Pina-PE. | 41 |
| Figura I-7 – Frequência de ocorrência da meiofauna no período seco e chuvoso da bacia do Pina-PE em 1999. | 43 |
| Figura I.8 – Abundância relativa da meiofauna na bacia do Pina, PE em 1999, (outros= Acari, Copepoda, Gastrotricha, Nauplii, Oligochaeta, Ostracoda, Polychaeta Rotífera, Tardigrada e Turbellaria). | 43 |
| Figura I.9 – MDS (ordenação não-métrica) da meiofauna semanal, evidenciando a fase seco e chuvoso. | 44 |
| Figura II.1 – Frequência de ocorrência das famílias no período seco (A) e no período chuvoso (B). | 62 |
| Figura II.2 – Frequência de ocorrência dos gêneros no período seco (A) e no período chuvoso (B). | 63 |
| Figura II.3 - Abundância relativa dos gêneros no período seco. Outros (gêneros que foram menores que 1%) | 64 |
| Figura II.4 - Abundância relativa dos gêneros no período chuvoso. Outros (gêneros que foram menores que 1%) | 64 |
| Figura II.5 – Curva de K-dominância semanal dos meses secos. | 66 |
| Figura II.6 – Curva de K-dominância semanal dos meses chuvosos. | 67 |

| | |
|---|----|
| Figura II.7 - Estrutura populacional da nematofauna no período seco. | 68 |
| Figura II.8 - Estrutura populacional da nematofauna no período chuvoso. | 69 |
| Figura II.9 – Estrutura trófica da nematofauna no período seco. | 70 |
| Figura II.10 – Estrutura trófica da nematofauna no período chuvoso. | 71 |
| Figura II.11 – MDS utilizando as densidades mensais da nematofauna | 71 |
| Figura II.12 – MDS utilizando as densidades semanais da nematofauna. | 72 |
| Figura II.13 – Cluster relativo às densidades médias mensais. | 73 |
| Figura II.14 – Cluster envolvendo às densidades médias semanais. | 73 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela I.1 - Parâmetros químicos das águas estuarinas/ Bacia do Pina-PE. | 35 |
| Tabela I.2 – Parâmetros granulométricos segundo Folk & Ward (1957). | 37 |
| Tabela I.3 – Percentuais sedimentológicos retido nas peneiras geológicas e percentuais de matéria orgânica das amostras semanais. | 38 |
| Tabela I.4 – Densidade média mensal e semanal da meiofauna da Bacia do Pina-PE em 1999. | 42 |
| Tabela II.1 – Índice de diversidade de Shannon (H') e a equitatividade (J' de Pielou) | 65 |
| Tabela II.2 – Resultados ANOSIM comparando os meses ($p < 5\%$) | 74 |
| Tabela II.3 – Resultado da análise e o SIMPER para os grupos envolvendo o mês de janeiro, apresentando os gêneros que contribuíram com mais de 50% das dissimilaridades. | 75 |

RESUMO

A bacia do Pina vem sendo estudada ao longo dos anos na aferição dos poluentes orgânicos. Cinco rios desembocam neste local com grande carga poluidora comprometendo a qualidade do pescado, que é tão explorado pela população de baixa renda, que habita as adjacências, e o comercializa nos mercados públicos da cidade do Recife. Porém, até o momento, apenas um trabalho foi realizado com a meiofauna e mais especificamente com a nematofauna, embora esta desempenhe um importante papel na teia trófica bentônica. As amostras biosedimentológicas foram coletadas semanalmente, durante 3 meses, na estação de menor pluviosidade (janeiro, fevereiro e março) e 3 meses na estação de maior pluviosidade (junho, julho e agosto) do ano de 1999, em um transecto fixo no médio litoral com 5 réplicas aleatórias, sempre na baixa-mar, perfazendo um total de 120 amostras. Utilizou-se um *corer* de 5 cm de comprimento por 2,5 de diâmetro interno. Leituras de temperatura foram efetuadas conjuntamente com a parte biótica, assim como foram amostrados sedimentos para análise granulométrica e matéria orgânica. Mensalmente, no dia de menor amplitude de maré, coletou-se água com garrafa de Nanssen para verificação do teor de oxigênio dissolvido, DBO e salinidade, a fim de monitorar a variação da carga poluidora temporal do estuário. Os Nematoda foram separados para montagem de lâminas permanentes, integralizados em lista taxonômica e analisados quanto à estrutura populacional e composição trófica. Utilizou-se programas estatísticos para correlacionar os parâmetros abióticos com a meiofauna e a nematofauna. Qualitativamente, a composição meiofaunística foi a mesma nos dois períodos estudados, sendo composta por 10 táxons: Turbellaria, Gastrotricha, Nematoda, Rotifera, Tardigrada, Polychaeta, Oligochaeta, Acari, Ostracoda e Copepoda. A maior densidade média mensal meiofaunística ocorreu em março (3126,5 ind. 10 cm⁻²) deste, 90% é composto por Nematoda e a menor em agosto (1291,15 ind. 10 cm⁻²) com 97% de Nematoda. Semanalmente, a maior densidade observada ocorreu na última semana de junho (4785,2 ind. 10 cm⁻²) com 84 % de Nematoda. A menor ocorreu na primeira semana de janeiro (453, 25 ind. 10 cm⁻²) com 63 % de Nematoda. A nematofauna esteve composta por três ordens: Enoplida, com três famílias e quatro gêneros, Chromadorida, com cinco famílias e treze gêneros e Monhysterida, também com cinco famílias e dez gêneros. Os gêneros encontrados foram: *Anoplostoma*, *Astonema*, *Axonolaimus*, *Chromadorita*, *Chromaspirinia*, *Daptonema*, *Desmodora*, *Halalaimus*,

Halichoanolaimus, Linhomoeus, Marylynnia, Metachromadora, Oncholaimus, Paracanthochus, Paracyatholaimus, Paramonohystera, Parodontophora, Pomponema, Prochromadorella, Pseudochromadora, Sabatieria, Spirinia, Terschellingia, Thalassomonystera, Theristus, Tricotheristus e Viscosia. O padrão temporal apontou o período chuvoso com as maiores densidades correlacionadas positivamente com a matéria orgânica e o selecionamento dos grãos. A nova espécie do gênero *Spirinia sp.n*, mostrou-se resistente às condições físico-químicas impostas pelo ambiente, pois foi dominante em quase todo o período estudado, salvo quando o contingente pluviométrico começou a diminuir (final de julho, início de agosto). Nessa situação *Therschellingia* e *Daptonema* interferem na dominância. O aporte de matéria orgânica registrada neste estudo, reflete-se na estrutura da comunidade, existindo porém uma combinação de efeitos com a granulometria independentes da estação do ciclo climático. A dinâmica dos parâmetros abióticos em um estuário, aliado a rapidez das mudanças morfofisiológicas dos Nematoda para sobreviver a ambientes extremos, corrobora na importância de monitorar semanalmente essa comunidade para se ter respostas mais precisas sobre esses organismos tão importantes em ambientes salobros.

ABSTRACT

The basin of Pina has been studied for many years in order to check the level of organic pollutants. Many rivers are discharged in this basin bringing a big amount of pollutants to it. This affects the quality of organisms fished by the poor population that lives in the neighborhood. Up to now there's only one study on meiofauna, specifically on nematofauna, carried out at this place, despite of its great role for the benthic trophic net. Biosedimentic samples were taken weekly during 3 months at the low pluviosity phase (January, February and March) and 3 months at the high pluviosity (June, July and August) of 1999 in a fixed transect at intertidal area, with 5 random replications, making a total of 120 samples. It was used a corer of 5 cm length and 2.5 cm of internal diameter. Temperature was measured and sediments were taken for granulometric and organic matter analyses. Monthly, on the lowest tide day, water was collected using a bottle of Nansen to verify the amount of dissolved oxygen (BOD) and salinity to follow the variation of polluting loaded in the estuary. The Nematoda were mounted in permanent slides and identified, moreover the population and trophic structures were defined. Statistical programs were used to correlate the non-biotic factors with the meiofauna and the nematofauna. Using the same methodology meiofauna and sediments were collected in 10 sample points covering the entire basin. Qualitatively the meiofauna composition was the same for the two studied phases, composed by 10 taxa: Turbellaria, Gastrotricha, Nematoda, Rotifera, Tardigrada, Polychaeta, Oligochaeta, Acari, Ostracoda e Copepoda. The highest monthly average for the meiofauna was in March (3126.5 ind. 10cm⁻²) with 90% composed by Nematoda and the lowest was in August (1291.15 ind.10 cm⁻²) with 97% Nematoda. Weekly the highest density was recorded at the last week of June (4785.2 ind. 10 cm⁻²) with 84% composed by Nematoda while the lowest was recorded at the first week of January (453.25 ind. 10 cm⁻²) with 63% Nematoda. The nematofauna was composed by three orders: Enoplida, with three families and four genus, Chromadorida, with five families and thirteen genus and Monhysterida, with five families and ten genus. The genera found were: *Anoplostoma*, *Astonema*, *Axonolaimus*, *Chromadorita*, *Chromaspirinia*, *Daptonema*, *Desmodora*, *Halalaimus*, *Halichoanolaimus*, *Linhomoeus*, *Marylynnia*, *Metachromadora*, *Oncholaimus*, *Paracanthochus*, *Paracyatholaimus*, *Paramonohystera*, *Parodontophora*, *Pomponema*, *Prochromadorella*, *Pseudochromadora*,

Sabatieria, *Spirinia*, *Terschellingia*, *Thalassomonystera*, *Theristus*, *Tricotheristus* e *Viscosia*. The temporal pattern showed the rainy phase with highest densities, positively correlated to organic matter and grains arrangement. The new species *Spirinia* n.sp. was very resistant to the physical-chemical conditions of the studied environment, since it was dominant during almost all period of this survey, except when the rain levels lowered (end of July and beginning of August). When this happens *Therschellingia* and *Daptonema* change this dominance. The amount of organic matter observed reflects itself on the community structure but there is a combination of effects with the granulometry acting independent of the climatic phase. The dynamic of the non-biotic parameters in an estuary allied with the rapidity of morphological changing of the Nematoda to survive in extreme environments confirms the importance of weekly monitoring this community in order to have more precise answers about these organisms so important in brackish environments.

1- INTRODUÇÃO

A poluição em nosso planeta tem sido nos últimos anos um grande problema para a humanidade. As autoridades mundiais vêm tentando sensibilizar a opinião pública para esta situação que se agrava cada vez mais. A introdução de poluentes nos oceanos carreados pelos rios, além do lixo dos centros industriais e urbanos das cidades localizadas no litoral e ao longo de seus cursos, vem formando acúmulos de material orgânico no mar, desencadeando, muitas vezes, uma proliferação descontrolada da biota aquática. Há um aumento de nutrientes no meio aquático, acelerando a produtividade primária, ou seja, intensificando o crescimento de algas e da cadeia subsequente. Esse fenômeno pode ser provocado por: lançamento de esgotos, resíduos industriais, fertilizantes agrícolas e erosão (Migotto, 2000). É fácil de concluir que, em certas proporções, a eutrofização pode ser benéfica ao ecossistema. Contudo, em excesso acarretará um desequilíbrio ecológico, provocando o desenvolvimento incontrolado de uma espécie em detrimento de outra. Como exemplo, a costa central pernambucana já detém ecossistemas fortemente comprometidos química e biologicamente como são os casos do Rio Jaboatão (Fernandes, 1996) e Rio Capibaribe (Feitosa, 1988).

Segundo Warwick (1993), a comunidade é o nível de organização mais usual para o estudo de impacto ambiental. O autor prossegue registrando que o uso de organismos em detecção de poluição e programas de monitoramento surgiu originalmente das observações de Wilhelmi (1916), relativas a várias espécies de Polychaeta que eram indicadoras de áreas contaminadas. No presente, diz ele, o uso de espécies indicadoras é somente aplicado para incidentes com poluentes orgânicos, incluindo alguns casos de poluição por petróleo. Para tais estudos uma larga variedade de organismos tem sido usada em pesquisas no sentido de avaliar os impactos ambientais, incluindo alguns do plâncton (fitoplâncton e zooplâncton), peixes (pelágicos e demersais), macrobentos e meiobentos, epifauna de fundos duros (formas incrustantes, p. ex. corais) e macroalgas. A escolha de qual componente será usado em determinada área a ser estudada dependerá do interesse da pesquisa, ou seja, dos seus objetivos.

Platt & Warwick (1980) referem-se à existência de dois aspectos que podem ser considerados para a ecologia de comunidades: modelos e processos. Modelos refletem propriedades estruturais de espécies presentes, sua abundância e distribuição. Processos incluem taxas funcionais de respiração, reprodução, recolonização, entre outros. Para o entendimento de processos, para apontar modelos, programas governamentais em nível de excelência vem sendo destacados no cenário nacional, haja vista o RECOS-MILÊNIO, abordando, entre outros assuntos, a qualidade ambiental e a biodiversidade de ambientes estuarinos.

Na década de 80 houve um intenso esforço por parte dos cientistas no sentido de utilizar a meiofauna, metazoários de dimensões reduzidas (0,045 mm a 0,5 mm) de hábitos intersticiais (Mare, 1941), como apuradora das condições ambientais alteradas (Coull *et al.* 1981, Raffaelli & Mason, 1982; Warwick, 1981; Amjad & Gray, 1983; Lamshead, 1986; Gee *et al.*, 1985). Apesar desta aplicação ser discutível, sobretudo porque sendo a meiofauna integrada por pelo menos 30 táxons zoológicos com requerimentos biológicos complexos e diferenciados, respostas múltiplas para o mesmo efeito podem ser apuradas. Na realidade existem algumas vantagens quanto à utilização da meiofauna em estudos ambientais e de biomonitoramento (Warwick, 1993): seu pequeno tamanho e alta densidade facilitam as amostragens quantitativas; um menor volume das amostras significa que podem facilmente ser transportadas para o laboratório, e não precisam ser processadas no local coletado; seus tempos de gerações são geralmente mensais, então seu potencial de resposta temporal para eventos de poluição é mais efetivo do que o do macrobentos. Desta forma a sua rápida resposta temporal postula que a meiofauna é um bom instrumento para experimentação de causalidade em experimentos de “microcosmos” e “mesocosmos”. Obviamente que respostas mais precisas são averiguadas quando níveis taxonômicos inferiores são considerados.

Os Nematoda, vermes de vida livre, constituem o grupo mais importante da meiofauna em densidade e em diversidade (Heip, *et al.* 1982; Higgins & Thiel, 1988; Medeiros, 1998; Warwick & Price, 1979). Para o grupo, estudos ecológicos realizados a nível de gênero respondem satisfatoriamente enquanto unidade biológica (Heip *et al.*, 1988; Gray *et al.*, 1990; Warwick *et al.*, 1990). Esta característica taxonômica agregada a outras de ordem morfo-fisiológica e de distribuição impõem o grupo como uma boa escolha para

estudos de biomonitoramento (Warwick, 1993). Os Nematoda estão distribuídos desde a região litoral até grandes profundidades oceânicas e em todas as latitudes, habitando todos os tipos de sedimentos, outros substratos naturais como macrófitas (Warwick, 1984; Heip *et al.*, 1985; Moens & Vincx, 1998) e até artificiais (Atila, 2001). São ainda os organismos mais sententários dentre todos os que compõem a meiofauna (Renaud-Mornant *et al.*, 1984). A falta de uma musculatura circular não permite o deslocamento direcionado na coluna líquida, fazendo com que movimentos circulares, ditos nematomorfos impliquem em pequena dispersão (Palmer, 1984). Há de ser ainda considerada a sensibilidade de alguns gêneros para contaminantes como PCBs, PAHs e metais pesados (Montagna & Li, 1998). Algumas espécies de Nematoda podem desenvolver diferentes mecanismos de tolerância para sobreviver em área com concentração de metais pesados (Somerfield *et al.*, 1994), embora a sensibilidade específica de Nematoda para poluição por metais possa mudar durante o seu ciclo de vida.

Todos os Nematoda marinhos de vida livre são considerados membros do meiobentos (Heip *et al.* 1982) sendo na maioria das vezes, o grupo dominante da meiofauna. Segundo Gerlach (1980) cerca de 4.000 espécies de Nematoda marinhos eram conhecidas, e estimava que mais de 20.000 restavam ser descritas. Warwick e Price (1979) registram que em sedimentos arenosos existem cerca de 200 espécies identificadas, enquanto que em sedimentos lamosos ou no fital o número reduz-se para 30/70. Medeiros (1998) relata que há aproximadamente 20.000 espécies de Nematoda conhecidas na literatura científica, sendo 13.000 os de vida livre no solo, oceanos ou águas continentais. A autora estima ainda que existe ainda um número de ordem de um milhão de espécies desconhecidas.

A densidade dos Nematoda é alta em estuários e mais alta na zona intermareal que na sublitoral (McIntyre, 1969). Os estuários são tidos como os mais produtivos dentre os ambientes aquáticos, chegando a números da ordem de 20 milhões de Nematoda por metro quadrado no estuário de Lynner na Inglaterra (Warwick & Price, 1979). Já Boucher *apud* Renaud-Mornant *et al.*, (1984) descreve a ordem de 40 milhões de indivíduos por metro quadrado para o estuário de Morlaix porém, referem-se os autores, que a densidade média é de 5000 ind. 10 cm⁻².

O interesse de pesquisadores pelo estudo de Nematoda marinhos de vida livre vem aumentando devido à sua importância no ciclo dos nutrientes, como recurso alimentar para outras espécies bentônicas e como bio-indicadores de poluição (Heip *et al.*, 1985; Platt & Warwick, 1980). Particularmente este interesse cresce quando se refere à ecologia de Nematoda estuarino, devido ao grande potencial que representam estas áreas para a humanidade, pelo uso extensivo da pesca e para recreação, muito embora venham sendo impactadas sobretudo por resíduos industriais e domésticos (Hodda, 1990).

No sentido de melhor conhecer a estrutura da comunidade meiofaunística em ambiente impactado e de contribuir na determinação de espécies bio-indicadoras que favoreçam o biomonitoramento desses ambientes, considerando-se a meiofauna, realizou-se este trabalho.

2 - OBJETIVO GERAL

Determinar as variações temporais da estrutura da comunidade da meiofauna e mais especificamente dos Nematoda em um estuário tropical urbano.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 – DESCRIÇÃO DA ÁREA

A Bacia do Pina está localizada na zona litorânea do Estado de Pernambuco, situando-se na parte interna do Porto do Recife-PE. Trata-se de uma área estuarina, em plena zona urbana (entre os paralelos 08°04'03 e 08°05'06"S e os meridianos 34°52'16" e 34°53'58"W). É formada pela confluência dos rios Tejipió, Jiquiá, Jordão, Pina e pelo braço Sul do Capibaribe (Figura 01). Limita-se, a Norte, pelos bairros do Cabanga e São José, a Sul pelos bairros do Pina e Brasília Teimosa, a Oeste pela confluência dos rios Capibaribe (braço Sul), Tejipió, Jiquiá, Jordão e Pina e a Leste, por um dique natural de arrecife de arenito. Possui uma extensão de 3,6 km, aproximadamente, e larguras variáveis de 0,26 a 0,86 km, perfazendo uma área total de 2,02 km² (CONDEPE, 1980 *apud* Feitosa, 1988).

Segundo a classificação de Köppen a área apresenta clima do tipo As', denominado Tropical Quente Úmido, caracterizando-se por dois períodos distintos no regime pluviométrico: uma estação seca, que se prolonga de setembro a fevereiro (primavera-verão) e uma estação chuvosa, de março a agosto (outono-inverno).

É um ambiente dinâmico do ponto de vista hidrográfico, cuja salinidade varia entre 0,42 a 37 ups, a temperatura da água entre 24 e 32 °C, com profundidade máxima de 4,5 m. O regime de marés é semidiurno, com amplitude mesomaré de 2,9 m DHN (Coimbra *et al.*, 1987).

A área já foi estudada por Coimbra *et al.* (1987), Feitosa (1988), Silva-Cunha *et al.* (1990), Silva & Mello (1991), Maia (1995) e Nascimento (2001), sendo constatado um alto índice de poluição orgânica. Segundo Macêdo & Costa (1978) baseado nos teores de oxigênio dissolvido, indicaram ser a bacia poluída em determinadas épocas do ano. Os rios Tejipió, Jiquiá, Jordão e Pina, confluente na referida bacia passam parte dos seus cursos por zonas urbanas sem saneamento ou com saneamento precário, recebendo, assim, descargas de indústrias e efluentes sanitários. Mesmo assim, Feitosa (1988) afirma que a área representa um enorme potencial biológico, sobretudo, em termos de moluscos, crustáceos e peixes, sendo explorada pela população de baixa renda para o seu sustento.

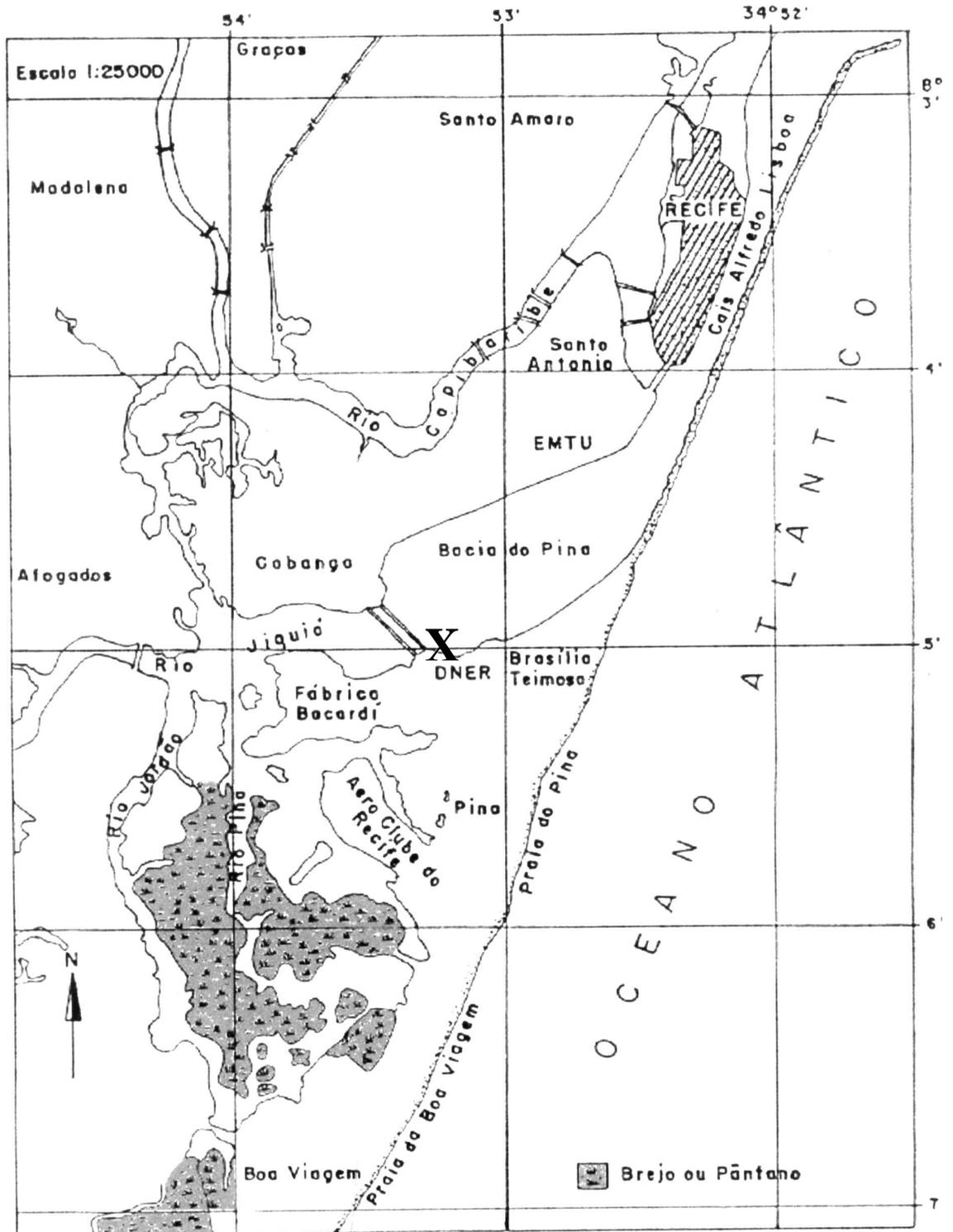


Figura 1 – Mapa da Baía do Pina com localização da área estudada (X - localização do ponto prospectado).

3.2 – DIAGNOSE MEIOFAUNÍSTICA DO COMPLEXO ESTUARINO DA BACIA DO PINA.

Foi realizado posteriormente aos meses coletados deste trabalho, em setembro de 1999, um estudo da distribuição espacial da meiofauna e, em particular, da nematofauna em toda a área do complexo estuarino da Baía do Pina, pontuando as correlações estabelecidas com as características do sedimento e parâmetros físico-químicos da água.

Os dados obtidos retrataram a estrutura da comunidade meiofaunística e nematofaunística em outras áreas que não a deste estudo, contribuindo para o entendimento da organização estrutural desses organismos e servindo como introdução para o sequenciamento teórico-prático desta tese. Os resultados foram apresentados por Rodrigues (2002).

A coleta foi realizada em setembro de 1999. Ao longo de toda extensão da baía do Pina foram estabelecidas dez estações de amostragem no médio-litoral para coleta dos organismos meiofaunísticos e dados abióticos em regime de baixamar .

A meiofauna local foi composta por 11 táxons: Nematoda, Copepoda, Oligochaeta, Polychaeta, Turbellaria, Ostracoda, Gastrotricha, Rotifera, Amphipoda, Bivalvia, e Acari. Vale ressaltar que os Nematoda e os Copepoda Harpacticoida ocorreram em 100% das amostras. A estrutura da comunidade meiofaunística apresenta-se semelhante à dos demais ambientes já prospectados no litoral de Pernambuco, muito embora o número de táxons por estação seja inferior aos dos pontuados para os demais ecossistemas, sejam esses estuários, praias arenosas ou recifes.

A densidade da meiofauna variou significativamente entre as estações, sendo que esta variação espacial estava condicionada aos parâmetros físico-químicos: oxigênio dissolvido, DBO, salinidade e temperatura, seguindo o Bioenv (análise do programa estatístico PRIMER).

A dominância dos Nematoda sobre os demais grupos da comunidade comportou-se como em outros ambientes estuarinos. Os maiores valores ocorreram onde os sedimentos ricos em frações finas foram também ricos em matéria orgânica.

A ausência de correlações entre a meiofauna e as variáveis sedimentológicas foi explicadas pelo caráter espacial deste estudo. O hidrodinamismo deste ambiente certamente atua na composição e natureza dos sedimentos, uma vez que, estes foram classificados como pouco a moderadamente selecionados.

Quanto à densidade da Nematofauna, a bacia do Pina apresentou valores compatíveis a outros ambientes costeiros impactados, com diferença significativa entre as estações. *Spirinia*, *Therschellingia*, *Sabatieria* e *Diplolaimelloides* detiveram os valores máximos de densidade em estações alternadas.

Houve uma variação espacial bem marcada entre os gêneros: apenas *Therschellingia*, *Spirinia* e *Theristhus* apresentaram distribuição contínua nos sedimentos prospectados acompanhados de *Oncholaimus* e *Viscosia* em até 90% das estações. A distribuição espacial foi também reflexo dos diferentes tipos tróficos, permitindo, possivelmente, uma melhor repartição dos recursos alimentares.

À exceção de *Therschellingia*, a lista taxonômica incluiu 37 gêneros monoespecíficos, dentre os quais cinco primeiros registros para o Brasil: *Gerlaichius*, *Halalaimus*, *Retrotheristus*, *Paracomesoma* e *Innocuonema*, ainda assim, classificados como raros.

A diversidade variou entre as estações como possível reflexo da eutrofização ambiental. Os valores são semelhantes aos de outros ambientes impactados da costa brasileira.

Dos parâmetros abióticos analisados, apenas a percentagem de cascalho, DBO e matéria orgânica responderam como estruturadores da distribuição espacial da comunidade. O primeiro fomentou a ocorrência de uma fauna mais diversa (22 gêneros); o segundo restringiu o número de gêneros e a densidade e o terceiro atuou negativamente sobre a densidade.

De acordo com a taxa de saturação de oxigênio dissolvido foi possível classificar as estações em três áreas: de baixa saturação = 50 a 100% (estações 3, 4 e 8); semi-poluída =

25 a 50% (estações 1, 2, 5, 6 e 7) e poluída = abaixo de 25% (estações 9 e 10). Na zona semi-poluída está localizada o ponto prospectado do presente estudo.

CAPÍTULO I

VARIAÇÃO TEMPORAL DA MEIOFAUNA

I-1 INTRODUÇÃO

O termo “meiobentos” (do grego, “meion”, menor) foi introduzido por Mare (1942) para designar os organismos do zoobentos que habitam os espaços intersticiais da cobertura sedimentar dos ambientes aquáticos, bem como a interface água-sedimento.

Estudos sobre Meiobentologia em áreas marinhas de zonas temperadas são vastos, porém investigações ecológicas sobre o meiobentos em ambientes estuarinos tropicais são relativamente menos explorados (Tietjen & Alongi, 1990). No Brasil estudos sobre o meiobentos estuarino vêm sendo desenvolvidos no Nordeste por Rocha & Fonsêca-Genevois (1986); Lima (1991); Lucena & Fonsêca-Genevois (1993); Esteves (1995); Almeida (1996); Silva (1997); Castro (1998); Pinto (1998); Santos (1999; 2000); Castro *et al.* (2001); (Gomes & Santos, 2002). No Sudeste por Esteves (2002). No Sul Pinto & Benvenuti (2000).

As densidades meiofaunísticas em ambientes estuarinos são superiores àquelas determinadas para a macrofauna (Mc Intyre, 1969), com média na ordem de 10^6m^{-2} (Coull & Bell, 1979), refletindo de 60% a 90% a densidade de Nematoda (Fleeger & Decho, 1987).

A salinidade é um dos fatores importantes apontados na distribuição da meiofauna. Segundo Heip *et al.* (1982) existe uma clara diferença entre o padrão de riqueza de espécies ao longo de um gradiente de salinidade entre a macrofauna e a meiofauna. Na meiofauna, alguns grupos taxonômicos podem estar ausentes em baixas salinidades, como por exemplo no Báltico (Kinorhyncha e Ostracoda), mas não existe uma redução óbvia de riqueza das espécies. Existe uma meiofauna muito rica, verdadeiramente de água salobra, a razão para isso, prossegue os autores, não é apenas o fato de os estuários poderem sustentar grandes populações do bentos, mas provavelmente pela existência de uma meiofauna adaptada à água salobra.

As características de extremos químicos presentes nos estuários urbanos tropicais, incluindo, neste contingente natural a intervenção antrópica, provavelmente reflete na composição dos grupos meiofaunísticos, na densidade, na biomassa e na diversidade. À exemplo de um decréscimo na densidade populacional de muitas espécies de Nematoda em direção à cabeceira de um estuário (Heip, *et al.*, 1982).

A meiofauna geralmente mostra uma distribuição espacial agregada ao sedimento, tanto horizontal como verticalmente. As causas desses modelos são freqüentemente complexas e envolvem variáveis biológicas, físicas e químicas, incluindo granulometria, salinidade, oxigênio, recurso alimentar e componentes químicos da água (Steyaert *et al.*, 1999).

Além das variabilidades naturais, impactos antropogênicos, incluindo eutrofização, poluição e desequilíbrio físico, podem ter substâncias que influencia a meiofauna, particularmente em áreas costeiras. Os organismos vivem em espaços intersticiais do sedimento em contato direto com água intersticial e os poluentes. Assim o impacto da poluição precisa ser também considerado quando enfocada a distribuição vertical do meiobentos (Steyaert *et al.* op cit.).

Em zonas tropicais as variações dos fatores ambientais, mesmo sem uma sazonalidade bem marcada, atuam sobre a meiofauna. Alongi (1987) relata que as marés, a dessecação e as mudanças de temperatura e de salinidade, esses, associados a períodos chuvosos, tem se refletido como um forte efeito estacional. O litoral de Pernambuco tem uma característica climática com um período no qual se evidencia meses com grande precipitação pluviométrica (maio a setembro) e meses registrados com ausência quase que total de chuva, com intensa insolação, considerados como estação seca (outubro à abril). Os diversos filos pertencentes à meiofauna reagem de forma diferenciada aos fatores climáticos. Existem características adaptativas e de ordem reprodutiva que mascaram o efeito direto de fatores ambientais a exemplo de: dependência e estreita associação com o sedimento, ciclo de vida curto com estágios larvais bentônicos; alta diversidade, abundância e sensibilidade ambiental (Coull & Chandler, 1992).

Para melhor explicar o efeito de alguns parâmetros ambientais na estrutura sazonal da comunidade, optou-se por seguir variações semanais para investigar a hipótese de que: em estuário tropical eutrofizado a variação da quantidade de matéria orgânica associada aos parâmetros climáticos, determina a estrutura da comunidade meiofaunística quanto à riqueza e densidade de táxons.

I.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar as variações temporais quali-quantitativas da meiofauna em regime semanal e entre as estações seca e chuvosa;
- Identificar o grupo dominante em ambos os períodos estacionais;
- Correlacionar a meiofauna com os parâmetros abióticos estudados e, particularmente com o teor de matéria orgânica.

I.3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - EM CAMPO

As amostras biosedimentológicas foram coletadas semanalmente, durante 3 meses, na estação de menor pluviosidade (janeiro, fevereiro e março) e 3 meses na estação de maior pluviosidade (junho, julho e agosto) do ano de 1999, em um ponto fixo no médio litoral, com 5 réplicas aleatórias, sempre na baixa-mar, perfazendo um total de 120 amostras. Utilizou-se um *corer* de 5,0 cm de comprimento por 2,5 de diâmetro interno. Na definição da estratégia amostral, por se supor encontrar maior fração de lama, considerou-se o postulado por Renaud-Mornant *et al.* (1984), de que 90 % dos organismos da meiofauna se encontram nos dois primeiros centímetros de profundidade. Todo o material foi fixado com formol salino a 4%.

Leituras de temperatura foram efetuadas conjuntamente com a parte biótica, assim como foi amostrado sedimento, para análise granulométrica e matéria orgânica.

Mensalmente, no dia de maior amplitude de maré, sempre na maré baixa, coletou-se água com garrafa de Nansen para verificação do teor de oxigênio dissolvido, DBO e salinidade, objetivando monitorar a variação da carga poluidora temporal do estuário. Posteriormente, para fixação do Oxigênio, a amostra de água foi colocada em frascos

âmbar de 147 ml, e em seguida utilizando-se 0,5 ml de Sulfato de Manganês ($MnSO_4$) e 0,5 ml de iodeto alcalino ($KI + NaOH$).

3.2 - EM LABORATÓRIO

3.2.1. Extração da meiofauna

Utilizou-se a metodologia conhecida para meiobentologia segundo Elmgren (1976), onde as amostras são peneiradas em água corrente através de peneiras geológicas com intervalos de malhas de 0,044 mm e 0,5 mm, para a retenção da meiofauna em seus intervalos máximo e mínimo.

O material retido na peneira de 0,044 mm foi quarteado com o quarteador de Motoda e colocado em placa de Petri para centrifugação manual, sendo o sobrenadante vertido em placa de Dolffus, composta de 200 quadrados de 0,25 cm² cada um, e levado ao estereomicroscópio para contagem, identificação dos indivíduos por táxon e retirada dos Nematoda para montagem de lâminas permanentes. A metodologia empregada para a identificação da comunidade nematofaunística, será descrito no próximo capítulo deste trabalho.

A densidade dos grupos meiofaunísticos foi calculada para o número de indivíduos por 10 cm².

3.2.2 Hidrologia

A salinidade foi determinada pelo método de Mohr-Knudsen, descrito por Strickland & Parsons (1972).

Para a determinação do teor de oxigênio dissolvido foi utilizada a metodologia de Winkler, descrita por Strickland & Parsons (1972). A taxa de saturação de oxigênio dissolvido foi calculada de acordo com a International Oceanographic Tables (UNESCO, 1973).

A análise da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) foi efetuada segundo o método descrito por Standard Methods for the Examination of Water Waste-Water (A.P.H.A., 1985).

3.2.3 Sedimentologia

As análises granulométricas foram realizadas de acordo com o método de Suguio (1973), utilizado pelo Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal de Pernambuco, com o objetivo de caracterizar e classificar os sedimentos. O sedimento coletado foi inicialmente seco à temperatura ambiente, posteriormente levado à estufa com temperatura em torno de 90 °C para evitar a aglutinação de grãos ou alteração de peso decorrente da umidade.

Após a secagem, as amostras foram desagregadas com movimentos leves e lentos para evitar a quebra dos grãos, para em seguida realizar o quarteamento manual da amostra que consiste em colocá-la em uma superfície plana e, com uma espátula, separar o volume total em quatro partes iguais para retirar uma parte para a análise. Esse processo evita a perda de constituintes mineralógicos dos sedimentos e a concentração de alguns materiais de forma desigual.

Para o peneiramento utilizou-se um conjunto de 6 peneiras, com intervalo de 1 ϕ :

2 mm = -1 ϕ

1 mm = 0 ϕ

0.5 mm = 1 ϕ

0.25 mm = 2 ϕ

0.125 mm = 3 ϕ

0.062 mm = 4 ϕ

Pesou-se 100g da parte quarteada e, em seguida, foram separados por via úmida, os cascalhos, sedimentos grosseiros dos finos, usando-se uma peneira de 2.000 mm e 0,062 mm. Após a separação, o cascalho e a fração areia foram colocadas para secagem para posterior pesagem e o material fino (silte e argila) desprezado.

Após a secagem o material retido na peneira de 0,062 mm foi submetido ao processo de peneiramento através de agitação em um rot-up por um período de 12 minutos. Depois de peneirada, a fração retida em cada peneira foi pesada em balança digital. O peso da fração fina (silte e argila) desprezada obteve-se através da soma dos pesos de cada fração, subtraindo-se do peso da amostra total. Os dados obtidos foram analisados utilizando o programa Sysgran® 2.0, calculando-se os parâmetros texturiais, através das equações de Folk & Ward (1957).

Para determinação do teor da matéria orgânica no sedimento, a amostra foi colocada em estufa a 60°C, até se obter um peso constante, sendo pesada em balança de precisão. Após este procedimento, o material permaneceu numa mufla por 12 horas, a 450°C, sendo, então, repesado. A diferença de peso representou a quantidade de matéria orgânica que volatizou.

3.3 ANÁLISE DE DADOS

◆ Frequência de ocorrência (%)

A frequência de ocorrência dos grupos meiofaunísticos foi calculada através da fórmula:

$$Fo = D.100 / d$$

onde: Fo =: Frequência de ocorrência;

D = número de amostras em que o táxon foi encontrado

d = número total de amostras

Calculada a frequência de ocorrência de cada táxon adotou-se os intervalos aplicados por Bodin (1977), que consiste de: 1- grupos constantes (acima de 75%); 2- grupos muito frequentes (50 a 75%); 3- grupos comuns (25 a 49%) e 4- grupos raros (abaixo de 25%).

◆ Abundância relativa (%)

A abundância relativa de cada táxon foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Ar} = \text{N} \cdot 100 / \text{Na}$$

onde: Ar = abundância relativa

N = número de organismos de cada táxon na amostra

Na = número total de organismos na amostra.

De acordo com os percentuais obtidos para cada amostra os táxons foram classificados como dominante acima de 50%.

A densidade de cada grupo taxonômico foi transformada por raiz quarta para realização de análise de similaridade (ANOSIM) para comparações entre as semanas, meses e estações, utilizando-se o índice de similaridade de Bray-Curtis e o programa estatístico PRIMER (Clarke & Warwick 1994).

Para identificar a correlação entre as variáveis ambientais e a estrutura das comunidades da meiofauna e da Nematofauna aplicou-se a análise BIO-ENV(PRIMER) (Clarke & Warwick, *op. cit.*) para averiguar quais foram os fatores abióticos que melhor explicaram o padrão biológico. Anteriormente à realização desta análise, os dados abióticos e bióticos foram transformados por log (x+1) e raiz quarta, respectivamente para uniformização dos dados.

I.4 – RESULTADOS

4.1 - Climatologia

A pluviometria apresentou-se nos 6 meses estudados com os maiores índices nos meses de março, junho, julho e agosto, porém o mês de junho mostrou-se atípico comparado com a média dos últimos trinta anos. É importante considerar que no mês de maio do ano em estudo registrou-se o maior índice pluviométrico do ano (INMET) (Figura I.1).

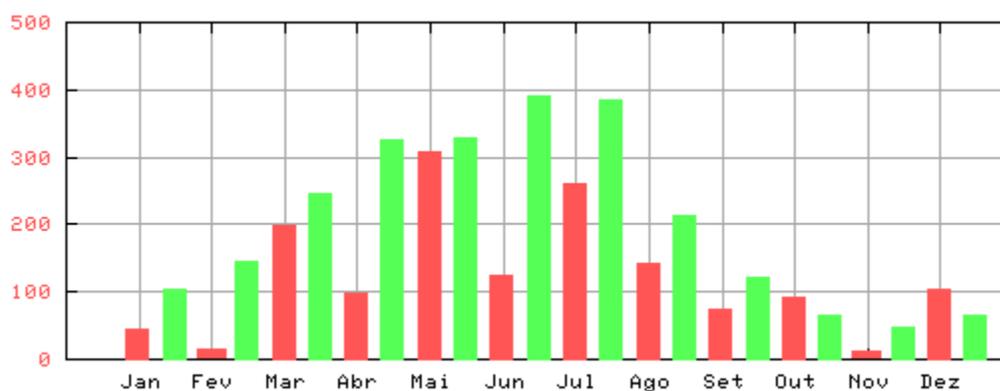


Figura I . 1 - ■ Precipitação (mm) em Recife no período 1999
■ Precipitação média (mm) dos últimos trinta anos (Gráfico retirado do site do INMET).

A evaporação e a insolação seguem os padrões de uma região tropical típica tanto no período seco como no chuvoso, ou seja, bastante altas no período seco e baixas no período chuvoso. O mês de fevereiro com relação à insolação apresentou-se atípico aos meses do período. O mês de março apesar das chuvas apresentou características de um período seco (Figura I-2).

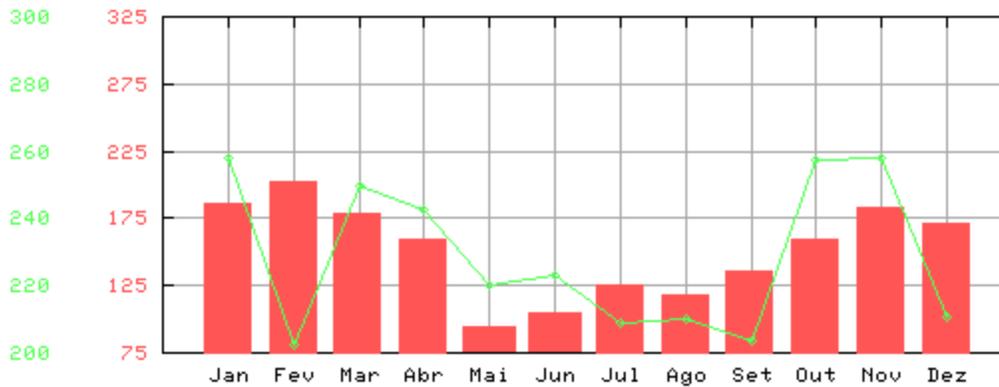


Figura I . 2 - ■■■ Evaporação (mm) em Recife no período 1999
 ■■■ Insoleção (H) em Recife no período 1999 (Gráfico retirado do site do INMET).

4.2 - Hidrologia

Dentre o conjunto de parâmetros analisados para aferir a qualidade da água, o Oxigênio dissolvido, temperatura e salinidade, permitem chegar a um percentual de saturação, e assim diagnosticar sempre na maré mais baixa mensal a variação do aporte orgânico que é despejado neste estuário. Quando o percentual de saturação for abaixo de 50 consideramos uma água fortemente poluída, de 50 a 75 de baixa saturação (deficitária), de 75 a 90 razoável e acima de 90, ideal (Klein, 1971). Todos os meses apresentaram-se deficitários tanto no período seco como no chuvoso, com a mesma classificação, baixa saturação (Figura I.3).

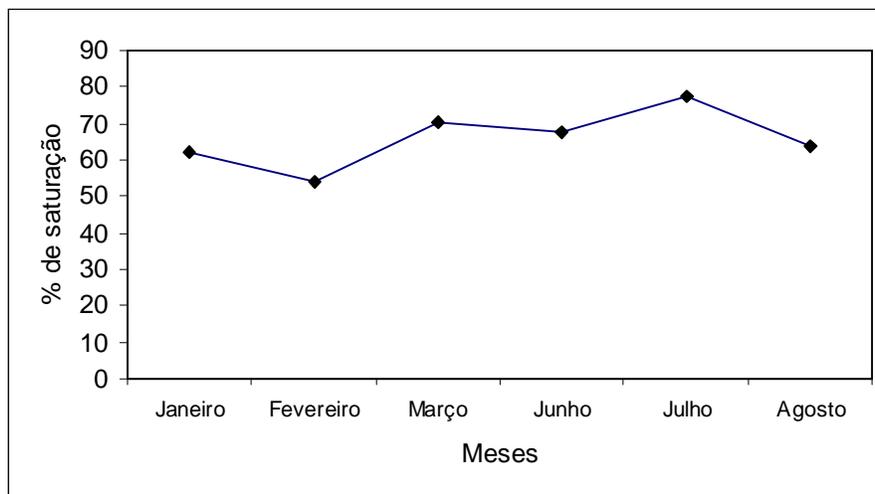


Figura I.3 – Percentual de saturação nos meses prospectados na Bacia do Pina-PE em 1999

Os resultados de DBO apontam os meses de março, junho e agosto com as maiores taxas, acima de 5 mg/l. Com relação ao Oxigênio dissolvido todos os meses apresentam taxas iguais ou abaixo de 5 mg/l, dentro da classificação do CONAMA (1986) estes resultados estão fora dos padrões limites (Tabela I.1) e (Figura I.4).

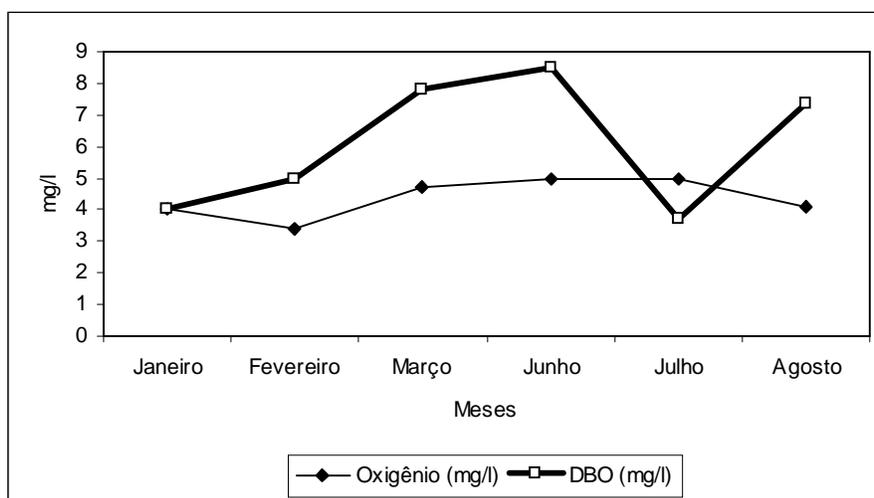


Figura I.4 – Oxigênio dissolvido e DBO nos meses prospectados na Bacia do Pina-PE em 1999.

A temperatura, salinidade e pH não apresentaram nenhuma alteração que fuja dos padrões de um estuário tropical (Tabela I.1).

Tabela I.1 - Parâmetros químicos das águas estuarinas/ Bacia do Pina-PE

| Parâmetros/Meses | Janeiro | Fevereiro | Março | Junho | Julho | Agosto |
|------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Oxigênio (mg/l) | 4,0 | 3,4 | 4,7 | 5,0 | 5,0 | 4,1 |
| DBO (mg/l) | 4,05 | 4,98 | 7,83 | 8,47 | 3,72 | 7,39 |
| % saturação | 61,94 | 54 | 70,36 | 67,56 | 77,4 | 63,92 |
| Temperatura (°C) | 32 | 33 | 29,5 | 29 | 35 | 29 |
| Salinidade (‰) | 26 | 29,4 | 25,4 | 7,84 | 26 | 28,7 |
| PH | 7,71 | 7,75 | 7,91 | 7,82 | 7,99 | 7,57 |

4.3 - Granulometria

O tamanho médio dos grãos alternou-se entre a fração areia média e fina, tanto no período seco como no período chuvoso. A fração areia grossa foi registrada apenas na primeira semana de janeiro. O período chuvoso teve duas ocorrências de areia muito fina (na última semana de junho e primeira de agosto) (Tabela I.2).

Observou-se com os resultados granulométricos, que o transporte dos grãos leva a uma caracterização do sedimento a pobremente selecionados em quase todas as semanas prospectadas com exceção das duas últimas de agosto. Estas foram classificadas como moderadamente selecionadas.

Quanto à assimetria toda a classificação foi bastante alternada. A curtose também mostrou uma grande alternância em sua classificação nos dois períodos estudados (Tabela I.2)

Os percentuais de cascalho mais altos foram registrados no período seco (16,21% primeira semana de janeiro e 21,83% na primeira semana de março). A fração areia teve o maior percentual no período seco (95,28% na segunda semana de janeiro) e o menor no período chuvoso (52,86% última semana de junho). O sedimento do período chuvoso foi bem marcado pelos percentuais mais altos de silte/argila, (46,41% na última semana de junho) (Tabela I.3).

4.4 - Matéria orgânica (sedimento)

Os percentuais de matéria orgânica apresentaram-se mais baixos nos meses secos, registrando-se 0,74 na primeira semana de janeiro. O mais alto foi encontrado na primeira semana de agosto, 8,09 (Tabela I.3).

Tabela I.2 – Parâmetros granulométricos segundo Folk & Ward (1957)

| SEMA- NAS | | Tamanho médio | Grau de seleção | Assimetria | Curtose |
|--------------|---------------|------------------|------------------|----------------------|---------------|
| Jan/I | valor | 0,3234 | 1,156 | 0,4012 | 0,7753 |
| | classificação | A. grossa | Pobrememente sel | muito positiva | Platicúrtica |
| Jan/II | valor | 1,704 | 1,132 | -0,03949 | 1,018 |
| | classificação | A. média | Pobrememente sel | Aproximad. simétrica | Mesocúrtica |
| Jan/III | valor | 2,073 | 1,506 | -0,1497 | 1,151 |
| | classificação | A. fina | Pobrememente sel | Negativa | Leptocúrtica |
| Jan/IV | valor | 1,927 | 1,434 | -0,1727 | 1,056 |
| | classificação | A. média | Pobrememente sel | Negativa | Mesocúrtica |
| Fev/V | valor | 1,962 | 1,449 | -0,2134 | 1,068 |
| | classificação | A. média | Pobrememente sel | Negativa | Mesocúrtica |
| Fev/VI | valor | 2,016 | 1,451 | -0,1632 | 1,198 |
| | classificação | A. fina | Pobrememente sel | Negativa | Leptocúrtica |
| Fev/VII | valor | 1,959 | 1,359 | -0,1127 | 1,049 |
| | classificação | A. média | Pobrememente sel | Negativa | Mesocúrtica |
| Fev/VIII | valor | 2,038 | 1,556 | -0,08669 | 1,112 |
| | classificação | A. fina | Pobrememente sel | Aproximad. simétrica | Leptocúrtica |
| Mar/IX | valor | 1,074 | 1,475 | 0,07272 | 0,5869 |
| | classificação | A. média | Pobrememente sel | Aproximad. simétrica | Muito Platic. |
| Mar/X | valor | 1,941 | 1,72 | 0,05401 | 0,9385 |
| | classificação | A. média | Pobrememente sel | Aproximad. simétrica | Mesocúrtica |
| Mar/XI | valor | 2,419 | 1,691 | -0,06959 | 0,9312 |
| | classificação | A. fina | Pobrememente sel | Aproximad. simétrica | Mesocúrtica |
| Mar/XII | valor | 2,408 | 1,637 | -0,1059 | 0,9626 |
| | classificação | A. fina | Pobrememente sel | Negativa | Mesocúrtica |
| Jun/XIII | valor | 2,454 | 1,743 | -0,00549 | 0,787 |
| | classificação | A. fina | Pobrememente sel | Aproximad. simétrica | Platicúrtica |
| Jun/XIV | valor | 2,502 | 1,759 | -0,03698 | 0,7285 |
| | classificação | A. fina | Pobrememente sel | Aproximad. simétrica | Platicúrtica |
| Jun/XV | valor | 2,35 | 1,798 | 0,02942 | 0,6679 |
| | classificação | A. fina | Pobrememente sel | Aproximad. simétrica | Muito Platic. |
| Jun/XVI | valor | 3,027 | 1,681 | -0,4385 | 0,6927 |
| | classificação | Muito fina | Pobrememente sel | Muito negativa | Platicúrtica |
| Jul/XVII | valor | 1,41 | 1,366 | 0,2335 | 1,391 |
| | classificação | A. média | Pobrememente sel | Positiva | Leptocúrtica |
| Jul/XVIII | valor | 1,524 | 1,15 | 0,07124 | 1,153 |
| | classificação | A. média | Pobrememente sel | Aproximad. simétrica | Leptocúrtica |
| Jul/XIX | valor | 2,307 | 1,563 | 0,03312 | 0,9364 |
| | classificação | A. fina | Pobrememente sel | Aproximad. simétrica | Mesocúrtica |
| Jul/XX | valor | 2,374 | 1,618 | -0,00534 | 0,9577 |
| | classificação | A. fina | Pobrememente sel | Aproximad. simétrica | Mesocúrtica |
| Ag/XXI | valor | 3,086 | 1,597 | -0,3575 | 0,7115 |
| | classificação | Muito fina | Pobrememente sel | Muito negativa | Platicúrtica |
| Ag/XXII | valor | 2,196 | 1,763 | 0,03722 | 0,9721 |
| | classificação | A. fina | Pobrememente sel | Aproximad. simétrica | Mesocúrtica |
| Ag/XXIII | valor | 1,188 | 0,8479 | 0,02809 | 1,024 |
| | classificação | A. média | Moderadam. sel. | Aproximad. simétrica | Mesocúrtica |
| Ag/XXIV | valor | 1,09 | 0,9674 | -0,03591 | 1,133 |
| | classificação | A. média | Moderadam. sel. | Aproximad. simétrica | Leptocúrtica |

Tabela I.3 – Percentuais sedimentológicos retido nas peneiras geológicas e percentuais de matéria orgânica das amostras semanais.

| SEMANAS | %Cascalho | % Areia | %Silte/Argila | Matéria Orgânica |
|------------------|------------------|----------------|----------------------|-------------------------|
| Jan/I | 16,21 | 82,34 | 1,452 | 0,74 |
| Jan/II | 1,53 | 95,28 | 3,19 | 1,27 |
| Jan/III | 8,34 | 83,44 | 8,22 | 2,52 |
| Jan/IV | 6,599 | 88,71 | 4,69 | 1,55 |
| Fev/V | 6,32 | 88,65 | 5,03 | 4,79 |
| Fev/VI | 4,73 | 89,18 | 6,09 | 2,89 |
| Fev/VII | 3,1 | 91,53 | 5,37 | 2,63 |
| Fev/VIII | 4,68 | 87,18 | 8,14 | 3,11 |
| Mar/IX | 21,83 | 74,4 | 3,77 | 1,64 |
| Mar/X | 7,34 | 78,71 | 13,95 | 4,69 |
| Mar/XI | 3,781 | 77 | 19,22 | 4,39 |
| Mar/XII | 3,8 | 79,59 | 16,61 | 2,7 |
| Jun/XIII | 3,89 | 71,21 | 24,9 | 3,37 |
| Jun/XIV | 2,62 | 68,7 | 28,68 | 5,53 |
| Jun/XV | 2,46 | 70,75 | 26,79 | 4,43 |
| Jun/XVI | 0,73 | 52,86 | 46,41 | 5,9 |
| Jul/XVII | 2,41 | 88,93 | 8,66 | 3,19 |
| Jul/XVIII | 2,5 | 92,89 | 4,61 | 0,91 |
| Jul/XIX | 3,15 | 81,16 | 15,69 | 2,2 |
| Jul/XX | 3,55 | 79,12 | 17,33 | 2,99 |
| Ag/XXI | 1,661 | 53,75 | 44,59 | 8,09 |
| Ag/XXII | 5,77 | 76,41 | 17,82 | 2,9 |
| Ag/XXIII | 1,204 | 95,04 | 3,751 | 0,89 |
| Ag/XXIV | 3,16 | 94,03 | 2,81 | 0,7 |

4.5 Estrutura da comunidade

A meiofauna caracterizou-se igualmente nos dois períodos estudados, sendo composta por 10 táxons: Turbellaria, Gastrotricha, Nematoda, Rotifera, Tardigrada, Polychaeta, Oligochaeta, Acari, Ostracoda e Copepoda Harpacticoida.

A maior densidade média mensal meiofaunística ocorreu em março (3126,5 ind. 10 cm⁻²) deste, 90% é composto por Nematoda, e a menor em agosto (1291,15 ind. 10 cm⁻²) com 97% de Nematoda (Tabela I.4) .

Semanalmente a maior densidade observada foi na última semana de junho (4785,2 ind. 10 cm⁻²) com 84 % de Nematoda. A menor ocorreu na primeira semana de janeiro (453, 25 ind. 10 cm⁻²) com 63 % de Nematoda. As semanas destacadas acima apresentam características pluviométricas distintas considerando-se o cumulativo das precipitações no correspondente mês (Figura I.5 e I.6).

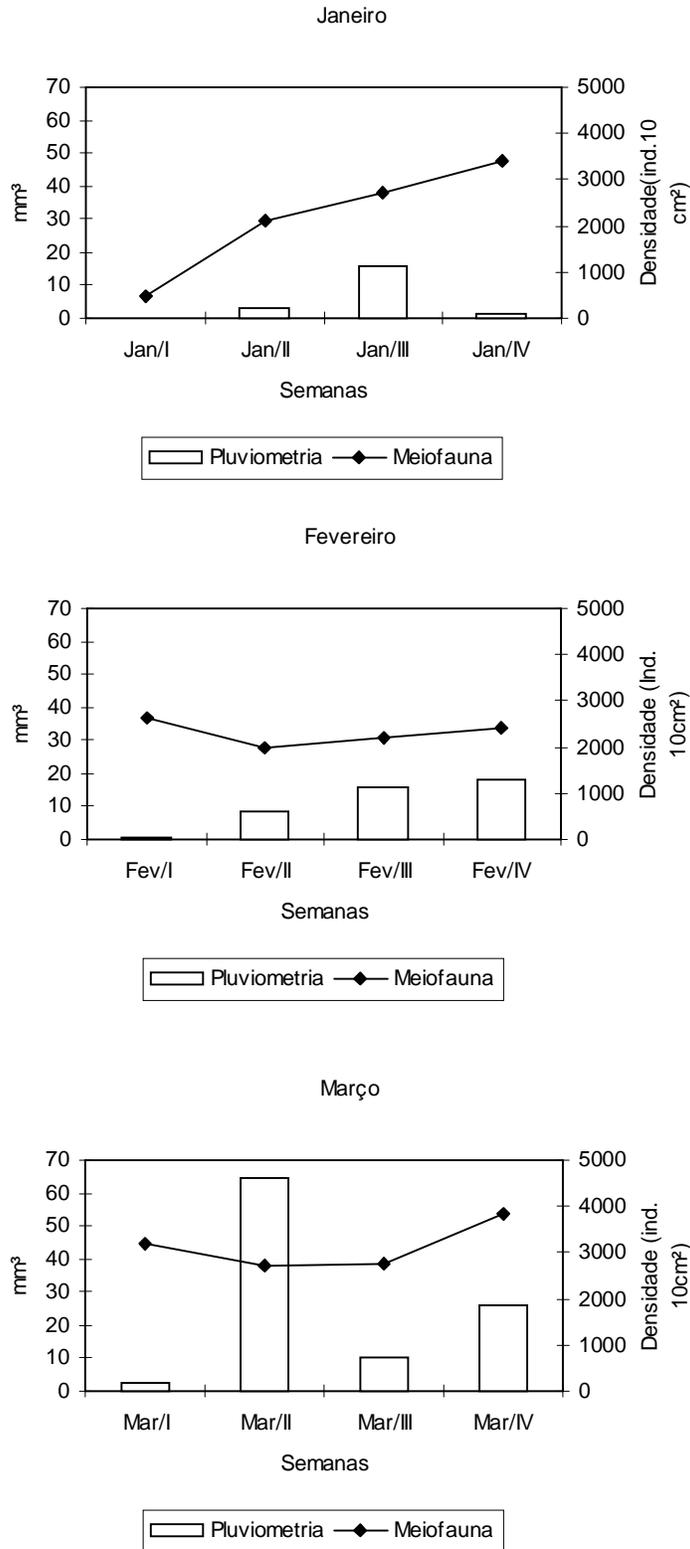


Figura I.5 – Dados pluviométrico no período seco em 1999 (somatório dos cinco dias que antecedem a coleta) e densidade média semanal dos organismos meiofaunísticos prospectados na bacia do Pina-PE.

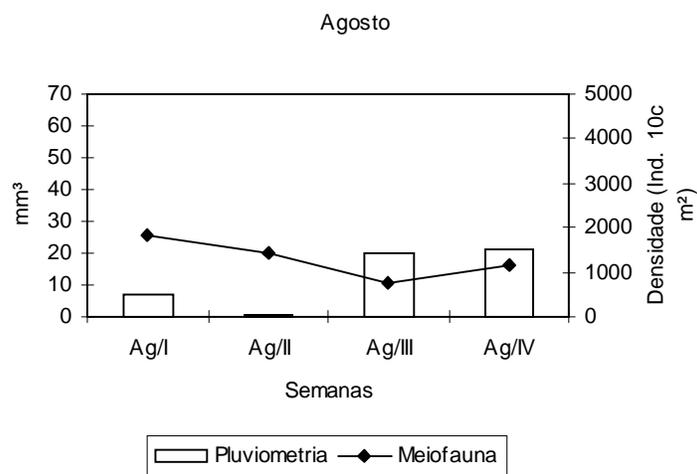
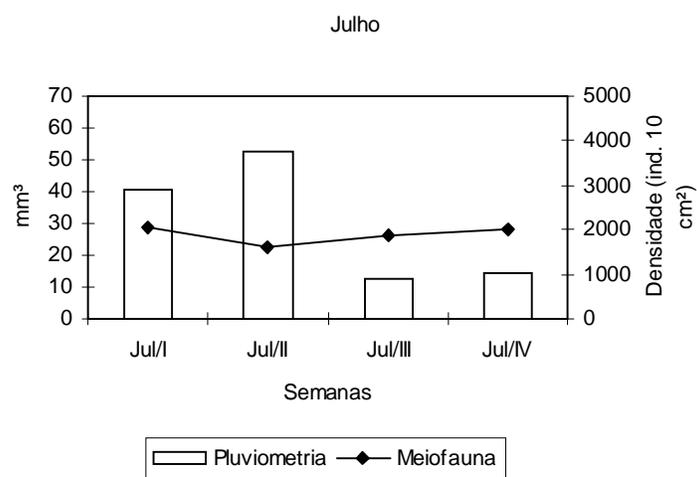
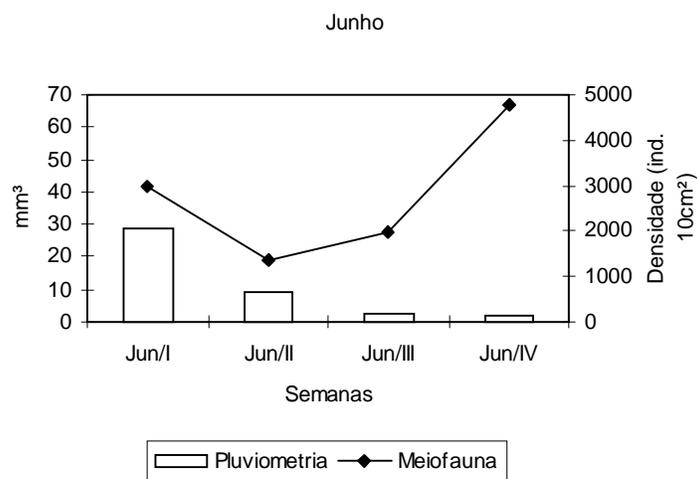


Figura I.6 – Dados pluviométrico no período chuvoso em 1999 (somatório dos cinco dias que antecede a coleta) e densidade média semanal dos organismos meiofaunísticos prospectados na bacia do Pina-PE.

Tabela I.4 – Densidade média mensal e semanal da meiofauna (ind. 10 cm⁻²) da Bacia do Pina-PE em 1999.

| MESES/SEMANAS | | | MEIOFAUNA SEMANAL/ DESVIO PADRÃO | | MEIOFAU- NA MENSAL | NEMATO- DA SEMANTAL | NEMATO- DA MENSAL | % Nematoda |
|---------------|-----------|-----|-------------------------------------|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|------------|
| SECO | Janeiro | I | 453.25 | 10.1 | 2166.4 | 283.9 | 2068.7 | 95 |
| | | II | 2096.6 | 458.9 | | 2053.8 | | |
| | | III | 2720.9 | 1587 | | 2674.0 | | |
| | | IV | 3395 | 968.6 | | 3263.4 | | |
| | Fevereiro | I | 2640.4 | 1384.4 | 2262.5 | 2612.4 | 2229.5 | 98 |
| | | II | 2000.8 | 368.8 | | 1919.4 | | |
| | | III | 2007.4 | 1362.5 | | 2135 | | |
| | | IV | 2402.4 | 789.1 | | 2251.2 | | |
| | Março | I | 3193.4 | 1651.5 | 3126.5 | 2888.2 | 2818.2 | 90 |
| | | II | 2727.2 | 1022.5 | | 2647.4 | | |
| | | III | 2741.2 | 310.8 | | 2499 | | |
| | | IV | 3844.4 | 2731.3 | | 3238.2 | | |
| CHU- VOSO | Junho | I | 2998.8 | 1769.2 | 2776.5 | 2895.2 | 2519.9 | 91 |
| | | II | 1360.8 | 570.3 | | 1318.8 | | |
| | | III | 1961.4 | 1351 | | 1864.8 | | |
| | | IV | 4785.2 | 1135.7 | | 4000.9 | | |
| | Julho | I | 2039.8 | 834.3 | 1879.1 | 2003.4 | 1839.2 | 98 |
| | | II | 1593.2 | 910.1 | | 1589 | | |
| | | III | 1877.2 | 857.6 | | 1817 | | |
| | | IV | 2006.2 | 675.1 | | 1947.4 | | |
| | Agosto | I | 1818.6 | 1369.6 | 1291.15 | 1815.8 | 1253.35 | 97 |
| | | II | 1412.6 | 637 | | 1404.2 | | |
| | | III | 754.6 | 203.2 | | 716.8 | | |
| | | IV | 1178.8 | 368.4 | | 1076.6 | | |

Quanto à frequência de ocorrência, o período seco deteve mais grupos constantes, muito frequentes e comuns que o período chuvoso, para o qual, a maioria foi classificada como raros (Figura I.7).

Dentro de um mesmo período, a composição da meiofauna varia semanalmente. No período seco foi em média, formada por 6 grupos e no período chuvoso registrou-se semana no mês de junho com apenas 3 grupos (Copepoda, Nematoda e Polychaeta) e, em agosto, com 2 (Nematoda e Polychaeta).

Em termos de abundância relativa os Nematoda foi dominantes em todo o período estudado, sendo os demais grupos classificados como raros (Figura I.8).

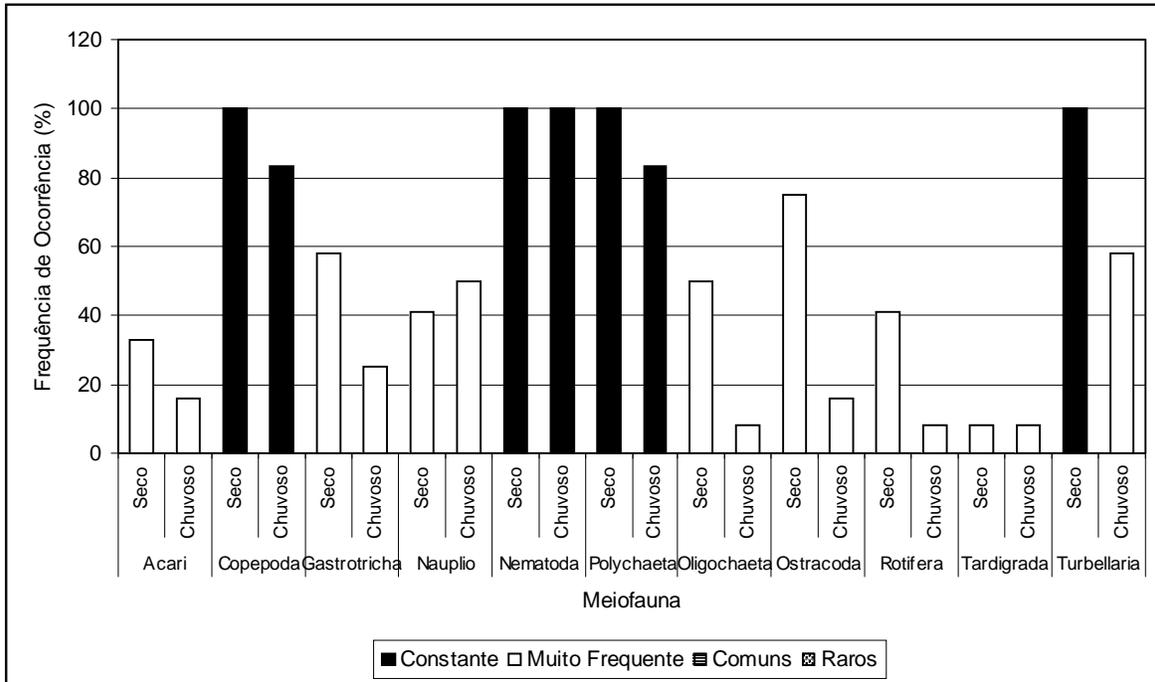


Figura I.7 – Frequência de ocorrência da meiofauna no período seco e chuvoso da Bacia do Pina-PE em 1999.

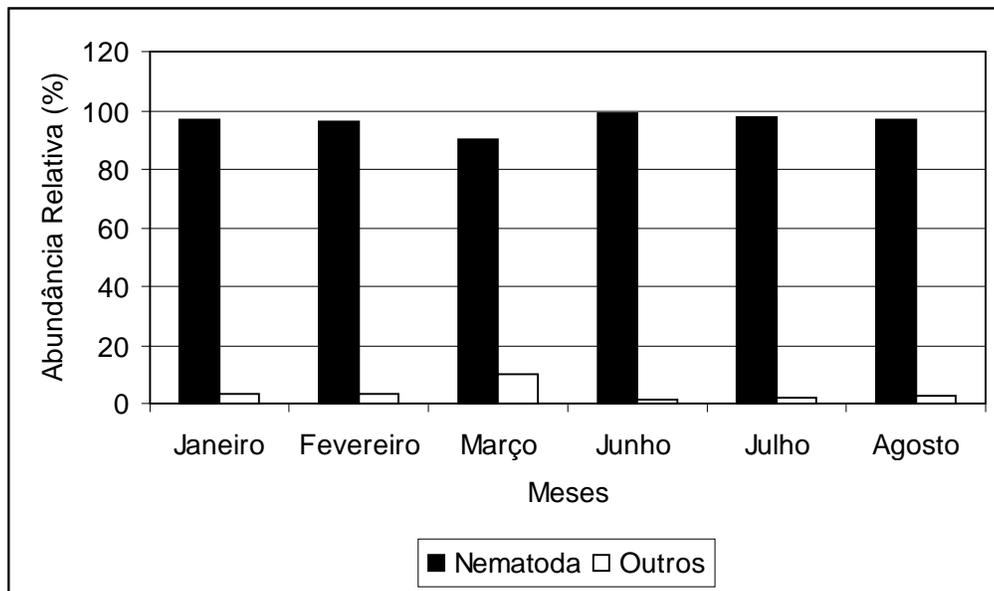


Figura I.8 – Abundância relativa da meiofauna na Bacia do Pina, PE em 1999, (outros= Acari, Copepoda, Gastrotricha, Nauplii, Oligochaeta, Ostracoda, Polychaeta, Rotifera, Tardigrada e Turbellaria).

4.6 Resultados estatísticos.

A ANOSIM quando comparou os períodos seco e chuvoso usando a média das densidades meiofaunística das semanas dentro de cada período, mostrou que não há diferença estatística significativa entre períodos (Global R: 0,148; nível de significância: 20%). Usando o fator meses (média das densidades meiofaunística das semanas dentro dos meses) observa-se que existe diferença estatística significativa entre os meses (Global R: 0,287; nível de significância: 0,2 %).

A ordenação não-métrica (MDS) mostra uma separação quase que total das semanas do período seco das semanas do período chuvoso (Figura I.9).

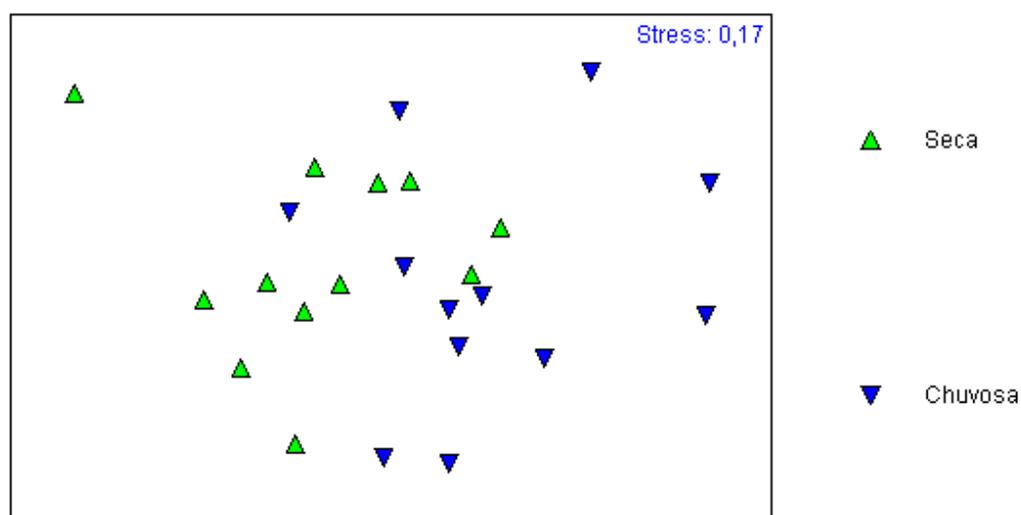


Figura I.9 – MDS (ordenação não-métrica) da meiofauna semanal, evidenciando os períodos seco e chuvoso.

O fator abiótico semanal que melhor explicou isoladamente o padrão biológico através do BIO-ENV foi a matéria orgânica com um índice de correlação de 0,286, o mais representativo. A segunda maior correlação resultou da combinação de matéria orgânica e seleção com um índice de correlação de 0,260, e a terceira foi média e seleção (0,256).

Mensalmente o melhor resultado foi obtido para a combinação assimetria, seleção, cascalho e Oxigênio dissolvido (0,396), o segundo para a combinação seleção, cascalho e Oxigênio (0,391), o terceiro resultado foi a combinação de matéria orgânica, média e cascalho (0,385).

I.5 – DISCUSSÃO

Em termos quali-quantitativos a meiofauna da bacia do Pina não foge aos padrões de outros estuários pernambucanos, se desconsiderarmos os resultados semana a semana. Castro (1998) encontrou 12 táxons com densidade média de 2965,5 ind.10 cm⁻² no estuário da restinga do Paiva, ao sul do Estado. Silva (1997) registrou densidade máxima de 697 ind.10 cm⁻² no estuário do rio Jaboatão, também no litoral sul. Para o complexo do canal de Santa Cruz, Da Rocha (1991) registrou valor médio de 3716 ind.10 cm⁻² para os 12 táxons determinados. Almeida (1996), na região de Itapissuma, verificou que para 12 táxons encontrados, a densidade máxima foi de 2917 ind.10 cm⁻² em uma estação infralitorânea. Porém, a forte carga poluidora das mais diversas origens (orgânicas, inorgânicas) que desemboca na Bacia do Pina é bastante alta quando comparada com outros estuários do Estado de Pernambuco. Existe uma grande influência limnética no estuário do rio Capibaribe, que se faz sentir fortemente durante o período chuvoso e marés de quadratura, enquanto que nos outros estuários estudados a influência marinha é bem mais acentuada (Silva, 1994).

O balanço hidroquímico no ponto prospectado da Bacia do Pina, quanto à DBO, o OD associados à salinidade e temperatura, indica que o ambiente é afetado por poluição apresentando uma água deficitária. Os valores de salinidade e de temperatura, porém, encontram-se dentro dos padrões que são apresentados em outros estuários do litoral de Pernambuco (Lira, 1979; Castro, 1998).

A resolução do CONAMA n^o 020, de 18 de junho de 1986 classifica as águas salobras com as condições limites para: a recreação de contato primário; a proteção das comunidades aquáticas; a criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana. Quando a DBO encontra-se acima de 5 mg/l e o OD não inferior a 5 mg/l essas águas são consideradas impróprias. Os nossos resultados apontam os meses de março, junho e agosto com as maiores taxas de DBO, ou seja fora dos padrões limites do CONAMA. Com relação ao Oxigênio dissolvido, todos os meses apresentam taxas igual ou abaixo de 5 mg/l. Este ambiente já foi constatado com altos índices de poluição orgânica por Feitosa (1988), Travassos (1991) e Nascimento (2001). Coelho & Torres (1982) *apud* Silva (1994), calcularam a existência de 25.044 ha. de áreas estuarinas para o Estado de Pernambuco. Entretanto, concluem os autores que a grande maioria destas áreas

está, cada vez mais, sujeita à ação de agentes poluidores provenientes de fontes diversas, que associada aos constantes aterros para exploração imobiliária, turística e industrial, tem resultado na distribuição de vida e na baixa qualidade da água, afetando nocivamente as populações que vivem na sua dependência. Dentre estas áreas, destaca-se como uma das mais impactadas a do estuário do rio Capibaribe, que vem sendo agredida e degradada impiedosamente já por muitas décadas. Ao longo dos anos o estuário do rio Capibaribe vem sendo abordado por alguns autores na observação dos impactos ambientais causado pela carga poluidora e outras ações antrópicas impactantes (Ottmann, 1959; Coutinho, 1961; Ottmann & Coutinho (1963), Mabesoone & Coutinho, 1970; Luz, 1980; Feitosa, 1988; Macedo & Koenig, 1987; Paranaguá *et al.*, 1990; Feitosa & Passavante, 1990, 1991; Paranaguá, 1991; Travassos, 1991; Sant Anna, 1993; Silva, 1994; Araújo & Pires, 1998; Nascimento *et al.*, 1999; Nascimento, 2001). Quanto à meiofauna, nenhum trabalho temporal até o momento foi realizado para determinar a estrutura desta comunidade no referido estuário, apesar destes organismos desempenharem um papel de extrema importância na teia trófica bentônica e na reciclagem da matéria orgânica.

As densidades médias mensais da meiofauna são maiores também nos meses de março e junho, quando as características bioquímicas (percentual de saturação, DBO, OD, salinidade, teor de matéria orgânica) foram quase extremas, senão extremas. A grande incidência de chuvas neste período provavelmente influenciou um maior aporte orgânico carregado pelos rios que desembocam nesta bacia, elevando a DBO e modificando a estrutura sedimentar. Em ambientes de praias foi observada a redução das densidades meiofaunísticas no período chuvoso de norte a sul do litoral de Pernambuco (Bezerra, 1994; Souza, 1997; Silva, 1997; Castro, 1998) com exceção de Ribeiro (1999). Alongi (1990), relata um drástico declínio na abundância da meiofauna após chuvas de inverno e que os efeitos dessas flutuações são maiores nos centímetros superiores. De fato, o aumento da hidrodinâmica em ambientes praias no período chuvoso é um fator determinante na concentração dos organismos na camada superficial sedimentar ou em um conseqüente afundamento da fauna (Fleeger e Decho, 1987), porém, em estuários onde o processo físico é mais estável, predominando o extremo químico (Giere, 1993), o aumento da oferta alimentar e a redução no tamanho dos grãos propiciam uma melhor condição de estabilidade para estes organismos. Sedimentos finos tendem a acumular maior quantidade

de matéria orgânica do que sedimentos grosseiros (Little, 2000). Os resultados estatísticos obtidos através do Bioenv mostraram uma melhor relação da meiofauna com a matéria orgânica, fator relacionado com a disponibilidade de alimento. O selecionamento dos grãos também aponta, através do Bioenv, por sua vez, que a heterogeneidade dos sedimentos, determina diretamente a qualidade de habitat para colonização da meiofauna. Rosa-Filho (2001) descreve a importância da heterogeneidade dos sedimentos, que determina diretamente a quantidade de habitats para a macrofauna bentônica em um estuário da região sul do Brasil. Os parâmetros granulométricos contribuem fortemente para quali-quantificar a meiofauna, uma vez que a sua composição potencializa maior ou menor quantidade de água retida, oxigênio, matéria orgânica e outros fatores indispensáveis a esses organismos. A exemplo, Fonsêca-Genevois (1987) ressaltou a importância da natureza química das argilas na distribuição intermareal da meiofauna estuarina. Em estuários geralmente com substrato composto por sedimentos silte-argilosos a meiofauna concentra-se nos primeiros centímetros (Tietjen, 1969; Boucher, 1979; Warwick, 1971; Heip *et al.* 1985; Vanhove, 1993) estando, desta forma, submetida à ação da dinâmica das águas.

A relação meiofaunística com o tamanho dos grãos e matéria orgânica é bem evidente. A menor densidade (453,25 ind. 10 cm²) encontrada na primeira semana de janeiro ocorreu quando a fração areia estatisticamente foi classificada como grossa e retendo baixo índice de matéria orgânica. Ao contrário, na última semana de junho observou-se a ocorrência da maior densidade da fauna (4.000,9 ind. 10 cm²) juntamente com um grande percentual de silte/argila e relativo teor de matéria orgânica. No estudo espacial da Bacia do Pina, efetuado para caracterizar a área aqui prospectada (Rodrigues, 2002), observou-se que no ponto onde ocorreu o maior percentual de finos houve a maior densidade da meiofauna para 8 grupos componentes. Neste local foi também registrado valor intermediário da matéria orgânica. Já em agosto, o engrossamento dos grãos foi evidente e, apesar de ter sido registrado o maior percentual de matéria orgânica, a meiofauna parece não ter sido beneficiada. Nascimento (2001), analisando os parâmetros abióticos da bacia, constatou a ausência de oxigênio dissolvido e DBO na baixa-mar, próxima ao fundo, em agosto. Smol *et al.* (1994) estudando o estuário de Oosterschelde (Holanda), verificaram que a concentração da meiofauna nos 5 primeiros centímetros do sedimento aumenta com incremento de partículas finas, à semelhança do que ocorreu no

ponto prospectado da bacia. Ansari & Parulekar (1998) para um estuário tropical na costa da Índia observaram que 50% do total dos organismos meiofaunísticos em sedimentos finos foram determinados nos dois primeiros centímetros. O engrossamento dos grãos, no mês de agosto, sugere que a fauna, geralmente concentrada na superfície da colcha sedimentar tenha sido lixiviada por força do aumento, pelas chuvas, do caudal estuarino.

Apesar do ano em estudo ter sofrido aparentemente forte influência face ao fenômeno El Niño, reduzindo em 50% as chuvas em relação à média histórica, Nascimento *et al.* (1999) presenciaram, mesmo assim, uma variação sazonal nos parâmetros ambientais. Em julho/agosto foi registrado um elevado índice pluviométrico, provavelmente aumentando a carga orgânica poluidora e a ocorrência de grandes marés alterando o balanço hidrológico e sedimentológico. Desta forma, atribuído ao hidrodinamismo o efeito negativo sobre a densidade da meiofauna, muito embora estatisticamente não houve uma diferença significativa entre as médias de densidade dos períodos seco e chuvoso. González (1981) relatam que as características hidrológicas em zonas estuarinas dependem fundamentalmente das condições climáticas e Emery & Stevenson (1957) destacam que a maré constitui o fator ecológico mais importante nos ecossistemas estuarinos. Já Ottmann (1959) comentava que os corpos estuarinos sofriam modificações nas características físicas e químicas de suas águas em função da penetração da maré. A maioria dos estudos sobre a distribuição espacial da meiofauna estuarina resulta em um aumento de densidade via mar. O ponto prospectado aproxima-se da barra de entrada do Porto do Recife e desta forma, é possível que os valores aqui detectados não sejam os mais elevados do corpo estuarino. Vale ressaltar que em época de maior pluviosidade a salinidade atinge 7,88‰.

Os Nematoda dominaram a meiofauna em uma variação de 90 a 98 % na bacia do Pina. A relação de sedimentos finos com maior incidência de Nematoda é conhecida na literatura (Boaden, 1963; McIntyre, 1971; Bodin & Boucher, 1983; Heip *et al.*, 1985; Coull, 1988; Giere, 1993). Steyaert *et al.*, (1999) na costa da Bélgica, e Hodda (1990) na costa australiana, relataram a influência da granulometria do sedimento na estrutura da comunidade de Nematoda. Witte & Zijlstra (1984) mostraram que em uma planície de maré da costa holandesa a abundância relativa foi superior a 80 %. Em ambientes estuarinos do Brasil, como o canal de Santa Cruz, Esteves (1995) e Almeida (1996) determinaram os Nematoda como grupo dominante da comunidade meiofaunística.

Esteves (2002) em uma planície de maré do Rio de Janeiro verificou que os Nematoda dominavam a comunidade em 66 % do total da meiofauna coletada. Para algumas praias arenosas do litoral brasileiro esta relação não se verifica, como são os casos do Istmo de Olinda (Bezerra *et al.*, 1997) e da baía de Tamandaré (Souza, 1997), situados respectivamente na região central e sul de Pernambuco, e para Ilha de Anchieta no litoral paulista (Medeiros, 1989). A grande dominância de um grupo (Nematoda) em detrimento de outro é provavelmente devido à resistência destes organismos à forte poluição do local. Warwick e Clarke (1995) alegam que aumentando o nível de estresse do ambiente a competição entre os Nematoda relaxa e índices de diversidade aumentam, porém, quando a perturbação é muito forte as espécies começam a ser eliminadas e a diversidade cai. É importante destacar que o monitoramento semanal deste trabalho, de caráter inédito para o Brasil, eleva a sua importância para se obter respostas de como se processa a estrutura da comunidade meiofaunística em um estuário tropical.

I. 6 CONCLUSÕES

A meiofauna prospectada na bacia do Pina apresentou-se comparável a outros estuários do litoral de Pernambuco em termos de táxons e de suas densidades, porém observou-se nos resultados semanais, grandes reduções quali-quantitativas. Esta redução deveu-se, por um lado, ao rigor dos parâmetros hidro-químicos e hidrodinâmicos que caracterizam o ponto prospectado, variando dentro de um espectro poluído a semi-poluído. Destaca-se, assim, a sensibilidade de alguns de seus grupos à poluição, haja vista a dos Copepoda Harpacticoida que chegam a desaparecer da comunidade em períodos pontuais do ano. Por outro lado, a exuberante dominância dos Nematoda, maior que em qualquer outro ambiente estuarino desse litoral, revela-se atrelada ao alto teor de matéria orgânica contido nos sedimentos finos, também dominantes ao longo do ano. Certamente, por integrarem a base da cadeia detrito-bactéria os Nematoda apresentam maior possibilidade de repartir os recursos. Para melhor entendimento deste fenômeno, a ecologia trófica deste grupo será referenciada no capítulo dois deste trabalho.

Ao nível temporal, quando comparadas as densidades médias da comunidade dos meses chuvosos com aquelas dos meses secos não existe diferença estatística significativa, apontando uma tendência de estabilidade na estrutura da comunidade. O efeito temporal revela-se contundente quando comparadas as densidades mês a mês, ou ainda mais, quando comparadas as densidades semanais. Nestas, o teor de matéria orgânica e selecionamento dos grãos parecem reger o padrão biológico encontrado, a exemplo da primeira semana de janeiro, pico da estação seca, quando a análise granulométrica classificou uma única vez o sedimento como areia grossa, constatando um baixo percentual de matéria orgânica, menores densidades meiofaunísticas e menor dominância dos Nematoda sobre os demais grupos. O estreitamento do esforço amostral de intraestacional para mensal e deste para semanal destaca-se efetivo para a melhor compreensão do efeito de um ambiente transicional urbano na estrutura da comunidade.

CAPÍTULO II

VARIAÇÃO TEMPORAL DA NEMATOFAUNA

II.1 – INTRODUÇÃO

Segundo Ruppert & Barnes (1996), os Nematoda pertencem ao grupo dos Aschelminthes. A maioria dos organismos de vida livre deste grupo é de animais vermiformes pequenos, variando de um tamanho microscópico até cerca 1 cm de comprimento. Os Nematoda, chamados vermes redondos formam o maior filo de Aschelminthes. Existem muitas espécies parasitas, mas, os de vida livre são encontrados no mar, na água doce e no solo. Eles são encontrados desde as regiões polares até os trópicos, em todos os tipos de ambientes, incluindo os desertos, as altas elevações montanhosas e as grandes profundidades oceânicas. Os Nematoda de vida livre são animais bentônicos e vivem nos espaços intersticiais de tufos de algas e, especialmente, em sedimentos de ambientes aquáticos.

Os Nematoda, de acordo com os caracteres morfológicos relacionados com o hábito alimentar, ocupam diferentes posições na cadeia trófica do bentos (Heip *et al.*, 1985). Muitas espécies alimentam-se de bactérias, microalgas, detritos e possivelmente matéria orgânica, além de um grande número ter hábito predador, ingerindo outros Nematoda, Oligochaeta, Polychaeta e outros organismos meiofaunísticos (Platt & Warwick, 1983; Heip *et al.*, 1985; Medeiros, 1989, 1998).

Wieser (1953) propôs um esquema de tipagem trófica a partir dos modelos nutricionais estabelecidos pela forma da cápsula bucal e da dentição. Quatro tipos foram apontados: grupo 1 A = cavidade bucal reduzida ou ausente, para aqueles que se alimentam seletivamente de partículas, tais como bactérias, detritos e microalgas; grupo 1 B = cavidade bucal ampla e sem dentição, para aqueles que se alimentam de depósitos de forma não seletiva; grupo 2 A = cavidade bucal provida de dentes pequenos sugerindo herbivoria e grupo 2 B = cavidade bucal ampla com fortes dentes e ou mandíbulas móveis e glândulas habilitando à predação, por dilaceração ou não, de suas presas. Podem ser onívoros. Atualmente, apesar de críticas ou pequenas modificações, esta classificação é utilizada pela maioria dos nematologistas no mundo.

Um ambiente estuarino apresenta características físico-químicas e biológicas bastante peculiares, impondo muitas vezes, condições extremas à sobrevivência da biota. Quando um estuário recebe uma carga poluidora muito alta, como é o caso da bacia do

Pina, aumenta o estresse ambiental, favorecendo as espécies mais aptas, nesta situação, segundo Giere (1993), os Copepoda são mais sensíveis e tendem a desaparecer primeiro que os Nematoda. O sucesso ecológico das comunidades de Nematoda está no grande número de espécies presentes em qualquer que seja o habitat (Vincx, 1990). Bouwman (1983) aponta razões para explicar o sucesso adaptativo e a dominância dos Nematoda, como a tolerância do grupo, como táxon, à uma variedade de estresse ambiental (diversidade de espécies). Haedrich (1975) relaciona diversidade de espécie com qualidade ambiental. Heip & Decraemer (1974) afirmaram que a diversidade é um dos importantes parâmetros usados na descrição de uma comunidade. Bezerra (2001) comenta que em geral não se pode usar a diversidade como um indicativo para as perturbações ambientais, mas sabe-se que, quando existe um acompanhamento temporal, uma perturbação mínima pode causar queda na diversidade devido à competição entre as espécies. Warwick & Clarke (1995) alegam que, aumentado o nível de estresse do ambiente, a competição relaxa e índices de diversidade aumentam, porém, quando a perturbação é muito forte as espécies começam a ser eliminadas e a diversidade cai. O tamanho da população de Nematoda pode mudar na presença de sedimento contaminado (Peterson *et al.*, 1996), podendo aumentar, embora a diversidade possa decrescer (Bouwman *et al.*, 1984). A abundância e a estrutura da comunidade de Nematoda é também sensível ao tamanho dos grãos do sedimento (Van Damme *et al.* 1980; Li & Vincx, 1993).

Sob condições de estresse ambiental, seja através de perturbações naturais ou artificiais, os Nematoda são capazes de colonizar os sedimentos e tendem a se localizar nos primeiros centímetros (Palmer, 1988). Em praias, como resposta às correntes de maior velocidade, tendem a se enterrar (Fegley, 1987). A esse respeito, comenta Palmer (1984) que o deslocamento vertical aparece como um comportamento para evitar o risco de serem carreados pela erosão. Em estuários, onde geralmente há ocorrência de sedimentos arenolamosos, senão lamosos e grande quantidade de matéria orgânica, os Nematoda habitam os primeiros centímetros da camada sedimentar, pois a camada oxi-redutora do sedimento é bastante superficial. Sua importância neste ambiente, está ligada sobretudo à facilidade de biomineralização da matéria orgânica, à sensibilidade aos *inputs* antropogênicos e ao grande papel na teia trófica bentônica (Coull, 1999).

Platt & Warwick (1980) descrevem os principais pontos para justificar o uso de Nematoda para detectar perturbações ambientais: estratégia de reprodução conservativa fazendo populações estáveis, então alguma mudança pode ser mais facilmente registrada para a poluição; o curto tempo de geração os habilita para rápida resposta; fácil para coletar, necessitando de pequenas amostras. Coull & Chandler (1992) ressaltam a sua riqueza de espécies e a sua abundância como ferramentas úteis para o biomonitoramento. Outros estudos relatam os efeitos da hipoxia e da anoxia em comunidades da meiofauna, estes concentram-se nas alterações de abundância das comunidades de Copepoda Harpacticoida e Nematoda (Coull & Chandler, *op. cit.*).

Segundo Heip *et al.* (1982), há uma clara relação entre salinidade e a comunidade de Nematoda em biótopos de águas salobras como estuários, lagoas costeiras e pântanos salgados, que se reflete na composição de espécies, densidade, biomassa e diversidade. Warwick & Price (1979), no estuário de Lyner; Skoolmun & Gerlach (1971), no estuário de Weser, na Alemanha, identificaram um nítido padrão sazonal na estrutura nematofaunística em regiões temperadas, porém, trabalhos em estuários tropicais ainda são escassos.

O presente capítulo baseia-se na hipótese de que a estrutura da nematofauna está condicionada à variação da matéria orgânica e de que a abordagem semanal de prospecção, avalia com maior propriedade esta variação.

II.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar as variações temporais quali-quantitativas da nematofauna em regime semanal, mensal e entre as estações seca e chuvosa.
- Correlacionar a nematofauna com os parâmetros abióticos estudados.
- Descrever a composição trófica temporal da comunidade.
- Identificar o gênero dominante em ambos os períodos estacionais;
- Identificar um gênero indicador das condições ambientais.

II.3 - MATERIAL E MÉTODOS

A descrição da área prospectada no presente estudo, assim como a metodologia de campo e parte da metodologia laboratorial empregada para as análises dos parâmetros bióticos e abióticos estão descritas nas partes iniciais desse trabalho.

3.1 Identificação dos Nematoda

A diafanização de estruturas corporais dos nematódeos e o processo de montagem das lâminas permanentes seguiram o método de Platt *et al.* (1988), modificado pelo laboratório de Nematologia da Universidade de Gent na Bélgica, o qual consiste na preparação de três soluções contendo:

| SOLUÇÃO | SUBSTÂNCIA | PERCENTUAL |
|---------|------------------|------------|
| 1 | Formaldeído a 4% | 99% |
| | Glicerina | 1% |
| 2 | Etanol | 95% |

| | | |
|---|-----------|-----|
| | Glicerina | 5% |
| 3 | Etanol | 50% |
| | Glicerina | 50% |

Inicialmente foram retirados aleatoriamente cinquenta Nematoda de cada amostra, e colocados em cadinho contendo a solução 1, em seguida foram transferidos para um dessecador por vinte e quatro horas à temperatura ambiente, para evaporar o formol presente no animal. Posteriormente, foi introduzida a solução 2, a cada duas horas até que a glicerina visivelmente domine toda a solução. No final desse processo, os animais foram colocados na solução 3.

Para montagem de lâminas permanentes, cinco animais foram colocados em uma gota de glicerina centralizada por um círculo de parafina. Sobre o círculo, uma lamínula foi posicionada, sendo levadas ao aquecimento para fixação. As lâminas foram levadas ao microscópio óptico para a identificação dos animais ao nível de gênero, utilizando-se as chaves pictoriais propostas por Platt & Warwick (1983) e atualizadas por Warwick *et al.* (1998).

3.2 ANÁLISE DE DADOS

◆ Frequência de ocorrência (%)

A frequência de ocorrência das famílias e gêneros de Nematoda foi calculada através da fórmula:

$$Fo = D.100 / d$$

onde: Fo =: Frequência de ocorrência;

D = número de amostras em que a família/gênero foi encontrado

d = número total de amostras

Calculada a frequência de ocorrência, adotou-se os intervalos aplicados por Bodin (1977), que consiste de: 1- constantes (acima de 75%); 2- muito frequentes (50 a 75%); 3- comuns (25 a 49%) e 4- grupos raros (abaixo de 25%).

◆ Abundância relativa (%)

A abundância relativa foi calculada pela seguinte fórmula:

$$Ar = N \cdot 100 / Na$$

onde: Ar = abundância relativa

N = número de família/gênero na amostra

Na = número total de família/gênero.

De acordo com os percentuais obtidos para cada amostra as famílias/gêneros foram classificados como dominante acima de 50%.

A densidade de cada gênero foi transformada por raiz quarta para realização de análise de similaridade (ANOSIM) para comparações entre as semanas, meses e estações, utilizando-se o índice de similaridade de Bray-Curtis e o programa estatístico PRIMER (Clarke & Warwick 1994).

Para identificar a correlação entre as variáveis ambientais e a estrutura das comunidades da Nematofauna aplicou-se a análise BIO-ENV(PRIMER) (Clarke & Warwick, *op. cit.*) para averiguar quais foram os fatores abióticos que melhor explicaram o padrão biológico. Anteriormente à realização desta análise, os dados abióticos e bióticos foram transformados por $\log(x+1)$ e raiz quarta, respectivamente para uniformização dos dados.

Com os dados de densidade dos gêneros de Nematoda foi realizada a análise DIVERSE utilizando-se o programa PRIMER[®] versão 5.2.4, a qual permitiu o cálculo do índice de diversidade de Shannon (H') e a equitatividade (J' de Pielou). Para auxiliar na compreensão dos dados de diversidade e equitabilidade foram plotados no programa Excel

gráficos mostrando curvas de K-dominância extraídas dos percentuais acumulados dos dados quantitativos.

Foi ainda utilizada uma análise denominada SIMPER, a qual permite atribuir a contribuição de cada gênero de Nematoda para as diferenças ou dissimilaridades entre grupos de estações, por exemplo entre as estações seca e chuvosa, ou seja, para indicar qual (ou quais) organismo foi responsável pelas diferenças encontradas entre as amostras analisadas. A análise citada acima foi feita utilizando-se o programa PRIMER[®] v 5.2.4.

II.4 - RESULTADOS

4.1 - Estrutura da Comunidade

4.1.1 - Composição Taxonômica da nematofauna

A nematofauna esteve composta por três ordens: Enoplida, com três famílias e quatro gêneros, Chromadorida com cinco famílias e treze gêneros e Monhysterida com cinco famílias e dez gêneros. Dentre as famílias, Desmodoridae destaca-se com 5 gêneros.

Seguindo a classificação de Lorenzen (1994) construiu-se uma lista taxonômica composta de 27 gêneros monoespecíficos, dentre os quais *Spirinia* deteve uma espécie nova, cujos espécimens (machos, fêmeas e juvenis) estão depositados no Departamento de Biologia Marinha da Universidade de Gent, Bélgica, para posterior descrição.

Classe ADENOPHOREA

Subclasse ENOPLIA

Ordem ENOPLIDA

Subordem ENOPLINA

Família ANOPLOSMATIDAE

Anoplostoma Bütschli, 1874

Família OXYSTOMINIDAE

Halalaimus De Man, 1888

Família ONCHOLAIMIDAE

Oncholaimus Dujardin, 1845

Viscosia De Man, 1890

Subclasse CHROMADORIA

Ordem CHROMADORIDA

Subordem CHROMADORINA

Família CHROMADORIDAE

Chromadorita Filipjevy, 1922

Prochromadorella Micoletzky, 1924

Família COMESOMATIDAE

Sabatieria Rouville, 1903

Família CYATHOLAIMIDAE

Marylynnia Hopper, 1977

Paracanthonus Micoletzky, 1924

Paracyatholaimus Micoletzky, 1922

Pomponema Cobb, 1970

Família SELACHNEMATIDAE

Halichoanolaimus De Man, 1886

Família DESMODORIDAE

Chromaspirinia Filipjev, 1918

Desmodora De Man, 1889

Metachromadora Filipjev, 1918

Pseudochromadora Daday, 1889

Spirinia Gerlach, 1963

Ordem MONHYSTERIDA

Família MONHYSTERIDAE

Thalassomonhystera Jacobs, 1987

Família SIPHONOLAIMIDAE

Astonema Ott, Rieger & Enderes, 1982

Família LINHOMOEIDAE

Linhomoeus Bastian, 1865

Terschellingia De Man, 1888

Família XYALIDAE

Daptonema Cobb, 1920

Paramonohystera Steiner, 1916

Theristus Bastian, 1865

Tricotheristus, Wieser, 1956

Família AXONOLAIMIDAE

Axonolaimus De Man, 1889

Paradontophora Timm, 1963

4.1.2 - Frequência de Ocorrência

Segundo os intervalos de classificação de Bodin (1977) os grupos definem-se quanto à frequência de ocorrência em grupos constantes acima de 75%, de 50 a 75 % em grupos muito freqüentes, de 25 a 49% como grupos comuns e abaixo de 25% como raros. Observou-se uma mudança de composição e de percentuais de frequência entre os períodos climáticos.

A figura II.1 mostra a frequência de ocorrência das famílias no período seco e no período chuvoso. As famílias constantes no período seco foram Desmodoridae, Linhomoeidae, Axonolaimidae, Oncholaimidae e Xyalidae, no período chuvoso foram Desmodoridae, Linhomoeidae, Cyatholaimidae, Xyalidae e Oncholaimidae .

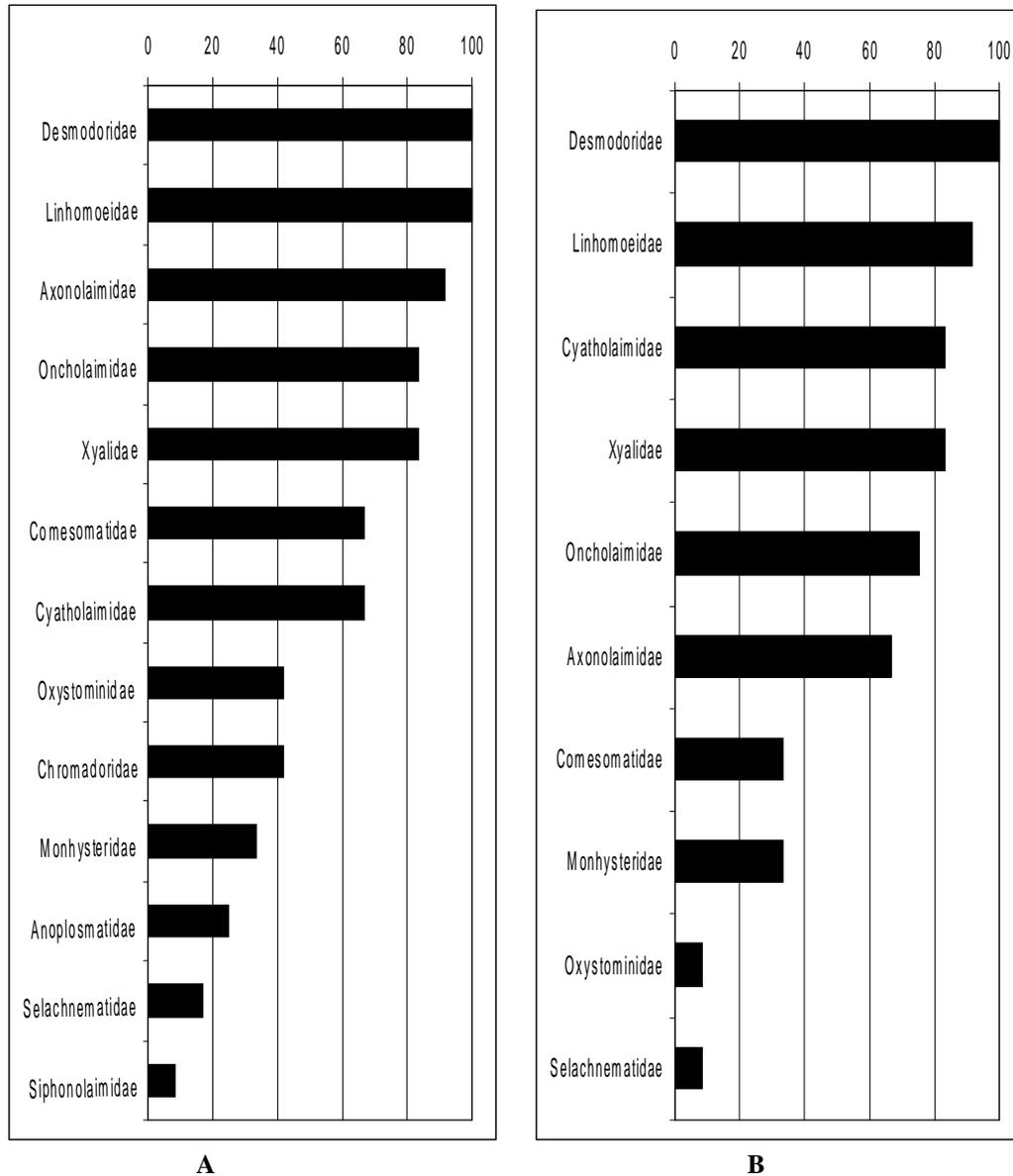


Figura II.1 – Frequência de ocorrência das famílias no período seco (A) e no período chuvoso (B).

Foram identificados 27 gêneros no período seco, dentre os quais, 7 classificaram-se como constantes (*Metachromadora*, *Spirinia*, *Terschellingia*, *Parodontophora*, *Daptonema*, *Viscosia* e *Oncholaimus*). No período chuvoso foram identificados 15 gêneros, 6 foram constantes (*Spirinia*, *Terschellingia*, *Daptonema*, *Metachromadora*, *Paracanthonus* e *Oncholaimus*) (Figura II.2).

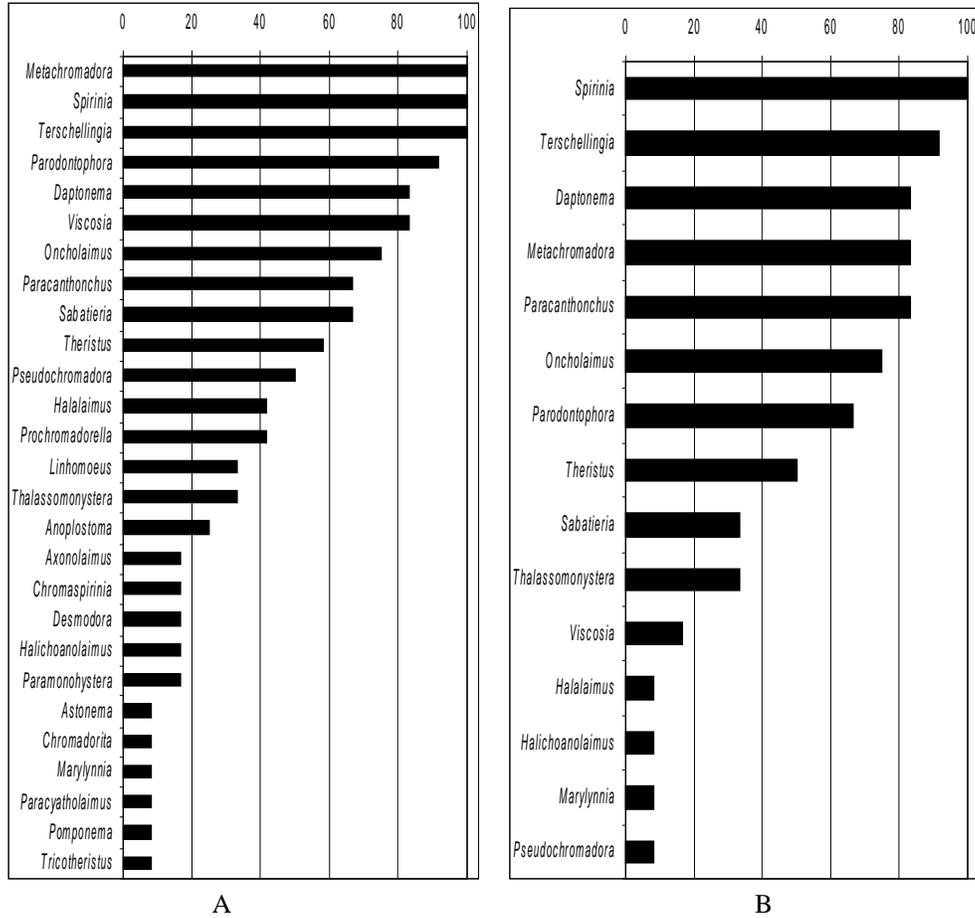


Figura II.2 – Frequência de ocorrência dos gêneros no período seco (A) e no período chuvoso (B).

4.1.3 – Abundância relativa

Na abundância relativa dos gêneros, *Spirinia* foi dominante com 51% no período seco e no período chuvoso apresentou-se com 49% da comunidade. Outros gêneros representativos foram: *Terschellingia* com 28 % nos dois períodos estudados e *Daptonema* no período chuvoso representando 14% da comunidade. Os demais contribuíram com menos de 6% na comunidade (Figuras II.3 e II.4).

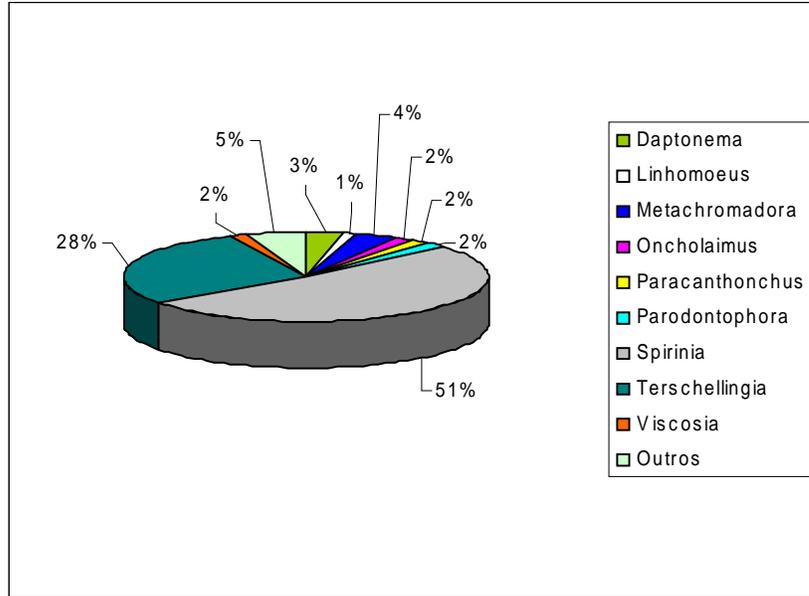


Figura II.3- Abundância relativa dos gêneros no período seco. Outros (gêneros com abundância relativa menor que 1%)

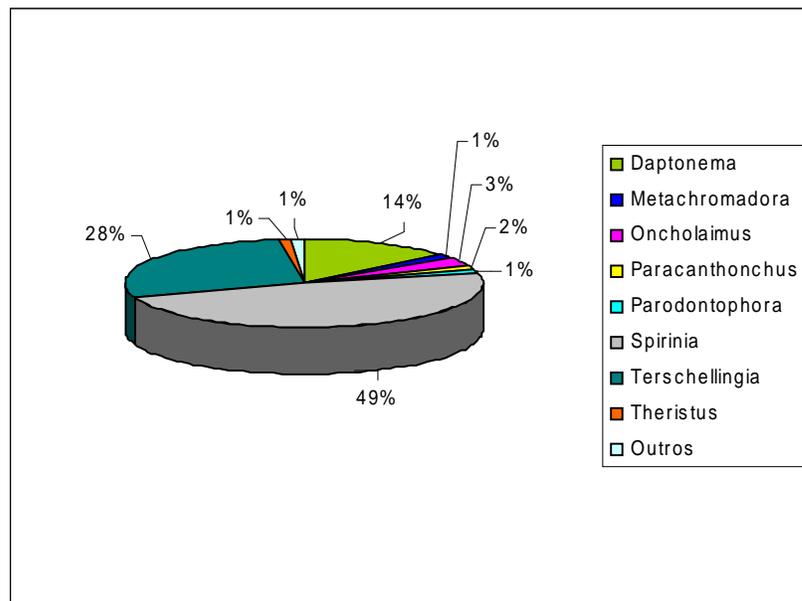


Figura II.4 - Abundância relativa dos gêneros no período chuvoso. Outros (gêneros com abundância relativa menor que 1%)

4.1.4 – Curvas de K-dominância

As curvas semanais de K-dominância se sobrepõem nos gráficos mensais com exceção de duas semanas. A curva da primeira semana de janeiro encontra-se abaixo das demais semanas do mês, com maior número de gêneros, retratando a maior diversidade e equitabilidade. A curva da segunda semana de agosto encontra-se acima das demais semanas do mês, refletida por apenas três gêneros, significando baixa diversidade e equitabilidade (Figuras II.5 e II.6), (Tabela II.1).

Tabela II.1 – Índice de diversidade de Shannon (H') e a equitatividade (J' de Pielou).

| SEMANAS | J' | H' (\log_e) |
|-------------|-----------|-------------------|
| Janeiro 1 | *0,8058 | *2,490762 |
| Janeiro 2 | 0,523503 | 1,255305 |
| Janeiro 3 | 0,517623 | 1,137334 |
| Janeiro 4 | 0,566018 | 1,177 |
| Fevereiro 1 | 0,607608 | 1,50985 |
| Fevereiro 2 | 0,633253 | 1,671192 |
| Fevereiro 3 | 0,521864 | 1,296784 |
| Fevereiro 4 | 0,564049 | 1,29877 |
| Março 1 | 0,510828 | 1,176225 |
| Março 2 | 0,582387 | 1,396503 |
| Março 3 | 0,642606 | 1,596807 |
| Março 4 | 0,717112 | 1,781957 |
| Junho 1 | 0,541288 | 1,246362 |
| Junho 2 | 0,673347 | 1,550439 |
| Junho 3 | 0,709637 | 1,475648 |
| Junho 4 | 0,643715 | 1,252612 |
| Julho 1 | 0,608977 | 1,33806 |
| Julho 2 | 0,597421 | 1,162528 |
| Julho 3 | 0,607422 | 1,2631 |
| Julho 4 | 0,641332 | 1,149112 |
| Agosto 1 | 0,687149 | 1,231205 |
| Agosto 2 | *0,156141 | *0,171539 |
| Agosto 3 | 0,361857 | 0,752461 |
| Agosto 4 | 0,466308 | 0,96966 |

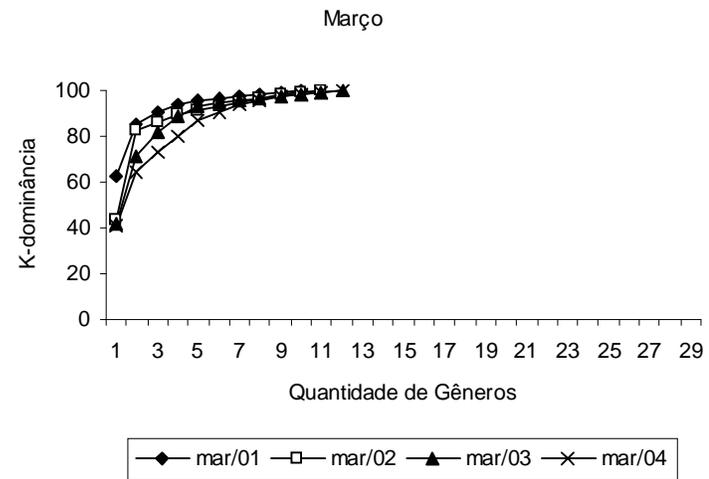
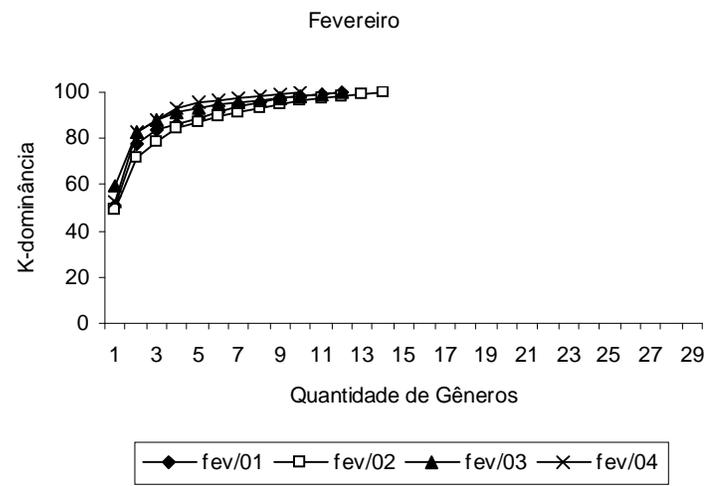
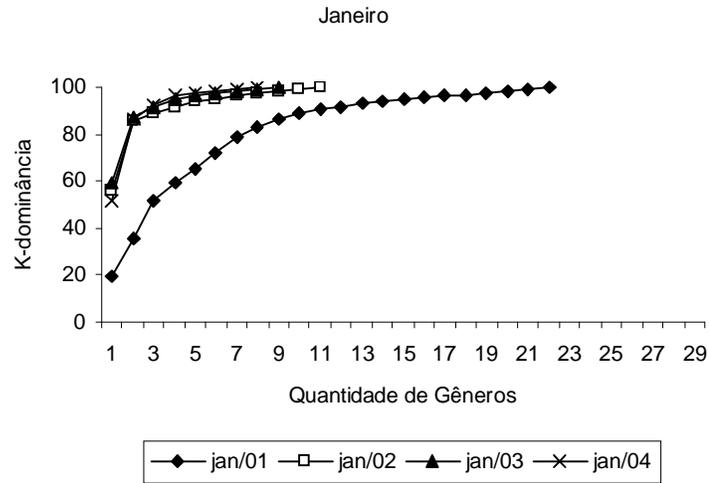


Figura II.5 – Curvas de K-dominância semanal dos meses secos.

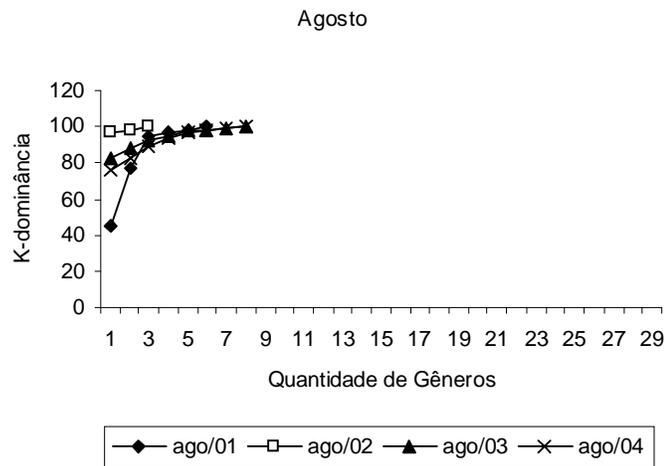
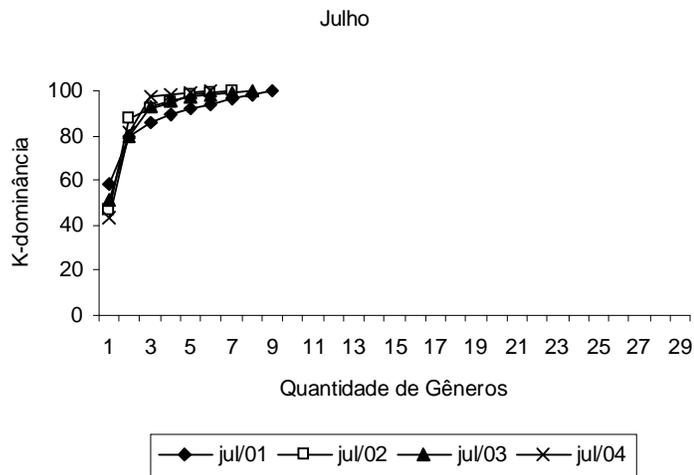
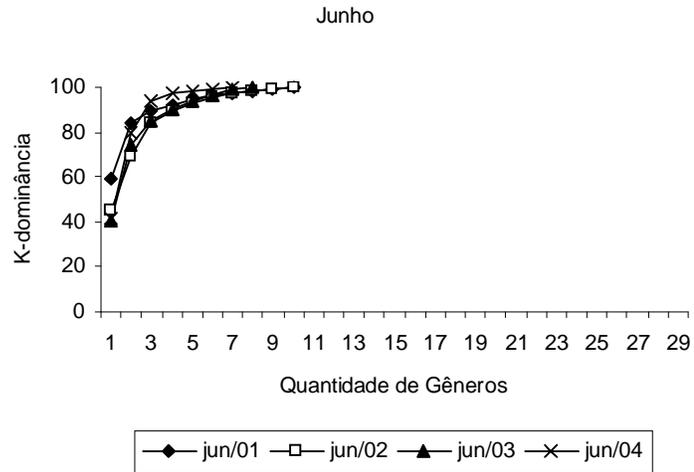


Figura II.6 – Curva de K-dominância semanal dos meses chuvosos.

Spirinia domina na segunda semana de agosto com 96,61% da comunidade. Em quase todo o período estudado (19 semanas) *Spirinia* representa, em média, 56,52% do total, com exceção da primeira semana de janeiro (*Metachromadora* com 19,40%), última semana de junho (*Terschellingia* com 41,82%), terceira e quarta semanas de julho (*Daptonema* com 51,02 e 43,12% respectivamente) e primeira semana de agosto (*Terschellingia* com 45,53%) (Anexo Tabela II.4).

4.1.5 - Densidade da Nematofauna

Considerando a amostragem semanal, *Terschellingia* apresentou valor máximo de 1961,86 ind. 10 cm⁻² determinado para a última semana de junho. A maior densidade média mensal ocorreu em março (*Spirinia* com 1337,85 ind. 10 cm⁻²) (Anexo Tabelas II.3 e II.4).

4.1.6 - Estágios de Desenvolvimento da Nematofauna

Nas semanas de janeiro a estrutura da nematofauna apresentou-se dominada pelos juvenis e com uma maior participação de fêmeas do que de machos. Nas semanas subsequentes do período de estiagem, as fêmeas dominaram sobre os machos e juvenis, registrando-se um aumento de fêmeas grávidas (Figura II.7).

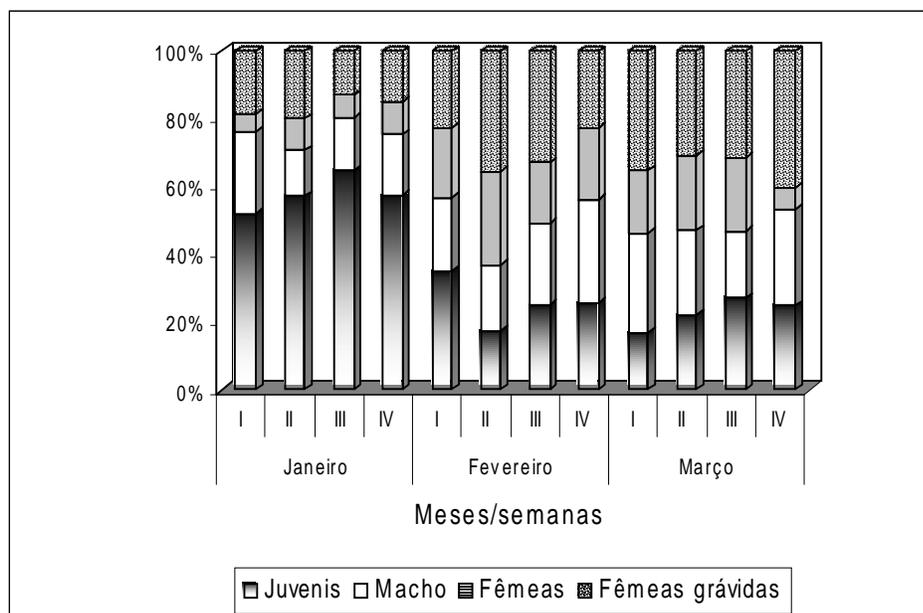


Figura II.7 - Estrutura populacional da nematofauna no período seco.

Em todo o período chuvoso a estrutura da população é dominada pelas fêmeas com maior incidência de fêmeas grávidas. Observou-se, na terceira semana de julho, um percentual de 69,79% para as fêmeas grávidas e um aumento no percentual de machos (46,39%) na terceira semana de agosto (Figura II.8).

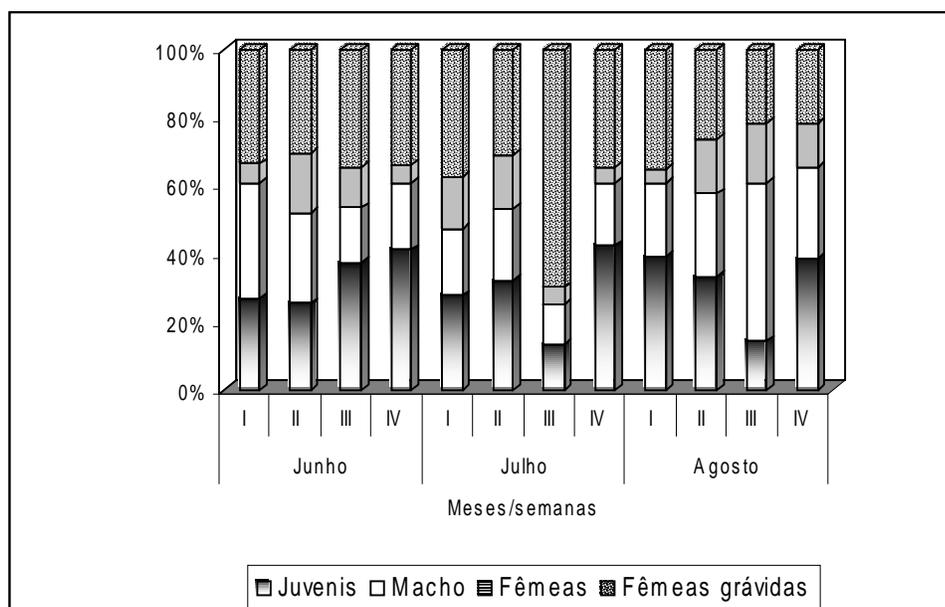


Figura II.8 - Estrutura populacional da nematofauna no período chuvoso.

4.1.7 - Estrutura Trófica

Considerando a abundância dos gêneros *Spirinia* e *Terschellingia*, o tipo trófico “1 A” foi o dominante nos dois períodos estudados, porém com relação à frequência de ocorrência os tipos tróficos 1B e 2A dominaram alternadamente em todo o período estudado. O período seco foi representado por 18% do tipo 1A, 35% 1B, 36,67% 2A e 16,33% 2B. No período chuvoso 20,67% tipo 1A, 41,33% 1B, 23,33% 2A, 14,67% 2B. A composição trófica definidas por Wieser (1953) refletiu-se como a seguir:

1A – *Halalaimus*, *Spirinia*, *Astonema* e *Terschellingia*,

1B – *Anoplostoma*, *Sabatieria*, *Thalassomonhystera*, *Daptonema*, *Paramonohystera*, *Theristus*, *Tricotheristus*, *Axonolaimus* e *Parodontophora*.

2A – *Chromadorita*, *Prochromadorella*, *Marylynnia*, *Paracanthonus*, *Paracyatholaimus*, *Desmodora*, *Metachromadora*, *Pseudochromadora*, e *Linhomoeus*.

2B – *Oncholaimus*, *Viscosia*, *Pomponema*, *Halichoanolaimus* e *Chromaspirinia*.

No período seco o tipo trófico 2A, na primeira semana de janeiro e segunda de fevereiro atingiu 50% dos gêneros. O tipo 1B na terceira semana de janeiro chegou a atingir 44,44%. Na quarta semana de março o tipo 2B não ocorreu. (Figura II.9).

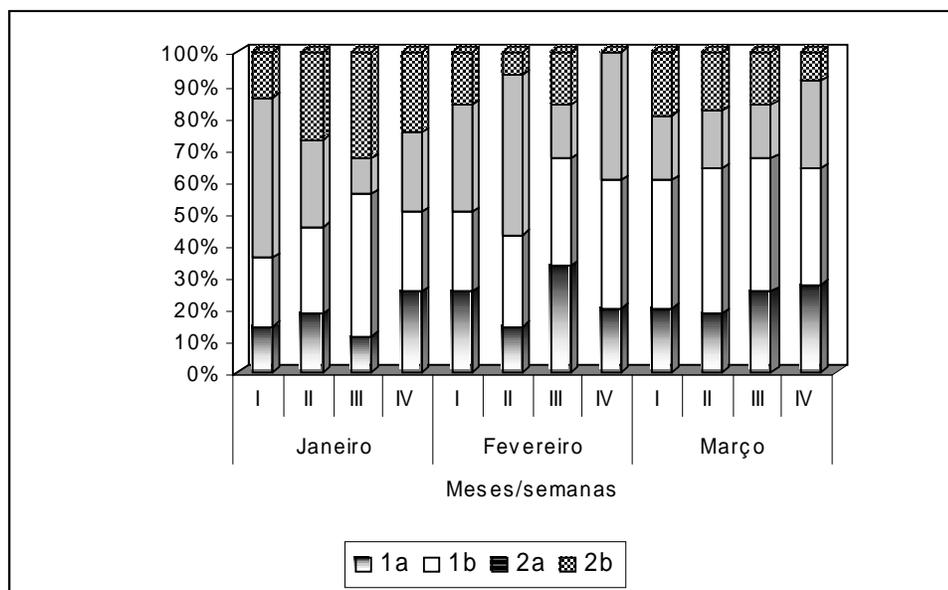


Figura II.9 – Percentual de gêneros por tipo trófico da nematofauna no período seco.

No período chuvoso, nas semanas em que registrou-se maiores índices de matéria orgânica (segunda semana de junho e primeira semana de agosto), o tipo trófico 1B apresentou maior frequência com 50%. Registrou-se a ausência do tipo 2B no final de julho e início de agosto (Figura II.10).

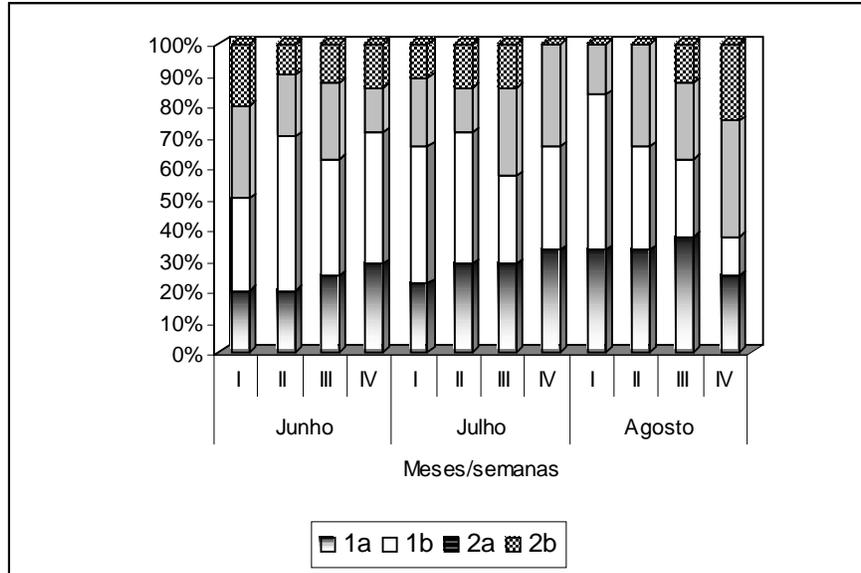


Figura II.10 – Percentuais dos tipos tróficos da nematofauna ocorridos no período chuvoso.

II.5 - RESULTADOS ESTATÍSTICOS

A análise MDS para a qual foi utilizado o índice de similaridade de Bray-Curtis com os dados de abundância da nematofauna mensal (média de todas as amostras do mês) logaritimizadas ($\text{Log } x+1$) evidenciou um gradiente do período seco (janeiro, fevereiro e março) para o chuvoso (junho, julho e agosto) (Figura II.11).

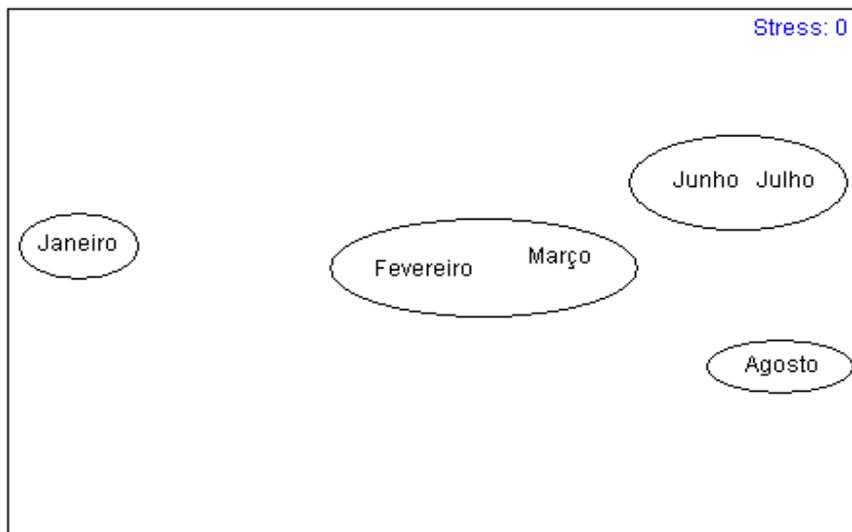


Figura II.11 – MDS utilizando as densidades mensais da nematofauna.

Quando utilizado no cálculo das similaridades faunística as médias semanais o padrão verificado anteriormente não ficou tão evidente, há uma grande separação da primeira semana de janeiro das demais e um grupo formado pelas semanas subsequentes do referido mês, ocorrendo também, um grupo com as três últimas semanas de agosto. Observa-se um agrupamento das outras semanas estudadas ocorrendo um subgrupo deste com as semanas de fevereiro (Figura II.12).

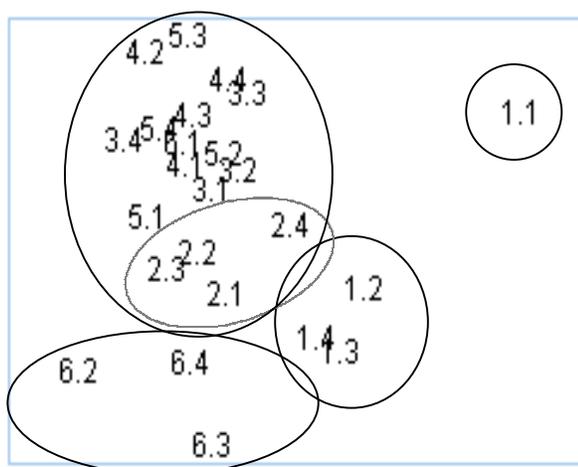


Figura II.12 – MDS utilizando as densidades semanais da nematofauna (Janeiro=1.1, 1.2, 1.3, 1.4; Fevereiro=2.1, 2.2, 2.3, 2.4; Março=3.1, 3.2, 3.3, 3.4; Junho=4.1, 4.2, 4.3, 4.4; Julho=5.1, 5.2, 5.3, 5.4; Agosto=6.1, 6.2, 6.3, 6.4).

A análise unifatorial das similaridades (one-way ANOSIM) verificou as variações da comunidade estacionalmente e mensalmente. Usando o fator período seco e chuvoso no qual foi utilizado a média das semanas de cada estação (R_{global} : 0,259 e o nível de significância 10 %) resultou que não há diferença estatística significativa entre os períodos seco e chuvoso. Utilizando como fator os meses (média das semanas dentro dos meses) (R_{global} = 0,222 e o nível de significância 0,1%) resultou que existe diferença estatística significativa entre os meses. Estas diferenças foram principalmente significativas no mês de janeiro (Tabela II.2) fato também observado na análise de Cluster com os dados mensais (Figura II-13).

Figura II-13 – Cluster relativo às densidades médias mensais

Através da análise de Cluster com os dados semanais, observa-se uma nítida separação da primeira semana de janeiro e um grupo formado com as demais semanas, desmembrado em dois subgrupos: um formado pelas demais semanas de janeiro e a terceira de agosto, assemelhando-se com o resultado obtido com o MDS. (Figura II-14)

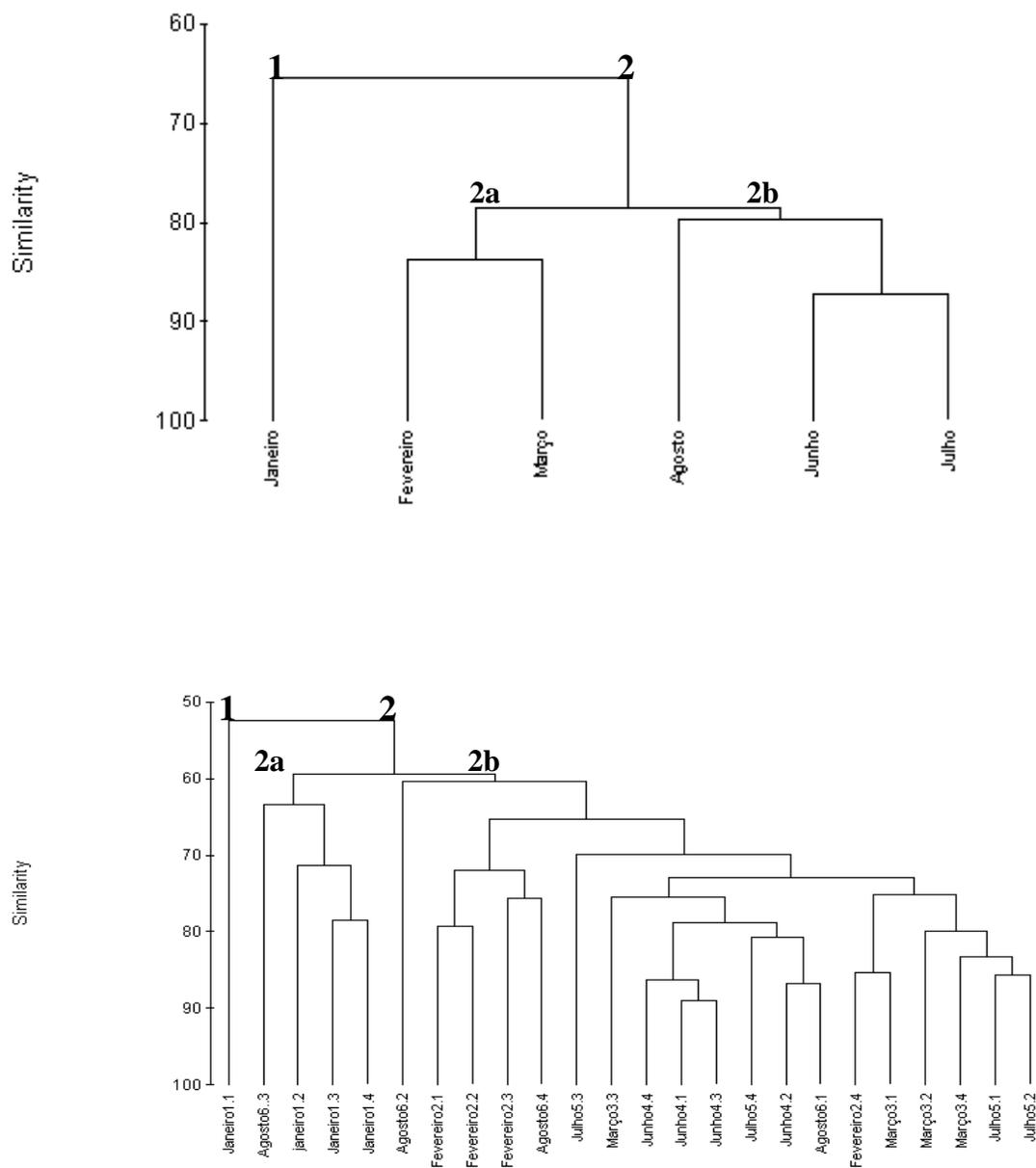


Figura II-14 – Cluster envolvendo as densidades médias semanais.

Tabela II.2 – Resultados ANOSIM comparando os meses ($p < 5\%$)

| MESES | R | P |
|--------------------|--------|---------|
| Janeiro, fevereiro | 0,25 | 17,1 |
| Janeiro, março | 0,625 | 2,9 (*) |
| Janeiro, junho | 0,573 | 2,9 (*) |
| Janeiro, julho | 0,677 | 2,9 (*) |
| Janeiro, agosto | 0,396 | 2,9 (*) |
| Fevereiro, março | 0,198 | 11,4 |
| Fevereiro, junho | 0,302 | 2,9 (*) |
| Fevereiro, julho | 0,073 | 37,1 |
| Fevereiro, agosto | -0,083 | 65,7 |
| Março, junho | 0,354 | 2,9 (*) |
| Março, julho | 0,208 | 17,1 |
| Março, agosto | 0,177 | 14,3 |
| Junho, julho | -0,031 | 48,6 |
| Junho, agosto | 0,146 | 22,9 |
| Julho, agosto | -0,052 | 65,7 |

Os resultados do BIOENV indicaram os fatores abióticos que melhor explicaram o padrão biológico. As variáveis ambientais que melhor explicaram o padrão semanal encontrado foi a média do tamanho do grão ($r_s = 0,215$) e a matéria orgânica ($r_s = 0,190$), já para o padrão mensal, primeiramente foi a matéria orgânica ($r_s = 0,344$) e em segundo uma combinação de fatores: percentual de cascalho, percentual de saturação, precipitação, temperatura e pH ($r_s = 0,337$).

Através da análise de SIMPER pôde-se verificar a contribuição de cada gênero para as diferenças ou dissimilaridades encontradas entre os meses. Os gêneros responsáveis por mais de 50% da separação de janeiro dos demais meses observados, tanto no MDS como Cluster, estão descritos na tabela IIX. 5 a 6 gêneros foram responsáveis por mais de 50% das dissimilaridades. Os gêneros *Spirinia*, *Linhomoeus*, *Pseudochromadora* e *Theristus* estiveram presentes na lista de todos os grupos formados com o mês de janeiro.

Tabela II.3 – Resultado da análise de SIMPER para os grupos envolvendo o mês de Janeiro, apresentando os gêneros que contribuíram com mais de 50% das dissimilaridades.

| Grupos | Dissimilaridade Média (%) | GÊNEROS | % DE CONTRIBUIÇÃO | % ACUMULADO |
|---------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|-------------|
| Janeiro & Fevereiro | 37,36 | <i>Spirinia</i> | 13,30 | 13,30 |
| | | <i>Linhomoeus</i> | 11,33 | 24,63 |
| | | <i>Pseudochromadora</i> | 9,40 | 34,03 |
| | | <i>Sabatieria</i> | 7,46 | 41,49 |
| | | <i>Theristus</i> | 6,85 | 48,34 |
| | | <i>Parachantonchus</i> | 6,37 | 54,71 |
| Janeiro & Março | 42,78 | <i>Spirinia</i> | 16,32 | 16,32 |
| | | <i>Daptonema</i> | 10,89 | 26,91 |
| | | <i>Linhomoeus</i> | 9,89 | 36,81 |
| | | <i>Theristus</i> | 8,67 | 45,48 |
| | | <i>Pseudochromadora</i> | 8,43 | 53,91 |
| Janeiro & Junho | 46,29 | <i>Spirinia</i> | 15,04 | 15,04 |
| | | <i>Daptonema</i> | 14,27 | 29,32 |
| | | <i>Linhomoeus</i> | 9,11 | 38,43 |
| | | <i>Pseudochromadora</i> | 9,02 | 47,45 |
| | | <i>Theristus</i> | 7,49 | 54,94 |
| Janeiro & Julho | 45,27 | <i>Spirinia</i> | 15,31 | 15,31 |
| | | <i>Daptonema</i> | 14,13 | 29,44 |
| | | <i>Pseudochromadora</i> | 9,31 | 38,75 |
| | | <i>Linhomoeus</i> | 8,73 | 47,48 |
| | | <i>Theristus</i> | 7,45 | 54,93 |
| Janeiro & Agosto | 43,95 | <i>Terschellingia</i> | 15,39 | 15,39 |
| | | <i>Spirinia</i> | 11,49 | 26,88 |
| | | <i>Linhomoeus</i> | 10,35 | 27,23 |
| | | <i>Pseudochromadora</i> | 7,78 | 47,01 |
| | | <i>Theristus</i> | 6,64 | 51,65 |

II.6 – Diagnose preliminar da nova espécie do gênero *Spirinia sp.n*

Os espécimens mediram entre 1377 μ m e 2079 μ m, esses valores extremos foram observados nos exemplares machos. Não foi observado dimorfismo sexual. Apesar da obtenção de valores médios diferentes os valores brutos obtidos não evidenciaram dimorfismo. Possuem o corpo cilíndrico com cabeça arredondada e cauda cônica. A cutícula é anelada, porém as anelações não são evidentes. Na região da cabeça as anelações são muito fracas, sendo melhor visualizadas na região caudal. As “sensillas” labiais internas

não foram visualizadas. Seis “sensillas” labiais papiliformes e quatro setas cefálicas foram observadas. As setas cefálicas variaram de uma média de 4,17 μm nas fêmeas até uma média de 4,53 μm nos machos e situam-se lateralmente à porção mediana da fovea anfideal. As setas sub-cefálicas situaram-se na região do pescoço, posteriormente ao anfídio e mediram em média 4,3 μm nos machos e 3,61 μm nas fêmeas. As setas somáticas mostraram-se curtas variando de uma média de 2,75 μm nos machos a 3,06 μm nas fêmeas. A fóvea anfideal apresentou-se enrolada ventralmente, formando uma espiral “loop shaped” com linha circular externa e mediu uma média 5,85 μm nos machos até 6,05 μm nas fêmeas (30,52% e 31,93% dos diâmetros respectivos da cabeça). A cavidade bucal exibiu um pequeno dente dorsal de difícil visualização. Faringe muscular mostrou um bulbo terminal desenvolvido com uma média de 126,96 μm nas fêmeas e 134,27 μm nos machos, com lúmen cuticularizado e interrupção plasmática mediana. O anel nervoso ocupou 55,5% do comprimento da faringe nas fêmeas e 56,9% nos machos. Os machos possuem um testículo único, anterior posicionado à esquerda do intestino. As espículas curvadas mediram uma média de 58,8 μm , com capítulo desenvolvido e “velum” esclerotizado. O gubernáculo com forma de lâmina, mediu uma média de 26,7 μm e envolveu a porção distal das espículas. Duas setas lateralmente dispostas foram observadas na região pré-cloacal, em frente às espículas. As fêmeas possuem dois ovários opostos e reflexos. A vulva se posiciona na metade anterior do corpo 39,5%. A cauda apresentou-se filiforme e nessa região do corpo a visualização das anelações foi mais clara, tanto em machos quanto em fêmeas.

Os dois juvenis medidos pertenciam ao estágio 3 e 4, não foram evidenciadas grandes diferenças entre estes e os adultos, sendo os juvenis apenas menores que estes e com as características referentes aos seus estágios de desenvolvimento.

II.8 -DISCUSSÃO

A grande maioria dos estudos de meiofauna mediolitorânea estuarina foi empreendida em regiões temperadas do mundo, onde a estrutura do sedimento, a salinidade e os regimes de marés são chaves determinantes da estrutura da comunidade (Warwick, 1971).

Os estudos de Nematoda em ambientes de águas salobra no Brasil são escassos. Gerlach (1957) foi o primeiro a descrever os Nematoda dos manguezais na Cananéia-SP e, posteriormente Esteves (2002) trabalhou em uma planície de maré, no Rio de Janeiro, ambos na região sudeste do Brasil. Em ambientes hipersalinos do Nordeste (Silva, 2001) apresentou resultados sobre a distribuição espacial desta fauna. Rodrigues (2002) apresentou a distribuição espacial da nematofauna da bacia do Pina, área que é objeto deste estudo. Corbisier (1999) resume os trabalhos realizados em praias. Este estudo é o primeiro a ser realizado em um estuário tropical para fins de biomonitoramento. O esforço amostral, sob o regime de coletas semanais é aqui considerado como um importante fator para este fim.

A costa do Brasil estende-se para mais de 9.100 quilômetros, mas apesar disto houve relativamente poucos estudos da meiofauna mediolitorânea na costa brasileira. Aqueles que foram publicados são primeiramente estudos taxonômicos de alguns grupos da meiofauna, incluindo Nematoda (Gerlach, 1954, 1956a, 1956b, 1957a, 1957b; Meyl, 1956, 1957; Gerlach & Riemann, 1973/1974), Copepoda Harpacticoida (Jakobi, 1953, 1954, 1955, 1956; Vasconcelos Filho & Ramos-Porto, 1987; Reid, 1998; Wandeness *et al.*, 1998; Santos *et al.*, 2000; Gomes & Santos, 2002) e Tardigrada (Castro *et al.*, 1999; Da Rocha, 1991). Poucos estudos consideraram a variação na estrutura da comunidade da meiofauna, e destes a maioria concentrou-se mais ao nível de grande grupo do que a nível taxonômico baixo (gêneros e espécies) (Dalto & Albuquerque, 2000; Esteves & Fonseca-Genevois, 1997).

As densidades de Nematoda (283 a 4.000 ind. 10 cm⁻²) aqui determinadas são amplamente compatíveis com aquelas relatadas para sedimentos marinhos que variam do mar Báltico (Rudnick *et al.*, 1985) à Austrália (Alongi, 1987), onde a meiofauna foi coletada em peneiras com tamanho de malha 0,044 mm, comparável àquela usada no

estudo atual. A densidade dos Nematoda é alta em estuários e mais alta na zona intermareal que na sublitoral (McIntyre, 1969), onde se processaram as coletas aqui empregadas. Em pântanos salgados com grande proporção de lama pode-se encontrar densidade extremamente alta de Nematoda: 16.300 ind.10cm⁻² num pântano de *Spartina* na Geórgia (Teal & Wieser, 1966) e uma figura recorde de 22.860 ind.10cm⁻² (23 milhões por metro quadrado) em sedimento lamoso do estuário de Lynher, na Inglaterra (Warwick & Price, 1979). Em áreas salobras do rio Western Scheldt, na Holanda, Van Damme *et al.* (1980) determinaram densidades muito altas (6.000 ind.10 cm⁻²). Já nos locais adjacentes do estuário, com salinidades mais altas, eram muito mais pobres. Advertem, Heip *et al.* (1982) que as densidades entre 200 e 5000 ind.10 cm⁻² são importantes, mas muitos dados da literatura devem ser apreciados com cautela, devido a possíveis falhas metodológicas. Para os estuários do litoral de Pernambuco os valores máximos de densidade de Nematoda encontrados foram: no litoral sul 1610,80 ind.10 cm⁻² (Castro, 1998), no litoral centro, 3339 individuals.10 cm⁻² (Rodrigues, 2002), e no litoral norte 8515 ind. 10 cm⁻² (Gomes, 1999).

Ao nível espacial 38 gêneros de Nematoda foram registrados nos sedimentos mediolitorâneos da baía do Pina por Rodrigues (2002) mas, no estudo temporal aqui efetuado 27 gêneros foram identificados. Isto é muito menos do que o número de gêneros de Nematoda encontrados em regiões mediolitorâneas de mangues ricos em detritos na Malásia (89 gêneros: Somerfield *et al.*, 1998) ou em Zanzibar (94 gêneros: Ólafsson, 1995) ou ainda em sedimentos com hipoxia sazonal na lagoa de Veneza (63 gêneros: Villano & Warwick, 1995). É, porém, comparável àquela registrada em mangue de Selangor, Malásia, 29 a 51 espécies, muitas de designação genérica incerta (Sasekumar, 1994), apresentando uma diversidade mais elevada do que as 23 espécies de Nematoda em sedimentos lamosos de uma baía protegida na costa ocidental sueca influenciada por hipoxia sazonal (Hendelberg & Jensen, 1993). A diversidade dos Nematoda está correlacionada à granulometria dos sedimentos. Wieser (1960) e Hopper & Meyers (1967) sugeriram que mais espécies estarão presentes em um habitat com um grande número de nichos, e presumiram que sedimentos marinhos ficam mais heterogêneos quando o conteúdo de silte-argila decresce e o tamanho dos grãos aumenta. A diversidade é mais alta em areias onde existe uma fauna intersticial que em sedimentos não-capilares. O número de espécies é

também mais alto em sedimentos arenosos que contêm mais espécies “especialistas” que aqueles silte-argilosos (Heip & Decraemer, 1974). O número de nichos é mais alto em sedimentos arenosos, fato indicado pela coexistência de várias espécies muito próximas taxonomicamente, o que denota ainda a existência de microhabitats. Assim, assumindo o exposto por esses autores era de se esperar que em sedimentos areno-lamosos pobremente a moderadamente selecionados e depositados em área com baixo teor de O₂ dissolvido, a diversidade dos grupos fosse inferior àquela de mediolitoral de zona praial (Bezerra, 1994). Heip *et al.*, (1982) relata que o oxigênio é considerado o “super - parâmetro” responsável por esses gradientes horizontais e verticais, apesar de não ser um fator tão determinante para os Nematoda, que parecem ser menos sensíveis que outros grupos da meiofauna.

A abundância dos Nematoda na comunidade de meiofauna marinha é registrada em diversos trabalhos, independente do ecossistema, seja estuarino, litorâneo ou oceânico (Heip *et al.*, 1985). No capítulo anterior deste estudo foi verificada a dominância dos Nematoda sobre os outros grupos da meiofauna, sempre acima de 90%. *Spirinia* sp. nov. foi a mais abundante, participando em torno de 50% do total da comunidade, nos dois períodos estudados, seguida por *Terschellingia* 28%, e *Daptonema* com 14%. Os demais gêneros, todos monoespecíficos, foram classificados como raros. Somerfield *et al.*, (1998), em um manguezal da Malásia, encontraram aproximadamente 40% dos gêneros como raros e menos de 25% comuns ou abundantes. Esta estrutura de população pode ser considerada semelhante à da bacia do Pina, devido à grande abundância de gêneros raros muito embora não apresente a mesma proporção. Tal fato apóia-se também no que dizem Heip *et al.*, (1982) em relação às associações formadas em lamas costeiras, caracterizadas por poucos gêneros dominantes. Em geral os Nematoda dominantes nestes habitats são membros das famílias Comesomatidae, Linhomoeidae e Spiriniidae, com os seguintes gêneros mais importantes: *Sabatieria*, *Dorylaimopsis*, *Terschellingia*, *Spirinia*. Estes abundantes gêneros podem estar acompanhados por diferentes gêneros sub-dominantes, como *Paramesacanthion*, *Axonolaimus*, *Parironus*, *Longicyatholaimus*, *Daptonema*, *Sphaerolaimus* e *Desmolaimus*. Desta forma, a fauna do Pina é semelhante em 45% àquela destacada pelos autores. Ao nível de família, Desmodoridae, Linhomoeidae, Axonolaimidae, Xyalidae, Oncholaimidae apresentaram distribuição constante ao longo do período estudado. Tietjen (1977) cita as preferências por habitat ao nível de família, que

pode ser estendida a quase todas as regiões costeiras examinadas: 1) lamas: Comesomatidae, Linhomoeidae; 2) areias lamosas: Comesomatidae, Monhysteridae, Desmodoridae, Linhomoeidae; 3) areias finas: Monhysteridae, Comesomatidae, Desmodoridae, Axonolaimidae; 4) areias médias a grossas: Monhysteridae, Desmodoridae, Chromadoridae, Epsilonematidae e a superfamília Draconematoidea, que são restritas a esses biótopos. Assim, ao nível de família a comunidade da bacia do Pina encontra-se entre as de sedimentos areno-lamosos e de areias finas.

Os gêneros identificados na bacia de Pina são encontrados em sedimentos mediolitorâneos em extensões mundiais. À luz deste fato deve-se esperar que respondam similarmente às mudanças das condições ambientais, por exemplo, ao teor de matéria orgânica. O BIOENV apontou a matéria orgânica do sedimento como o fator que melhor se correlacionou com a biota. Observou-se que a primeira semana de janeiro apresentou a única classificação para areia grossa nas análises estatísticas e o menor percentual de matéria orgânica ocorrendo uma maior diversidade e equitabilidade dos gêneros. Observou-se ainda a menor densidade para os dois períodos estudados. O aporte de material orgânico carregado pelos rios neste período do ano é reduzido devido à baixa precipitação pluviométrica em nosso litoral. Alongi (1987) relata que a meiofauna dos trópicos responde primeiramente à estrutura do sedimento, à salinidade e aos regimes de marés. Embora a nematofauna da bacia não tenha se correlacionado fortemente com os parâmetros granulométricos e salinidade entende-se que a matéria orgânica é um fator extremamente relacionado com o regime hidrodinâmico que, por sua vez interfere nos demais fatores acima citados. Widbom & Elmgren (1988) usaram a meiofauna, identificada ao nível de grandes grupos, para saber se esta seria indicadora de condições de eutrofização e do enriquecimento orgânico. Encontraram que a abundância dos Nematoda (e a abundância total) tenderam a ser as mais elevadas nos tanques que receberam a maioria dos nutrientes. Já Austen & Wibdom (1991) sugeriram que o estudo da meiofauna em níveis taxonômicos altos pode ser limitante para monitoramento, devido às diversas diferenças no requerimento biológico de suas espécies.

Há uma literatura relativamente vasta de vários tipos de impactos por enriquecimento orgânico sobre a meiofauna (Warwick & Price, 1979; Lambshead, 1986; Tietjen & Alongi, 1990; Coull & Chandler, 1992; Essink & Romeyn, 1994; Duplisea &

Hargrave, 1996; Essink & Keidel, 1998; Schratzberger & Warwick, 1998). A maioria dos estudos lidam com os efeitos dos efluentes orgânicos, para os quais a resposta meiofaunal em termos de abundância é muito variável. Em ambientes hipóxicos ou anóxicos tais efeitos são verificados sobre as abundâncias de Copepoda Harpacticoida e de Nematoda (Coull, 1969; Murrell & Fleeger, 1989). Embora algumas espécies de Copepoda sejam tolerantes à hipoxia (Vopel *et al.*, 1996) outras são intolerantes às condições redutoras dos sedimentos (Hicks & Coull, 1983), enquanto muitos nematódeos são capazes de conduzir todo o seu ciclo de vida em condições anaeróbicas (Heip *et al.*, 1985). Villano & Warwick (1995) formularam a hipótese de que a variabilidade de tais respostas é dependente, ao menos em parte, das condições de oxigenação que detêm as águas que recobrem os sedimentos. Bouwman *et al.* (1984) relatam que abundância de Nematoda pode aumentar em ambiente contaminado, no entanto a diversidade pode decrescer, como foi verificado pontualmente na bacia do Pina. Os maiores percentuais de material orgânica e silte/argila ocorreram na última semana de junho e primeira de agosto, com valores de densidades de altos a médios para a área: maior densidade 4000,9 ind.10 cm⁻² (última semana de junho) e 1815,8 ind.10 cm⁻² (primeira de agosto). Os índices de diversidade neste período foram H' 1,252 e 1,231 respectivamente, a ocorrência mais alta foi na primeira semana de janeiro (H' 2,490). No entanto, para este ambiente, o OD não apareceu como um dos principais fatores reguladores da comunidade, mas o percentual de saturação do oxigênio da água, enquanto fator, foi selecionado no segundo lugar do ranking extraído da combinação de fatores que melhor explicam a variação da composição e abundância da nematofauna. Esta correlação pode ser considerada uma evidência de que a eutrofização e a poluição orgânica são bons reguladores da estrutura da nematofauna na bacia de Pina.

A estrutura trófica da comunidade nematofaunística foi dominada pelos tipos 1A (comedores de depósitos seletivos) e 2A (raspadores). Em termos de frequência, todos os tipos estiveram presentes com uma maior predominância dos gêneros tipo 1B. Segundo Bezerra (2001) alguns autores procuram justificar o sucesso ecológico dos Nematoda através da repartição de alimento em função da composição granulométrica, através da possível formação de maior ou menor quantidade de nichos colonizáveis. O tamanho e natureza dos grãos pode ainda definir o tamanho corpóreo dos seus integrantes, e como tal o hábito alimentar dessas espécies, levando Warwick (1971) a constatar que as espécies de

sedimentos lamosos tendem a ser pequenas e constituídas principalmente por alimentadores de depósitos (1A e 1B), enquanto em fundos arenosos predominam aquelas predadoras (2B) e raspadores (2A). De fato, na primeira semana de janeiro, quando o estoque de matéria orgânica foi o segundo menor percentual do ciclo estudado e a única semana classificada com areia grossa, o tipo 2A dominaram a comunidade com as maiores densidades sendo representadas pelos gêneros *Metachromadora* e *Linhomoeus*. Ainda em função da granulometria, Lamshead (1986) comentou que a proporção dos tipos tróficos 1B/2A, em estação mediolitorânea lamosa do estuário de Lynher, apresentou-se alta e que esta relação no estuário Axe diminui em gradiente de áreas lamosas para áreas com areias grossas. Tietjen (1969) encontrou marcantes mudanças sazonais na composição de espécies em dois estuários da Nova Inglaterra. Os raspadores tiveram densidades máximas entre a primavera e o verão, coincidindo com um observado aumento na produção da microflora bêntica, e os onívoros e alimentadores de depósito tiveram o máximo no outono e inverno, coincidindo com o aumento da concentração de detritos orgânicos. Embora a área de estudo tenha se apresentado climaticamente diferente, se considerarmos a frequência com que os tipos apareceram na comunidade, desprezando as densidades, a relação permanece semelhante: nos meses de estiagem observou-se o pico do tipo 2A e no de maior precipitação pluviométrica, os comedores de depósitos sempre foram mais expressivos. Platt e Warwick (1980) considerando a alta seletividade alimentar do grupo comentou que em zonas arenosas o número dos comedores de depósitos (1A e 1B) tende a se reduzir e aqueles que raspam, perfuram e até agem como predadores, tendem a aumentar. Nossos resultados apresentam o mesmo padrão trófico observado por Alongi (1987) Montagna & Li (1998), Ansari & Parulekar (1998), Steyaert *et al* (1999) e Esteves (2002). O gênero *Metachromadora*, originalmente classificado como 2B por Weiser (1953) foi classificado como 2A corroborando com outros autores (Warwick & Price, 1979; Lamshead, 1986; Moens *et al.*, 1999; Tita *et al.*, 1999).

Foi determinada uma nova espécie de *Spirinia*, dominante nesta parte da bacia. Este gênero, como os demais, é representado na comunidade por uma única espécie. A nova espécie encontra-se mais próxima de *Spirinia septentrionalis* que foi registrada por Cobb (1914), por Wieser (1954), por Gerlach (1957) na região de Cananéia-SP e por Pastor de Ward na Argentina (1988). A distribuição geográfica de *S. septentrionalis* compreende:

Antártida, Chile, Brasil, Hawai e Argentina. O exemplar descrito por Gerlach (apenas um macho) difere dos outros descritos e apesar de se assemelhar um pouco à nova espécie, não se enquadra nas medidas. As principais diferenças são: o tamanho das espículas e do gubernáculo, ambos maiores na espécie nova; o espécime de Gerlach não apresenta setas sub-cefálicas, ou estas já apresentam o tamanho das setas somáticas observadas na espécie nova; a espécie nova apresenta setas somáticas ao longo do corpo. A descrição de Gerlach, porém, é muito pobre e merece ser aprimorada. No entanto baseando-se nas medidas e na observação dos espécimes em comparação com a descrição de Gerlach, inicialmente descrita como *S. parasitifera*, não foi possível colocar a espécie nova juntamente com *S. septentrionalis*.

Na estrutura da população, há uma maior quantidade fêmeas em todo período estudado. Esta incidência talvez seja explicada pela relação da maior disponibilidade de alimento e por menores valores de temperatura. Relatam Heip *et al.* (1982) que os estudos sobre gerações de Nematoda geralmente são extraídos de resultados obtidos através de cultivo, nos quais a temperatura e salinidade são mantidos constantes e os dados de campo disponíveis são para espécies de crescimento lento, com uma ou poucas gerações anuais. À exemplo, os *Oncholaimidae* (*Oncholaimus brachycercus* e *Viscosia viscosa*) têm apenas duas ou três gerações anuais no estuário de Weser (Skoolmun & Gerlach, 1971). Em um estudo de 4 anos, Smol *et al.* (1980) definiu que *Oncholaimus oxyuris* tem muito provavelmente duas gerações em três anos, com um padrão marcante: os indivíduos maiores atingem o estágio adulto logo cedo na primavera e produzem outra geração no mesmo ano, chegando ao inverno nos estágios juvenis. Conclui a autora que o ciclo de gerações é comandado pela variação da temperatura. O aumento da temperatura anual poderia levar algumas espécies a ter duas gerações por ano (Smol *et al.*, 1980). Explicam ainda, Heip *et al.* (1982) que, na maioria das espécies de Nematoda o número de gerações anuais é provavelmente muito mais alto do que uma ou duas, mas na maioria dos casos a postura é praticamente contínua. O efeito da temperatura na comunidade da bacia do Pina pode ser destacado pelos picos de ocorrência de fêmeas grávidas nos meses de chuva, muito embora dentre os parâmetros testados a temperatura não se destaca entre esses. Evidentemente a variação deste parâmetro é mínimo em região tropical. Por outro lado Rodrigues (2002) mostrou que a temperatura na bacia do Pina foi evidenciada pelo

BIOENV como possível regulador da estrutura da comunidade da meiofauna e da nematofauna, mesmo que as variações não ultrapasassem de 0,5°C entre as estações prospectadas. Diz Alongi (1987) que este fator é de extrema importância nos estuários tropicais e lembra que este fator está intimamente relacionado com a disponibilidade e o aproveitamento do oxigênio pelas espécies. É apenas em janeiro que se observa uma dominância de jovens, corroborando com que descreve o modelo de distribuição para as populações de Nematoda na proporção juvenis:fêmeas:machos = 1:2:1 (Manachini, 1997).

A análise multidimensional das similaridade realizada sobre a composição da nematofauna, evidenciou um gradiente positivo de densidade do período seco (janeiro, fevereiro e março) para o chuvoso (junho, julho e agosto). Na análise de Cluster o padrão sazonal se confirma com um grupo formado apenas por janeiro, outro com fevereiro e março. Considerando, porém os dados semanalmente, o padrão estacional não ficou evidente no MDS, observando-se uma separação de todas as semanas de janeiro, destacando a primeira e um grupo com 3 semanas de agosto, enquanto as demais se confundem. No Cluster destaca-se a separação da primeira semana de janeiro das demais. Os parâmetros meteorológicos observados no mês de março, insolação e evaporação, se comportam como nos meses de janeiro e fevereiro, porém estes resultados podem ser explicados pela incidência de chuvas no mês de março, embora ele esteja amostrado neste estudo dentro do período seco. A análise unifatorial das similaridades (ANOSIM) confirmou que há diferenças significativas entre os meses, porém não há diferenças significativas entre as estações seca e chuvosa. Este resultado corrobora aqueles determinados por Alongi (1990). O autor, estudando a dinâmica das comunidades de Nematoda em alguns estuários tropicais observou que nessas regiões, sem estações do ano definida, as mudanças sazonais se apresentam de forma mais complexa, especialmente pelos efeitos das monções nas diferentes estações e regiões geográficas. Prosseguiu relatando que as maiores densidades são registradas nos meses chuvosos. O modelo encontrado por Ansari e Parulekar (1998), no estuário de Goa, difere do modelo proposto por Alongi (1990), onde as maiores densidades foram registradas no período de verão. Ao contrário dos resultados de Alongi (*op.cit*) cujo padrão é semelhante ao do Pina e de alguns trabalhos do complexo estuarino de Itamaracá (Pinto, 1998 e Gomes, 2002) e sublinhando os resultados de Ansari e Parulekar (*op.cit.*), outros trabalhos em estuários do litoral

pernambucano já prospectados quanto à densidade total de Nematoda, valores mais expressivos são determinados na estação seca (Lucena & Fonsêca-Genevois 1993; Esteves, 1995; Almeida, 1996; Silva, 1997; Castro, 1998).

Na análise do Simper a separação do mês de janeiro, ocorrido no Cluster e no MDS, 5 a 6 gêneros foram responsáveis por mais de 50% das dissimilaridades. Os gêneros *Spirinia*, *Linhomoeus*, *Pseudochromadora* e *Theristus* estiveram presentes na lista de todos os grupos formados com o mês de janeiro. Sabendo que o Simper baseia-se na densidade e ocorrência dos gêneros em cada local, é totalmente explicado porque os gêneros acima estarem em destaque pois o *Linhomoeus* e o *Pseudochromadora* são mais constantes nos meses secos e com densidades mais expressivas, principalmente no mês de janeiro. O *Theristus* apesar de ocorrer quase em todo o ano, praticamente desaparece no mês de janeiro, sendo registrado sua presença apenas na primeira semana. *Spirinia* o gênero dominante de toda a comunidade, apresenta densidades mais altas no período seco, porém na primeira semana de janeiro sua densidade é a menor registrada chegando a perder a dominância. Pinto (2003) trabalhando em estuário poluído na região sul do Brasil, dentre os gêneros listados na sua análise do Simper estão dois que tem grande representatividade neste trabalho: *Terschellingia* e *Pseudochromadora*. A autora relaciona a ocorrência dos gêneros à disponibilidade alimentar. Se considerarmos esta hipótese para a área em estudo, podemos justificar que a dominância ocorrida por *Terschellingia* e *Daptonema* na última semana de junho e terceira de julho respectivamente, ambos comedores de depósitos, esteja condicionada a um maior aporte orgânico, embora os valores de matéria orgânica, na terceira semana de julho, não seja tão evidente como na última semana de junho. Este período é de chuvas na região e no ano em questão julho apresentou o maior índice pluviométrico, conseqüentemente a maior descarga pluvial. Com relação aos gêneros listados para os grupos com o mês de janeiro podemos considerar também esta hipótese, diante de todas as características atípicas já comentadas para este mês, principalmente na sua primeira semana.

O esforço amostral semanal realizado neste trabalho mostrou-se de extrema importância para a caracterização da comunidade. As variações quali-quantitativas (abundância e densidade) da nematofauna, quando analisadas semana a semana são evidentes e dentro do período chuvoso são ainda mais marcantes. Nesse período as

mudanças físico-químicas são bastantes acentuadas, obviamente condicionando a composição nematofauna, em detrimento à dominância de um único gênero sobre os outros.

Todas as evidências aqui encontradas levam a considerar que para um estudo de biomonitoramento na bacia do Pina, e até em outros ambientes sob estresse de poluição orgânica, a taxonomia a nível genérico e até específico deveria ser contemplada, sobretudo no caso da nematofauna, para que as respostas biológicas sejam melhores interpretadas à luz dos parâmetros ambientais.

II.8 - CONCLUSÕES

O aporte de matéria orgânica registrado neste estudo, reflete-se na estrutura da comunidade, à uma tendência de uma relação inversa da matéria orgânica com a densidade nos meses secos e uma relação direta nos meses chuvosos existindo porém uma combinação de efeitos com a granulometria. Neste sentido, 2 situações foram claramente identificados:

1 - Quando o teor de matéria orgânica e silte/argila apresentou valores mínimos, a granulometria classificada como areias grossas e o percentual de cascalho alto (primeira semana de janeiro), o índice de diversidade e equitabilidade foi o mais alto, ocorrendo uma repartição dos tipos tróficos, embora tenha ocorrido a única dominância para o tipo “2 A”. A densidade foi a menor registrada.

2 - Quando o teor de matéria orgânica, o percentual de silte/argila apresenta valores máximos, a granulometria classificada como muito fina e o percentual de cascalho foi mínimo (última semana de junho) registrou-se a maior densidade e valores de diversidade e equitabilidade médios. Ocorreu dominância do tipo trófico “1 A” sendo representado pela maior abundância do gênero *Terschellingia*.

Cinco gêneros foram responsáveis por mais de 50 % das diferenças entre as estações seca e chuvosas: *Daptonema*, *Spirinia*, *Terschellingia*, *Theristus* e *Pseudochromadora*.

A nova espécie do gênero *Spirinia*, mostrou-se resistente às condições físico-químicas impostas pelo ambiente, pois foi dominante durante quase todo o período estudado, salvo quando o contingente pluviométrico começa a diminuir (final de junho e julho). Nessa situação *Therschellingia* e *Daptonema* interferem na dominância.

Para trabalhos de biomonitoramento em estuário tropical urbano, a amostragem semanal utilizando a comunidade de Nematoda é mais adequada do que a normalmente empregada com amostragens trimestrais. Há alguns aspectos a se considerar: a dinâmica dos componentes abióticos nestes sistemas transicionais é muito rápida e a quantidade de gerações no ano dos Nematoda livres é bastante elevada e variável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Objetivando subsidiar uma informação acurada sobre uma metodologia de coleta que extraísse respostas efetivas da meiofauna e da nematofauna em programas de biomonitoramento, seguiu-se, no presente estudo, uma estratégia de campo com amostragens semanais.

Neste trabalho evidenciou-se, no entanto, que ambas as faunas apresentam um comportamento distinto quando testadas a suas estruturas mês a mês. A nível estatístico não foram sublinhadas diferenças significativas entre as estações e sim entre os meses, ressaltando o mês de janeiro, mais especificamente sua primeira semana, onde suas características bióticas e abióticas foram bastantes particulares.

Desta forma, a hipótese de que em estuário tropical eutrofizado a variação da quantidade de matéria orgânica, associada aos parâmetros climáticos, determina a estrutura da comunidade meiofaunística quanto à riqueza e densidade de táxons foi parcialmente aceita. Considera-se que há um padrão intra-estacional, com meses chuvosos no ciclo de estiagem e com meses de estiagem no ciclo pluviométrico, mascarando e estabilidade de uma e de outra estação climática. Neste sentido, a meiofauna se torna mais dependente das variações granulométricas que são, por sua vez, dependentes dos processos hidrodinâmicos, e estes dependentes do ciclo climático.

Já a hipótese de que a estrutura da nematofauna está condicionada à variação da matéria orgânica é, aqui, também parcialmente aceita. Como foi visto, o efeito da matéria orgânica não é independente do efeito da variação granulométrica.

Considera-se, portanto, que se o estudo de biomonitoramento contemplasse apenas a meiofauna, amostragens mensais seriam efetivas. Se considerasse, no entanto, a nematofauna em níveis taxonômicos baixos, a abordagem de prospecção semanal avaliaria com maior propriedade a estrutura da comunidade.

A dominância da nematofauna sobre outros grupos da meiofauna em ambientes com enriquecimento orgânico é evidente, porém estudos utilizando a meiofauna como instrumento de biomonitoramento em regiões tropicais ainda são escassos, necessitando intensificar estes estudos e aprimorar a metodologia empregada. A amostragem semanal aqui abordada, contribuiu com maior propriedade para o entendimento da estrutura desta comunidade.

Em projetos futuros no estuário em estudo e até em outros estuários urbanos tropicais se faz necessário ampliar a área amostral, aferir um maior número de parâmetros, tais como teor de clorofila, metais pesados para que se possa correlacionar com os resultados quali-quantitativos da comunidade e através de projetos mais refinados, desenvolver cultivos desses organismos, testando a sua tolerância à substâncias poluentes.

O refinamento da taxonomia é um fator determinante para os trabalhos futuros. O esforço da classificação dos Nematoda até espécie com certeza contribuirá para um maior entendimento do universo biológico destes organismos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA. **Standard methods for the examination of water and Wastewater**. 16. ed. New York, 1985. 1268 p.
- ALMEIDA, Z. da S. **Alimentação de *achirus lineatus* (Teleosti, Pleuronectiforme: Achiridae) em Itapissuma – PE**. Recife: UFPE, 1996. 129 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. UFPE, 1996.
- ALONGI, D. M. Inter-estuary variation and intertidal zonation of free-living nematodes communities in tropical mangrove systems. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v 40, p. 103-114, 1987
- _____. Community dynamics of free-living nematodes in some tropical mangrove and sandflats. **Bull. Mar. Sci.**, v. 46, p. 358-373, 1990.
- AMJAD, S. ; GRAY, J. S. Use of The nematode-copepod ratio as an index of organic pollution. **Mar. Pollut. Bull.** V. 14, p. 178-181, 1983.
- ANSARI, Z. A.; PARULEKAR, A. H. Community structure of meiobenthos from a tropical estuary. **Indian Journal of Marine Sciences** v 27, p. 362-366, 1998.
- ARAÚJO, A. M.; PIRES, T. T. Simulação exploratória dos efeitos das marés na circulação e transporte hidrodinâmicos da Bacia do Pina . **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. V. 3, p. 57-71, 1998.
- ATILA, N. Effects if habitat complexity and flow on colonization of meiofauna on artificial substrates. **Abstracts of Eleventh Internacional Meiofauna Conference**. Boston. 18 p., 2001.

- AUSTEN M.C.; WIBDOM, B. Changes in and slow recovery of a meiobenthic nematode assemblage following a hypoxic period in the Gullmar Fjord basin, Sweden. **Marine Biology**. v 111, p. 139–145, 1991.
- BEZERRA, T. N. C. **Distribuição espaço-temporal da meiofauna do Istmo de Olinda, com especial referência aos Nematoda livres**. Recife: UFPE, 1994. 106p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Departamento de Oceanografia, UFPE, 1994
- BEZERRA, T. N. C.; GENEVOIS, B.; GENEVOIS, V. F. G. Influência da granulometria na distribuição e adaptação da meiofauna na praia arenosa do Istmo de Olinda-PE. **Oecologia Brasiliensis**, v.3, p. 107-116, 1997.
- BEZERRA, T. N. C. **Nematofauna de uma praia arenosa tropical (Istmo de Olinda – Pernambuco – Brasil)**. Recife:UFPE, 2001. 114 p. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) – Centro de Tecnologia e Geociências – Depto de Oceanografia, UFPE, 2001.
- BOADEN, P. J. S. The interstitial faune of some North Wales Beaches. **Journal Of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge, v. 13, p 79-96, 1963.
- BODIN, Ph. Les peuplements de Copépodes Harpacticoides (Crustacea) des sédiments meubles de la zone intertidale des côtes charentaises (Atlantiques). **Memoires du Museum National d'Histoire Naturelle, Serie A, Zoologie**, Paris, v. 104, p. 1-12, 1977.
- _____ ; BOUCHER, G. Evolution a moyen terme du meiobenthos et des pigments chlorophylliens sur quelques plages polluée par la maré noire de L Amaco – Cadiz. **Oceanologica Acta**, Paris, v. 6, n. 3, p. 321-331, 1983.

BOUCHER, G. **Les nematodes libres des sables fins infralittoraux. Étude *in situ* et expérimentale de la communauté.** Paris (Docteur Es-Science Naturelles). Univ. de Paris-Sud. 236p + annexe. 1979.

BOUWMAN, L. A. A survey of nematodes from the Ems estuary. Part II. Species assemblages and associations. **Zool. Jb. Syst.** V. 110, p 345-376, 1983.

_____ ; ROMEIJN, K.; ADMIRAL, W. On the Ecology of meiofauna in an organically polluted estuarine mudflat. **Estuarine, Coastal Shelf Sci.** v. 19, p. 633-653, 1984.

CASTRO, F. J. V. **Impacto dos processos morfodinâmicos sobre a meiofauna da restinga do Paiva – PE. Brasil.** Recife:UFPE, 1998, 70 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Oceanografia, UFPE, 1998.

_____ ; FONSÊCA-GENEVOIS, V.; LIRA, L.; DA ROCHA, C. M. C. Efeito da granulometria e da topografia sobre a distribuição de *Batillipes pennaki* (Marcus, (1946) em zona tropical típica: restinga do Paiva, Pernambuco, Brasil. **Trab. Oceanog. UFPE.** V. 27(2), p. 89-102, 1999.

CASTRO, F. J. V.; FONSÊCA-GENEVOIS, V. ; MACEDO, S. J.; RODRIGUES, A. C. L.; SANTOS, G. A. Nematodes from a tropical polluted urban estuary (Capibaribe River, PE, Brasil) in: Abstracts of 11th Meiofauna Conference, **Resumos.** Boston, 2001 P. 68.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. Similarity-based testing for community pattern: the 2 way layout with no replication. **Mar. Biol.**, v118, p. 167-176, 1994.

COBB, N. A. Antarctic marine free-living nematodes of the Shackleton expedition. **Contr. Sci. Nematol.**, v. 1, p 1-33, 1914.

COIMBRA, A. L. S.; COSTA, K. M. P.; MACEDO, S. J. Estudo ecológico da Bacia do Pina.n Características físico-químicas da água. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA QUÍMICA. **Resumos**. Recife, UFPE, p. 21, 1987.

CORBISIER, T. N. Nematoda. **In:** A. E. Migotto & C. G. Tiago (eds.) Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do Conhecimento ao final do século XX. 3. Invertebrados Marinhos. FAPESP, São Paulo, p. 115-122, 1999.

COULL, B.C., Hydrographic control of meiobenthos in Bermuda. **Limnology and Oceanography**, v.14, p. 953-957, 1969.

_____; BELL, S. S. Perspectives of marine meiofauna ecology. In: LINVINGSTON, R. J. (Ed). Ecological process in coastal and marine ecosystems. **Ecol. Proc. Coas. Mar. Syst.**, New York: Plenum Publishing, v. 64, p 189-216, 1979.

_____; HICKS, G. R. F.; WELLS, J. B. J. Nematode:Copepod rations for monitoring pollution: a rebuttal. **Mar. Pollut. Bull.**, v. 12, p. 378-371, 1981.

_____; Ecology of the marine meiofauna. In: **Higgins, R. P. & Thiel, H., eds Introduction to the study of meiofauna. Washington, D. C.** Smithsonian Institutuin Press., p 18-38, 1988.

_____; CHANDLER, T. Pollution and meiofauna: field, laboratory and mesocosm studies. **Oceanography and Marine Annual Review**, v. 30, p 191-271, 1992.

_____; Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. **Aust. Jour. Ecol.** V. 24, p. 327-343, 1999.

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

DA ROCHA, C. M. C. **Meiofauna da margem sul da ilha de Itamaracá. Com especial referência aos Tardigrada.** Recife, 1991, 260 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), Centro de Tecnologia e Geociência, Departamento de Oceanografia. UFPE, 1991.

DALTO, A.G.; ALBUQUERQUE, E.F.. Meiofauna distribution in a tropical estuary of the South-western Atlantic (Brazil). **Vie et Milieu**, v. 50, p. 151-162, 2000.

DUPLISEA, D. E.; HARGRAVE, B. T. Response of meiobenthic size-structure, biomass and respiration to sediment organic enrichment. **Hydrobiologia**, v. 339, p 161-170, 1996.

ELMEGREN, R. Baltic benthos communities and the role of meiofauna. **Contr. Askö Lab. Univ. of Stockholm, Sweden**, n 14, p. 1-31, 1976.

EMERY, K. O.; STEVENSON, R. E. Estuaries and Lagoons. In: HEDGPETH, J. W. (Ed.). **Treatise on marine ecology and paleoecology: Ecology.** Boulder: Geological Society of America Memories, 1957, v. 1, n. 67, p. 673-750.

ESSINK, K.; ROMEYN, K. Estuarine Nematodes as indicators of organic pollution; an example from the ems estuary (The Nertherlands). **Nertherlands Journal of Aquatic Ecology**, v. 28(2), p 213-219, 1994.

_____. Charges in estuarine nematode communities following a decrease of organic pollution. **Aquatic Ecology**, v 32, p. 195-202, 1998.

ESTEVES, A. M.; ABSALÃO, R. S.; SILVA, V. M. A. P. Padronização e avaliação da eficácia da técnica de flotação na extração da meiofauna em uma praia de areia grossa (Praia Vermelha, RJ). **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v. 11. p 223-227, 1995.

ESTEVES A. M. Microdistribuição espacial da meiofauna na Coroa do Avião, pernambuco. Recife, 1995. 74p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – C.C.B., Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco.

_____ ; FONSÊCA-GENEVOIS, V. Microdistribuição da meiofauna na Coroa do Avião, Pernambuco – Brasil, com referência especial à utilização da análise de autocorreção espacial. **Arq. Biol. Tecnol.**, v. 4, p. 89-95, 1997.

_____. **Nematofauna da planície de maré de Coroa Grande, Baía de Sepetiba, RJ.** Rio de Janeiro 2002. 117 p. Tese (Doutorado em Zoologia) UFRJ, 2002.

FEITOSA, F. A. DO N. **Produção primária do fitoplâncton relacionada com parâmetros bióticos e abióticos da Bacia do Pina (Recife – Pernambuco, Brasil).** 1988. 220 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade federal de Pernambuco, Recife, 1988.

_____ ; PASSAVANTE, J. Z. de O. Variação sazonal da biomassa primária do fitoplâncton da Bacia do Pina (Pernambuco – Brasil). **Trab. Oceanogr. Da Univ. Fed. PE.**, Recife, v. 21, p. 33- 46, 1990.

FERNANDES, L. M. B., **Relatório:** Avaliação do Impacto da poluição sobre os recursos pesqueiros do rio Jaboatão – PE, Recife, 1996, 129 p.

FLEEGER, J. W. ; DECHO, A. W. Spatial variability of interstitial meiofauna: a review. **Styg.** V3, p. 45-54, 1987.

FOLK, R. C.; WARD, W. C. Brajos River Bar: A study in the significance of grain size parametrs. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 27 (1) p. 3-27, 1957.

FONSÊCA-GENEVOIS, V. **Ecologie des meio-et-mixofaunes d une vasière de l estuaire de la Loire. Correlations avec le milieeu sédimentaire et ses eaux interstitielles.** Paris (Doctorat d Etat). Univ. de Nantes. 366p. 1987.

GEE, J. M.; WARWICK, R. M.; SCHAANNING, M.; BERGE, J. A.; AMBROSE, W. G. Effects of organic enrichment on meiofaunal abundance and community structure in sublittoral soft sediments. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 91, p. 247-262.

GERLACH, S. A. Die Biozonotische Gliederung der Nematodenfauna an den deutschen Kusten. **Zeitschrift fur morphologie und Okologie de Tiere**, v. 41, p 411-512, 1953.

_____. Brazilianische Meeres-Nematoden I (Ergebnisse eines Studienaufenthaltes na der Universität São Paulo). **Bol. Inst. Ocean. Univers. São Paulo**. v. 5. 3-68p. 1954.

_____. Brazilianische Meeres-Nematoden I. **Bol. Inst. Oceanogr., São Paulo**, v.5, 3-69p. 1956a

GERLACH, S. A. Die Nematodenbeseiedlung des tropischen Brandungsstrandes von Pernambuco, Brazilianische Meeres Nematoden II. **Kieler Meeresforsch**, v.12. n.2. 202-218p. 1956b.

_____. Marine Nematoden aus dem Mangrove-Gebiet vonCananéia (Brazilianische Meeres-Nematoden III). **Abh. Math. – Naturw. Kl. Acad. Wiss. Mainz.**, v.5, 129-176p. 1957a.

_____. Die Nematodenfauna des Sandstrandes na der küste von Mittelb
(Brasilianische Meeres-Nematoden IV). **Mitt. Zool. Mus. Berl.**, v.33, n.2, 411-459p.
1957b.

_____; RIEMANN, F. The Bremerhaven Checklist of Aquatic Nematodes.
Veröffentlichungen, Institut für Meeres forschung, Bremerhaven, Suppl. 4 , p. 1-
406, 1973.

_____; RIEMANN, F. The Bremerhaven Checklist of Aquatic Nematodes.
Veröffentlichungen, Institut für Meeres forschung, Bremerhaven, Suppl. 4 , p. 1-
404, 1973; 405-734 , 1974.

_____; Development of marine taxonomy. **Veröffentlichungen, Institut für
Meeres forschung, Bremerhaven** v. 18, p 249-255, 1980.

GIERE, O. **Meiobenthology: The microscopic fauna in aquetic sediments**. Springer-
Verlag, Berlin. 1993. 328 p.

GOMES, C. A. A. **Zonação da meiofauna no médiolitoral no manguezal de Itapissuma
– PE, com enfâse ao Copepoda Harpacticoida**. Recife, 1998. 36p. Monografia
(Bacharelado em Ciências Biológicas). UFPE. 1999.

GOMES, C. A. A., SANTOS, P. J. P. Estrutura da comunidade de Copepoda Harpacticoida
no manguezal de Itamaracá, Pernambuco- Brasil. **In: XXIV Congresso Brasileiro de
Zoologia, Itajaí-Santa Catarina**. v.1. p.107, 2002.

GONZÁLEZ, R. B. Producción primaria y fitoplancton en la Laguna Costera de
Buenavwntura, Rev. Cub. In. Presq. Cuba, v.6, n. 3, p. 1 – 31, 1981.

GRAY, J. S.; CLARCK, K. R.; WARWCK, R. M.; HOBBS, G. Dcttin f inical ffcts f
marin plluutn n marin bnths: an exemplo from the Ekofisk oilfields, North Sea. **Mar.
Ecol. Proog. Ser.**, v. 66, pp 285-299, 1990.

- HAEDRICH, R. L. Diversity and overlap as measure of environmental quality. **Water Research. Pergamon Press**, v. 9 p. 945-952, 1975.
- HEIP, C.; DECRAEMER, W. The diversity of nematode communities in the southern North Sea. **J. Mar. Biol. Ass. U.K.**, v. 54, 251-255, 1974
- HEIP, C.; VINCX, M.; SMOL, N.; VRANKEN, G. The systematics and ecology of free-living marine nematodes. Helminthological Abstracts – Series B, **Plant Nematology**, v. 51, p. 1-31, 1982.
- HEIP, C.; VINCX, M.; VRANKEN, G. The ecology of marine nematodes. **Oceanography and Marine Biology. Annual Review**, v. 23, p. 399-489, 1985.
- HEIP, C.; WARWICK, R. M.; CARR, M. R.; HERMAN, P. M. J.; RUYS, R.; SMOL, N. & HOLSBEKE, K. Analysis of community attributes of the benthic meiofauna of Frierfjord/Langesundfjord. **Mar. Ecology – Progr. Series**. v.46, p.171-180, 1988.
- HENDELBERG, M.; JENSEN, P. Vertical distribution of the nematode fauna in a coastal sediment influenced by seasonal hypoxia in the bottom water. **Ophelia**, v. 37, p. 83–94. 1993.
- HICKS, G.R.F; COULL, B. C. The ecology of marine meiobenthic harpacticoid copepods. **Oceanography and Marine Biology. Annual Review**, v. 21, p. 67-175, 1983.
- HIGGINS, R. P.; THIL, H. **Introduction to the Study of Meiofauna**. Smithsonian Institution Press Washington, D. C. London, 1988. 488p.
- HODDA, M. Variation in estuarine littoral nematode populations over three spatial scales. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 30, p 325-340, 1990

- HOPPER, B. E.; MEYER, S. P. Population studies on benthic nematodes within a subtropical saegrass community. **Mar. Biol.**, v. 1(2), p 85-96, 1967.
- JAKOBI, H. Novos Laophontidae (Copepda, Crust.) da costa brasileira. **Dusenía**, IV (1),1953.
- JAKOBI, H. Harpacticoidea (Cop. Crust.) da microfauna do substrato areno - lodoso do Mar de Dentro (Ilha do Mel – Baía de Paranaguá – Brasil). **Dusenía** V (5 e 6) 1954.
- JAKOBI, H. O gênero *Enhydrosoma* no manguezal da Costa S. Paulo- Paraná (Harpacticoidea-Crustacea).**Dusenía**:VI(3/4)-1955.
- JAKOBI, H. Novas espécies de Harpacticoidea (Copepoda-Crustacea) provenientes de regiões de água salobra da costa São Paulo – Paraná. **Dusenía**: VII (3), p. 159-161, 1956.
- LAMBSHEAD, J. Sub-catastrophic sewage and industrial waste contamination as revealed by nematode fauna analysis. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v 29, p 247-260, 1986.
- LI, JIAN; VINCX, MAGDA. The temporal variation of intertidal nematodes in the Westerschelde I. The importance of an estuarine gradient. **Netherlands Journal of Aquatic Ecology**, v. 27(2-4), p 319-326, 1993.
- LIMA, A. **Meiofauna da Coroa do Avião. Itamaracá-PE**. Natal, 1991, 113 p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Curso em Ciências Biológicas, Centro em Ciências Biológicas, UFRN, 1991.
- LIRA, L. Aspectos da dinâmica dos estuários de Pernambuco. **Caderno Ômega da Universidade Federal Rural de Pernambuco**, v. 3(1/2), p. 133-156, 1979.

LITTLE, C. **The Biology of Soft Shores and Estuaries**. Oxford University Press, Oxford, 2000. 252 p.

LORENZEN, S. **The Phylogenetic Systematic of Freelifing Nematodes**. Ray Society, London, 1994. 383 p.

LUCENA, A.; FONSÊCA-GENEVOIS, V. Estudos quali-quantitativo sobre a meiofauna da Coroa do Avião – Canal de Santa Cruz (Litoral Norte de Pernambuco). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO, 1, Recife, **Resumos...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1993. p.103.

LUZ, B. R. A. **Estuário do Rio Capibaribe, aspecto da dinâmica**. Recife. 1980. 32 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca) – Departamento de Pesca, UFRPE, 1980.

MABESOONE, J. M.; COUTINHO, P. N. Littoral and shallo marine geology of northeastern, Brasil. **Trab. Ocean.**, v. 12, p. 1-214, 1970.

MACÊDO, S. J. de,; COSTA, K. M. P. Estudo ecológico da região de Itamaracá – Pernambuco – Brasil. Condições hidrológicas do estuário do Rio Botafogo. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, p 346-368, 1978.

_____; KOENING, M. L. Rio Capibaribe. In: Universidade Federal de Pernambuco. **Áreas estuarinas de Pernambuco**. Recife: Departamento de Oceanografia, 1987, 350 p.

MAIA, P. R. **Composição e densidade fitoplânctonica na Bacia do Pina, Recife-PE**. 1995. 135 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1995.

MANACHINI, B. Biodiversity of Nematoda Assemblages in the Antarctic sea bed. 1997.
Thesis of International Nematology Course. Universiteit Gent, 73 p.

MARE, M.F. A study of a marine benthic community with special reference to the micro-organisms. **Journal of the Marine Biological Association of the U.K**, 25, 517-554, 1942.

MCINTYRE, A. D. Ecology of marine meiobenthos. **Biological Reviews**, v. 44, p 245-290, 1969.

_____. Observations on the status of subtidal meiofauna research.
Proceedings of the First International Conference on Meiofauna. Hulings, (Editor),
Smithsonian Contributions to Zoology. N. 76, pp. 149-154. 1971.

MEDEIROS, L. R. de A. Conhecimento sobre meiobentos no Brasil e relato de um caso da Costa Sudeste-Sul. **ACIESP**, São Paulo, v. 1, n 54, p 348-371, 1989.

_____. Nematofauna de Praia Arenosa da Ilha Anchieta, São Paulo: 1.
Estrutura trófica. **Anais do IV Simpósio Brasileiro de Ecossistemas, Águas de Lindóia**, v 2, p. 166-178, 1998

MEYL, A. H. Beiträge zur freilebenden Nematodenfauna Brasiliens, 1: Acht neue Nematodenarten der überfamilie Dorylaimoidea. **Nematologia.** v.1. 311-325p. 1956.

MEYL, A. H.. Beiträge zur freilebenden Nematodenfauna Brasiliens, 2: Weitere neue oder wenig bekannte Nematodenarten. **Kieler Meeresforsch.** v.13. 125-133p. 1957

MIGOTTO, A. E. **Avaliação do Estado do Conhecimento da Diversidade de Invertebrados Marinhos no Brasil.** Ministério do Meio Ambiente. Dados Eletrônicos.
www.mma.gov.br/nematoda, 2000.

- MOENS, T.; VINCX, M. On the cultivation of free-living marine and estuarine Nematode. **Helgo. Meeres.**, v. 52(2), p. 115-139, 1998.
- MOENS, T.; GANSBEKE, D. V.; VINCK, M. Linking estuarine nematodes to their suspected food. Acase study from Eesterschelde estuary (south-west Nertherlands). **J. mar. Biol. Ass. U.K.**, v. 79, p. 1017-1027, 1999.
- MONTAGNA, P. A.; LI, J. Modelling contaminant effects on deposit feeding nematodes near Gulf of Mexico production platforms. **Ecological Modelling**, p. 151-162, 1998.
- MURRELL, M.C.; FLEEGER, J.W. Meiofauna abundance on the Gulf of Mexico continental shelf affected by hypoxia. **Continental Shelf Research**, v. 9, p.1049–1062, 1989.
- NASCIMENTO, F. C. R. do; FEITOSA, F. A. do N.; MNIZ, K. Variação espacial e temporal da produção fitoplanctônica fracionada na Bacia do Pina relacionada com parâmetros hidrológicos (Recife-Pernambuco-Brasil). In: CONGRESSO NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 12., 1999, Rioo de Janeiro. **Resumos...** Rioo de Janeiro: Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 1999. p. 307-309.
- NASCIMENTO, F. C. R. do. **Aspectos ecológicos da comunidade fitoplanctônica da Bacia do Pina associados com alguns parâmetros abióticos (climatológicos e hidrológicos)**. Recife: UFPE, 2001. 114 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de oceanografia, UFPE, 2001.
- ÓLAFSSON, E. Meiobenthos in mangrove areas in eastern Africa with emphasis on assemblage structure of free-living marine nematodes. **Hydrobiologia**, v. 312, p. 47–57, 1995.
- OTTMANN, F. La maré de salinité dans le Capibaribe. **Trab. Inst. Biol. Marit. Oceanogr.**, Recife, n1, p. 39-49, 1959.

OTTMANN, F.; COUTINHO, P. N. Etudes sédimentologiques dans le port de Recife (Brésil). **Cahiers Oceanographiques**, v. 15, p. 161-169, 1963.

PALMER, M. A. Invertebrate drift: behavioral experiments with intertidal meiobenthos. **Mar. Beh. Physiol**, v. 10, p. 235-253, 1984.

_____. Dispersal of marine meiofauna: a review and a conceptual model explaining passive transport and active emergence with implications for recruitment. **Mar. Ecol. Progr. Ser.**, v. 48, p. 81-91, 1988.

PARANAGUÁ, M. N.; GUSMÃO, L. M. De O.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. (a). Zooplâncton da área costeira do Porto do Recife. **Trab. Ocean.**, v. 21, p. 59-80, 1990.

_____. Cladocera (Cruustacea) doo estuário do rio Capibaribe-Recife-Pernambuco. Recife, 1991. 120 p. Tese (Titular em Zoologia) – Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1991.

PASTOR DE WARD, C. T. Nematodes Marinos de la Ria Deseado, part III. 1988.

PETERSON, C. H. KENNICULTT. M. C.; GREEN. R. H. MONTAGNA, P. M.; POWELL, E. N.; ROSCIGNO, P. Ecological consequences of environmental perturbations associated with offshore hydrocarbon production: a perspective from study of long-term exposures in the Gulf of Mexico. **C. J. Fish. Aquat. Sci.** v. 6, p. 12-42, 1996.

PINTO, T. K. de O. **Estrutura da comunidade de meiofauna no banco de areia coroa do avião – Itamaracá – PE. Brasil.** Recife: 1998. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Departamento de Zoologia, UFPE, 1998.

PINTO, T. K. O. & BEMVENUTI, C. E. Effects of burrowing benthic macrofauna on meiofauna vertical distribution: a preliminary approach. **In:** Mangroove, Recife. 1-7 p, 2000.

PINTO, T. K. de O., Perturbações biológicas e antrópicas sobre as associações de meio e macrofauna na região estuarina da Lagoa dos Patos – RS. Rio Grande, 2003. 124p. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica), Universidade Federal do Rio Grande.

PLATT, H. M.; WARWICK, R. M. The significance of free-living nematodes to the littoral ecosystem. **Systematics Association Special**, v. 17, p. 729-759, 1980.

_____. **Free living Marine Nematodes. Part I. British Enoplids.** Cambridge University Press. 1983. 307 p.

_____. **Free living Marine Nematodes. Part II. British Chromadorids.** Linnean Society of London. E. J. Brill., 1988. 502 p.

PLATT, H.M.; WARWICK, R.M.; SOMERFIELD, P. Free living Marine Nematodes. II. British Chromadorids. **In: D.M. Sermack & R.S.K. Barnes (Eds), Synopses of the British fauna (New Series). Linn. Soc. London, Est. Brackish-water Sc. Ass.;** 1988.

RAFFAELLI, D. G., MASON, C. F. Na assesment of the potential of major meiofauna groups for monintoring organic pollution. **Mar. Environ. Res.**, v. 7, p. 151-164, 1982.

REID, J.W. Maxillopoda - Copepoda Harpacticoida. In **Catalogue of Crustacea of Brasil**. (ed. P.S. Young) pp. 75–127. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 1998.

RENAUD-MORNANT, J.; BODIN, P.; BODIOU, J. Y. **Estimations du rôle énergétique spatio-temporelle du méiobenthos em milieu littoral: échantillannage et**

- méthodologie**. Paris: Centro National de la Recherche Scientifique, 1984. 232 p. (Rapport final n.982002).
- RIBEIRO, V. S. de S. Relação dos fatores ambientais com a meiofauna na praia de Tamandaré, Pernambuco, Brasil. Recife: UFPE, 1999. 76 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) Departamento de Zoologia.
- ROCHA, C. M. C. da., FONSÊCA-GENEVOIS, V. Distribuição da meiofauna no estuário do rio Goiana, Pernambuco. Nota prévia In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 13., 1986, Cuiabá. **Resumos...**, Cuiabá: Universidade Federal do Mato Grosso, 1986. p. 248.
- RODRIGUES, A. C. L. **Variação espacial da meiofauna com ênfase à nematofauna na Bacia do Pina, Pernambuco, Brasil**. Recife, 2002. 92p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) Departamento de Zoologia, UFPE, 2002.
- ROSA-FILHO, J. S. **Variações na estrutura das associações de macroinvertebrados de fundos moles dos estuários do Rio Grande do Sul (Brasil): Influência das variáveis naturais e da contaminação ambiental**. Rio Grande, 2001. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) FURGS, 2001.
- RUDNIK, D.T., ELMGREN, R. & FRITHSEN, J.B. Meiofaunal prominence and benthic seasonality in a coastal marine ecosystem. **Oecologia (Berlin)**, v. 67, p.157–168, 1985.
- RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados**. São Paulo. Ed Rocca. 1029 p., 1996.
- SANT'ANNA, E. M. E. **Estrutura e biomassa da comunidade zooplânctônica da Bacia Pina (Pernambuco, Brasil), relacionados com fatores ambientais**. 1993. 195 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – USP, São Carlos, 1993.

- SANTOS, P. J. P. O meiobentos da costa Brasileira: Padrões de diversidade e de dominância. **Anais do XII Encontro de Zoologia do Nordeste**. P. 91-100, 1999
- SANTOS, P. J. P.; GOMES, C. A. A.; ALMEIDA, Z. S.; FÔNSECA-GENEVOIS, V. G. & SOUZA-SANTOS, L. P. Diversidade de Copepoda Harpacticoida em área de manguezal do Canal de Santa Cruz, Pe, Brasil. *In: V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação*, Vitória. v.2: 319-326p. . 2000
- SASEKUMAR, A., Meiofauna of a mangrove shore on the west coast of peninsular Malaysia. **Raffles Bulletin of Zoology**, v. 42, p. 901–915, 1994.
- SCHRATZBERGER, M.; WARWICK, R. M. Effects of the intensity and frequency of organic enrichment on two estuarine nematode communities. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 164, p 83-94. 1998.
- SILVA, T. A. **Variação nictemeral e sazonal do zooplâncton no estuário do rio Capibaribe – Recife- Pernambuco – Brasil**. Recife, 1994. 135 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), Departamento de Oceanografia, UFPE. 1994.
- SILVA, J. A . B. & MELLO, R. L. S. Informações preliminares sobre a malacofauna do rio Capibaribe e Bacia do Pina, Recife-PE. *In: Congres. Nordest. de Eologia, IV*. Recife, Sociedade Nordestina de Ecologia. p. 17, 1991.
- SILVA-CUNHA, M. G. G.; FEITOSA, F. A. & ALMEIDA, C. D. P.. Diatomáceas da Bacia do Pina (PE). *In: XIV Reunião Nordestina de Botânica..* Recife, UFPE, p. 28. 1990
- SILVA, N. R. R. **Distribuição dos Nematoda livres em tanques evaporação da salina Diamante Branco, Natal-RN**. Recife: 2001 41p. Monografia (Bach. em Ciências Biológicas). UFRPE. 2001.

- SILVA, A. M. C. **Relações da dinâmica costeira com a meiofauna de um ambiente impactado (estuário do rio Jaboatão, Pernambuco, Brasil)**. Recife, 1997. 69 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Departamento de Zoologia, UFPE, 1997.
- SKOOLMUN, P. GERLACH, S. A. Jahereszeitliche Fluktuationen der Nematodenfauna im Gezeitenbereich des Weser-Astuars. **Veroffentlichen. Institut fur Meeresforschung Bremerhaven**, v. 13, p. 119-13, 1971.
- SMOL, N.; HEIP, C.; GOVAERT, M. The life cycle of *Oncholaimus oxyuris* (Nematoda) in its habitat. **Annales de la societe Royale Zoologique de Belgique**, v. 110, p. 87-103, 1981.
- SMOL, N.; WILLEMS, K.A.; GOVAERE, J.C.R.; SANDEE A.J.J. Composition, distribution and biomass of meiobenthos in the Oosterschelde estuary (SW Netherlands), **Hydrobiologia**, v. 282-283, p 197-217, 1994.
- SOMERFIELD, P.J., GEE, J.M.; WARWICK, R. M. Soft sediment meiofaunal community structure in relation to a long-term heavy metal gradient in the Fal estuary system. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 105, p. 9-88, 1994.
- SOMERFIELD, P.J., GEE, J.M.; ARYUTHAKA, C. Meiofaunal communities in a Malaysian mangrove forest. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 78, p. 717–732, 1998.
- SOUZA, E. M. de J. **Estudo da meiofauna em uma praia da Baía de Tamandaré, Pernambuco (Brasil): efeito mareal, variação temporal e dispersão**. Recife: 1997. 89 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Departamento de Zoologia, UFPE, 1997.

STEYAERT, M.; GARNER, N. GANSBEKE, van D.; VINCX, M. Nematode communities from the North Sea: environmental controls on species diversity and vertical distribution within the sediment. **J. Mar. Biol. Ass. U.K.**, v. 79, p. 253-264, 1999.

STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. **Bull. of Can.**, n. 167, p. 207-211, 1972.

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo: Edgard Bliicher. 317 p., 1973.

TEAL, J. M.; WIESER, W. The distribution and ecology of nematodes in a Georgia salt marsh. **Limnology and Oceanography**, v. 11, p. 217-222.

TIETJEN, J. H. The ecology of shallow water meiofauna in two New England estuaries. **Oecologia**, v. 2, p. 251-291, 1969.

_____. Population distribution and structure of the free-nematodes of Long Island Sound. **Marine Biology**, v. 43, p. 123-136, 1977.

TIETJEN, J. M.; ALONGI, D. M. Population growth and effects of nematodes on nutrient regeneration and bacteria associated with mangrove detritus from northeastern Queensland (Australia). **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 68, p. 169-179, 1990.

TITA, G.; VINCX, M.; & DESROSIERS, G. Size spectra, body width and morphotypes of intertidal nematodes; an ecological interpretation. **J. Mar. Biol. Ass. U.K.**, v. 79, p. 1007-101, 1999.

TITA, G.; DESROSIERS, G.; VINCX, M.; GAGNÉ, J-P.; LOCAT, J. Diversity and vertical distribution of nematode assemblages: the Saguenay fjord (Quebec, Canada). **Cah. Biol. Mar.**, v. 42, p. 263-274, 2001.

TRAVASSOS, P. E. P. F. **Hidrologia e biomassa primária do fitoplâncton no estuário do rio Capibaribe, Recife – Pernambuco**. Recife: 1991. 287 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – UFPE, 1991.

UNESCO. **International Oceanographic Tables**. National Institute of Oceanography of Great Britain, 1973. 141 p.

VAN DAME, D.; HERMAN, R.; SHARMA, J.; HOLVOET, M.; MARTENS, P. Benthic studies of the Southern Bight of the North Sea and its adjacent continental estuaries. Progress Report II. Fluctuations of the meiobenthic communities in the Westerschelde estuary. **ICES.**, v. 23, p 131-170, 1980.

VANHOVE, S. Size spectra of nematode assemblages in east African mangrove. *Academiae Analecta – AWLSK, Klasse der Wetenschappen, Paleis der Academien, Brussel*, v. 55, n. 2, p. 129-142, 1993.

VASCONCELOS FILHO, A. L. & RAMOS-PORTO, M. Informações preliminares sobre o meiobentos da região estuarina de Vilha Velha, Itamaracá - PE. *Anais da Sociedade Nordestina de Zoologia. Trabalhos do V e VI Encontro de Zoologia do Nordeste – Teresina*, v. 2 (2), p.133-143.1987.

VILLANO, N.,; WARWICK, R.M. Meiobenthic communities associated with the seasonal cycle of growth and decay of *Ulva rigida* Agardh in the Pallude Della Rosa, Lagoon of Venice. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 41, p.181–194. 1995.

VINX, M. Diversity of the nematode community in the Southern Bight of the North Sea. **Netherlands Journal of Sea Research**, v. 25, 181-188, 1990.

VOPEL, K., DEHMLow, J.; ARLT, G. Vertical distribution of *Cletocamptus confluens* (Copepoda, Harpacticoida) in relation to oxygen and sulphide microprofiles of a

- brackish water sulphuretum. **Marine Ecology Progress Series**, v. 141, p.129–137, 1996.
- WANDERNESS, A.P.; ESTEVES, A. M.; NOGUEIRA, C. S. R.; FONSÊCA-GENEVOIS, V. Copepoda Harpacticoidea Meiobentônicos da Coroa do Avião, Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos. Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 26 (2), p. 99-104.1998.
- WARWICK, R.M. Nematode association in the Exe estuary. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kindom**, v. 51, p. 439–454, 1971.
- WARWICK, R. M., PRICE, R. Ecological and metabolic studies on free living nematodes from an estuarine mud-flat. **Estuaries Coastal Mar. Sci.**, v. 9, p. 257-271, Oct. 1979.
- WARWICK, R. M. The nematod/copepod ratio and its use in pollution ecology. **Mar. Poll. Bull.**, v. 12, n. 10, p. 329-333, 1981.
- WARWICK, R. M. **The biology of free-living nematodes**. Secod edition. Claredon: press Oxford, 1984. 251 p.
- WARWICK, R.M., PLATT, H.M., CLARKE, K.R., AGARD, J. & GOBIN, J. Analysis of macrobenthic and meiobenthic community structure in relation to pollution and disturbance in Hamilton Harbour, Bermuda. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.138, p.119–142, 1990.
- WARWICK, R. M. Enviromental impact studies on marine communities. **Astraul. Jour. Ecol.** v.18. p. 63-80. 1993.
- WARWICK, R. M.; CLARKE, K. R. New “biodiversity” measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 129, p. 301-305, 1995.

WARWICK, R. M.; PLATT, H. M. & SOMERFIELD, P. J. **Free-living marine Nematodes Part III (Monohysterid).**, The Linnean Society of London and The estuarine and Coastal Sciences Association. 296p. 1998.

WIDBOM, B. & ELMGREN, R. Response of benthic meiofauna to nutrient enrichment of experimental marine ecosystems. **Marine Ecology Progress Series**, v. 42, p. 257–268, 1988.

WIESER, W. Die Beziehungen zwischen Mundhöhlengestalt, Ernährungsweise und Vorkommen bei freilebenden marinen nematoden. **Ark Zool.**, v.4, p.439-484, 1953.

_____. Free-living marine nematodes II. Chromadoroidea. **Acta Universitatis Lund (N,F.2)**, v. 50(16), p. 1-148, 1954.

_____. Benthic studies in Buzzards Bay. II. The meiofauna. **Limnologia and Oceanography**, v. 5, p. 121-137, 1960.

WITTE, J. I. J.; ZIJLSTRA, J. J. The meiofauna of a tidal flat in the western part of the Wadden Sea and its role in the benthic ecosystem. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 14, p. 120-138, 1984.

ANEXOS

Tabela II.1 - Densidade média(ind. 10 cm-2) e percentual dos gêneros mensais.

| GÊNERO | JANEIRO | | FEVEREIRO | | MARÇO | | JUNHO | | JULHO | | AGOSTO | |
|-------------------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|
| | ind.10cm ² | % |
| Anoplostoma | 0,00 | 0,00 | 8,91 | 0,40 | 5,16 | 0,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Astonema | 0,00 | 0,00 | 4,56 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Axonolaimus | 8,09 | 0,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Chromadorita | 5,30 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Chromaspirinia | 8,81 | 0,43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Comesoma | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Daptonema | 10,05 | 0,49 | 66,97 | 3,00 | 193,68 | 6,87 | 243,14 | 9,03 | 466,93 | 25,38 | 87,14 | 6,95 |
| Desmodora | 1,06 | 0,05 | 4,14 | 0,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Halalaimus | 0,53 | 0,03 | 34,71 | 1,56 | 18,77 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,53 | 0,12 |
| Halichoanolaimus | 13,04 | 0,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Linhomoeus | 27,83 | 1,35 | 38,58 | 1,73 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Marylynnia | 0,00 | 0,00 | 12,41 | 0,56 | 0,00 | 0,00 | 5,84 | 0,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Metachromadora | 78,94 | 3,82 | 67,62 | 3,03 | 110,94 | 3,94 | 35,03 | 1,30 | 38,32 | 2,08 | 10,02 | 0,80 |
| Oncholaimus | 59,28 | 2,87 | 47,54 | 2,13 | 22,12 | 0,78 | 149,74 | 5,56 | 34,69 | 1,89 | 19,83 | 1,58 |
| Paracanthochus | 1,06 | 0,05 | 25,80 | 1,16 | 98,66 | 3,50 | 43,63 | 1,62 | 34,98 | 1,90 | 27,74 | 2,21 |
| Paracyatholaimus | 0,53 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Paramonohystera | 0,53 | 0,03 | 5,49 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Parodontophora | 46,56 | 2,25 | 43,61 | 1,96 | 49,33 | 1,75 | 43,81 | 1,63 | 25,60 | 1,39 | 7,38 | 0,59 |
| Pomponema | 0,53 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Prochromadorella | 0,53 | 0,03 | 19,88 | 0,89 | 6,80 | 0,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Pseudochromadora | 13,72 | 0,66 | 8,91 | 0,40 | 6,80 | 0,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,54 | 0,20 |
| Sabatieria | 34,21 | 1,65 | 17,60 | 0,79 | 11,49 | 0,41 | 8,61 | 0,32 | 7,80 | 0,42 | 0,00 | 0,00 |
| Spirinia | 1.108,33 | 53,57 | 1.185,62 | 53,18 | 1.337,85 | 47,47 | 1.211,65 | 45,00 | 615,35 | 33,45 | 834,78 | 66,60 |
| Terschellingia | 629,39 | 30,42 | 572,56 | 25,68 | 790,74 | 28,06 | 908,48 | 33,74 | 586,25 | 31,87 | 236,18 | 18,84 |
| Thalassomonystera | 0,00 | 0,00 | 8,27 | 0,37 | 70,53 | 2,50 | 20,58 | 0,76 | 12,52 | 0,68 | 4,59 | 0,37 |
| Theristus | 4,77 | 0,23 | 16,97 | 0,76 | 23,45 | 0,83 | 16,20 | 0,60 | 17,16 | 0,93 | 19,07 | 1,52 |
| Tricotheristus | 0,53 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Viscosia | 15,15 | 0,73 | 39,35 | 1,76 | 71,87 | 2,55 | 5,84 | 0,22 | 0,00 | 0,00 | 2,54 | 0,20 |
| | 2.068,78 | | 2.229,50 | | 2.818,20 | | 2.692,55 | | 1.839,60 | | 1.253,35 | |

