

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

Padrões espaciais e temporais da comunidade de invertebrados bentônicos no estuário Tramadaí-Armazém, RS, e a resposta da macro e meiofauna a um derrame experimental de óleo bruto.

Tese de Doutorado

SIMONE CATERINA KAPUSTA

Porto Alegre
Agosto – 2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

Padrões espaciais e temporais da comunidade de invertebrados bentônicos no estuário Tramadaí-Armazém, RS, e a resposta da macro e meiofauna a um derrame experimental de óleo bruto.

SIMONE CATERINA KAPUSTA

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências, com ênfase em Ecologia.

**Orientador: Dra. Norma Luiza Würdig
Dr. Carlos Emílio Bemvenuti
Fundação Universidade Federal do Rio Grande**

Comissão Examinadora:
Dr. Sérgio A. Netto, Laboratório de Ciências Marinhas, UNISUL
Dra. Carla Penna Ozorio, Departamento de Zoologia, UFRGS.
Profa. Dra. Maria Teresa Raya Rodriguez, Departamento de Ecologia, UFRGS

Porto Alegre, RS, Brasil
Agosto de 2005

**A Deus e ao meu bem maior:
minha família amada,
Marcos, Antônio, Marly, Daniel e
Oliver.**

“O grande rio tem seu trajeto, antes do mar imenso.
Copiando-lhe a expressão, a alma percorre igualmente caminhos variados e
etapas diversas, também recebe afluentes de conhecimentos, aqui e ali,
avoluma-se em expressão e purifica-se em qualidade, antes de encontrar o
Oceano Eterno da Sabedoria”.

Mensagem de André Luiz
(Francisco Cândido Xavier - *Nosso Lar*)

AGRADECIMENTOS

A Deus, meus Amigos Espirituais e meu Anjo da Guarda, pelo apoio espiritual, fornecendo-me força, persistência e confiança nesta caminhada.

Ao Marcos, pelo apoio, equilíbrio e amor, em todas as horas. Ao Oliver pelas intermináveis horas de alegria. Aos meus pais Antônio e Marly e ao meu irmão Daniel, muito obrigada por tudo.

Ao Prof. Bemvenuti por estes 12 anos de aprendizado, de amizade, de discussões engrandecedoras, pelo exemplo científico que sigo e sempre seguirei, aonde quer que me encontre.

A Profa. Norma pela amizade, pelas discussões, por ter proporcionado o desenvolvimento deste estudo. Muito Obrigada também pelo empenho na obtenção das bolsas de doutorado, essenciais para a execução do trabalho.

Ao Niltão da FURG pela amizade, discussões e pelo amostrador de meiofauna. Aprendi e aprendo muito contigo.

Ao Osvaldo S. Machado, do Ceclimar, pela coletas, pelo experimento, pelas ótimas risadas.

Ao Marcelo Saraiva pelas tantas quilometragens que fizemos com a Toyota.

Ao Prof. Gilberto Griep, pela minha participação no Projeto PETROBRAS.

A Suzana F. Freitas (Zana) e Nelson Machado pela amizade, crescimento profissional e pessoal, pela revisão dos manuscritos, pela oportunidade de trabalhar e aprender muito com vocês.

A Vera L. Souza (Verinha), Camila Freitas (Mila), Cynthia Cenzano e Ivone Fausto pelas agradáveis horas de convivência. A amizade de vocês é essencial em minha vida. Ivone obrigada também pelo empréstimo do equipamento para a medição das variáveis abióticas.

Aos amigos que participaram ativamente em campo e laboratório, principalmente na execução do experimento, sem vocês esta atividade não teria dado certo: Osvaldo, Mila, Verinha, Daliana Tônus, Ana Pressi, Carina Scapinelli e Simone Freitas. Dali, muito obrigada por tudo.

A amiga Taciana K. Pinto, por ter me apresentado este mundo novo e apaixonante dos nematódeos, me ensinando desde a preparação de lâminas até a

identificação dos organismos Nematoda. Obrigada ainda pela paciência de revisar as lâminas, pelas discussões e elucidações de dúvidas.

A amiga Carla P. Ozorio, Muito Obrigada pelas horas e horas de discussões dos trabalhos, você colaborou e muito para o amadurecimento desta tese e para o meu crescimento no conhecimento sobre os organismos bentônicos.

Aos amigos Luciana Angonesi e Michel Gandra pelas discussões enriquecedoras, sempre elucidando todas as dúvidas. Obrigada também pela ótima acolhida em sua casa, nas minhas estadas em Rio Grande.

Ao amigo José Souto Rosa-Filho, que mesmo distante é sempre lembrado.

Ao Guilherme Lima pela interpretação das análises do óleo e pelas discussões enriquecedoras.

Aos amigos do Laboratório de Invertebrados Bentônicos: Flávio, Aline, Luiz Fernando, Fernando (Nando), Thiago, pelas agradáveis horas de convivência.

Ao Gilberto Rodrigues pelo empréstimo dos blocos escavados.

Ao laboratório de Malacologia, especialmente a profa. Inga L. Veitenheimer-Mendes ao Fábio Wiggers, pela realização das fotografias. Ao Fábio, Demétrius e Daniel pelas importantes trocas de experiências.

A Neuza Teixeira, do Laboratório de Sedimentologia pelas análises granulométricas.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pela bolsa de Doutorado e pelo financiamento do Projeto de Identificação de Nematoda.

A Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) pela autorização para a realização do derrame experimental de óleo.

A TRANSPETRO Petrobrás Transportes S.A. pelo óleo fornecido para o experimento, com especial agradecimento ao Manoel da Rosa e Roger Godolphim pelo acompanhamento do experimento.

A PETROBRAS por ter permitido a divulgação dos dados da macrofauna.

A Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ecologia, em especial a Noemi Fagundes e Silvana Barzotto, sempre prestativas em todas as ocasiões.

Enfim, a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram muito, com experiência, conselhos e principalmente com amizade.

SUMÁRIO

RESUMO.....	01
ABSTRACT.....	03
INTRODUÇÃO GERAL.....	05
ÁREA DE ESTUDO.....	09
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
ARTIGO I - ESTRUTURA DA MEIOFAUNA NO ESTUÁRIO TRAMANDAÍ-ARMAZÉM (SUL DO BRASIL).....	17
Resumo.....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Materiais e Métodos.....	21
Análise dos dados.....	22
Resultados.....	23
Discussão.....	25
Referências Bibliográficas.....	29
ARTIGO II - DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE NEMATODA, NUM ESTUÁRIO SUBTROPICAL DO SUL DO BRASIL.	39
Resumo.....	39
Abstract.....	40
Introdução.....	41
Materiais e Métodos.....	42
Análise dos dados.....	43
Resultados.....	44
Variáveis abióticas.....	44
Nematoda.....	45
Discussão.....	46
Referências Bibliográficas.....	51

ARTIGO III - PADRÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA MACROFAUNA NUM ESTUÁRIO SUBTROPICAL DO SUL DO BRASIL.....	60
Resumo.....	60
Abstract.....	61
Introdução.....	62
Materiais e Métodos.....	63
Análise dos dados.....	64
Resultados.....	65
Discussão.....	66
Referências Bibliográficas.....	71
ARTIGO IV - RESPOSTA DA MACRO E MEIOFAUNA A UM DERRAME EXPERIMENTAL DE ÓLEO BRUTO, NO ESTUARIO TRAMANDAI- ARMAZEM (SUL DO BRASIL).....	82
Resumo.....	82
Abstract.....	83
Introdução.....	84
Área de Estudo.....	85
Materiais e Métodos.....	86
Procedimento em campo.....	86
Procedimento em laboratório.....	87
Análise dos dados.....	88
Resultados.....	88
Macrofauna.....	89
Meiofauna.....	89
Nematoda.....	90
Discussão.....	90
Referências Bibliográficas.....	93
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
ANEXOS.....	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa com a localização do estuário Tramandaí-Armazém, Litoral Norte do Rio Grande do Sul (Fonte: EMBRAPA).....	10
I - Figura 1: Mapa com a localização das áreas amostrais, no estuário Tramandaí-Armazém (modificado de Tabajara, 1994).....	33
I - Figura 2: Análise MDS (Multi-dimensional Scaling ordination), realizada com a densidade média da meiofauna, considerando a laguna Armazém (A), Canal (C) e laguna Tramandaí (T).....	33
I - Figura 3: Resultado da análise MDS (Multi-dimensional Scaling ordination), realizada à partir dos dados de densidade da meiofauna, considerando a laguna Armazém (A), Canal (C) e laguna Tramandaí (T), nas estações de verão, outono, inverno e primavera de 2000.....	34
I - Figura 4: Densidade média (ind/10cm ²) e desvio padrão das amostras de meiofauna total, e grupos mais representativos, por laguna, coletadas no verão, outono, inverno e primavera de 2000.....	35
II - Figura 1: Mapa modificado de Tabajara & Dillenburg (1997) com a localização das áreas amostrais, no estuário Tramandaí-Armazém.....	57
II - Figura 2: Média e desvio padrão da densidade (ind/10cm ²), diversidade (Shannon), equitatividade (Pielou) e riqueza (número de gêneros), por laguna, no estuário Tramandaí-Armazém.....	58
II - Figura 3: MDS (Multi-dimensional Scaling Ordination) realizado com a densidade dos gêneros de Nematoda, considerando a média das amostras (stress = 0,08), coletadas na laguna Armazém (A), Canal (C) e laguna Tramandaí (T).....	58
II - Figura 4: Densidade média (indivíduos/10cm ²) dos grupos tróficos de Nematoda, por ambiente amostrado, no estuário Tramandaí-Armazém, nas estações de verão, outono, inverno e primavera de 2000. Comedores de Bactérias (MC – Microvores), comedores de ciliados (CF - Ciliate feeder), comedores de depósito (DF - Deposit feeder), comedores de epistrato (EF - Epigrowth feeder) e predadores facultativos (FP - Facultative predators).....	59
III - Figura 1: Mapa com a localização do estuário Tramandaí-Armazém, RS, Brasil.....	79
III - Figura 2: Média e desvio padrão da densidade média da macrofauna (ind/m ²), riqueza específica, equitatividade (J') e diversidade (H'), na laguna Armazém, Canal e laguna Tramandaí.....	80
III - Figura 3: MDS (Multi-dimensional Scaling ordination) realizado com a densidade das espécies da macrofauna (stress = 0,01), encontrada nas amostras coletadas na laguna Armazém (A), Canal (C) e laguna Tramandaí (T).....	80

III - Figura 4: Resultado da análise MDS (Multi-dimensional Scaling ordination), realizada à partir dos dados de densidade da macrofauna, considerando a laguna Armazém (A), Canal (C) e laguna Tramandaí (T), no outono, inverno e primavera de 2002, e verão de 2003.....	81
IV - Figura 1: Mapa do estuário Tramandaí-Armazém, com a localização da área experimental.....	101
IV - Figura 2: Desenho amostral esquemático do experimento em campo (O – corer com óleo bruto; SO – corer sem óleo; C – controle natural; 4 - horas após adição do óleo, 9 - horas após a adição do óleo).....	101
IV - Figura 3: Densidade média total da macrofauna e densidade média dos poliquetas <i>Laeonereis acuta</i> , <i>Nephtys fluviatilis</i> e <i>Heteromastus similis</i> , nos tratamentos controle (C), corer sem óleo (SO) e corer com óleo (O), 4 horas (4) e 9 horas (9) após a adição do óleo.....	102

LISTA DE TABELAS

I - Tabela I: Densidade média, desvio padrão e abundância relativa (%) dos grupos taxonômicos, coletados na laguna Armazém, no Canal e laguna Tramandaí. MP – meiofauna permanente, MT – meiofauna temporária.....	36
I - Tabela II: Resultado da análise ANOSIM bi-fatorial, considerando os fatores ambientes (Armazém, Canal e Tramandaí) e o fator estações de coleta (verão, outono, inverno e primavera).....	36
I - Tabela III: Resultado da análise de variância bi-fatorial ($p < 0,05$), entre os fatores ambientes e estações de coleta, considerando a densidade dos grupos taxonômicos mais representativos da meiofauna permanente e meiofauna temporária. NS diferença não significativa. A: laguna Armazém, T: laguna Tramandaí, C: Canal, V: verão, O: outono, I: inverno e P: primavera. Diferença significativa verificada pela análise de Tukey.....	37
I - Tabela IV: Resultado da ANOSIM, entre as lagoas Tramandaí, Armazém e o Canal, nas estações de verão, outono, inverno e primavera de 2000 (* significativo)	37
I - Tabela V: Resultado da ANOVA e do teste de Tukey, entre as lagoas Armazém (A), Canal (C) e Tramandaí (T), considerando a densidade média total da meiofauna (Total), e as densidades dos grupos mais abundantes. *Nível de significância $p < 0,05$	37
I - Tabela VI: Valores médios e desvio padrão da temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e pH registrados na água de fundo, transparência e profundidade, percentuais de areia, finos e matéria orgânica (MO), na laguna Armazém, laguna Tramandaí e no Canal, estações de verão, outono, inverno e primavera de 2000.....	38
II -Tabela 1: Valores médios e desvio padrão, de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e pH registrados na água de fundo, transparência e profundidade, percentuais de areia, finos e matéria orgânica (MO), nas lagoas Armazém, Tramandaí e no Canal, estações de verão, outono, inverno e primavera de 2000.....	55
II - Tabela 2: Densidade média de organismos ($\text{ind}/10\text{cm}^2$), desvio padrão e a abundância relativa (%) dos gêneros de Nematoda, coletados na laguna Armazém, Canal e laguna Tramandaí. Classificação dos gêneros quanto ao grupo trófico (Moens & Vincx, 1997) : comedores de bactérias (MC – Microvores), comedores de ciliados (CF - Ciliate feeder), comedores de depósito (DF - Deposit feeder), comedores de epistrato (EF - Epigrowth feeder) e predadores facultativos (FP - Facultative predators).....	55
II - Tabela 3: Resultado da análise ANOVA ($p < 0,05$) bi-fatorial considerando a densidade, diversidade, equitatividade e riqueza de gêneros de Nematoda, entre a laguna Armazém (A), Canal (C) e laguna Tramandaí (T). NS: diferença não significativa. Diferença significativa verificada pela análise de Tukey.....	56

II - Tabela 4: Resultado do ANOSIM, entre as lagunas Tramandaí, Armazém e o Canal, considerando as densidades dos gêneros de Nematoda, coletados nas estações de verão, outono, inverno e primavera de 2000, e estações em conjunto.....	56
II - Tabela 5: Densidade média (ind/10cm ²) de organismos e desvio padrão, dos grupos tróficos, encontrados na laguna Armazém (A), Canal (C) e Tramandaí (T) e resultado da análise de variância (ANOVA) bi-fatorial entre os ambientes e entre as estações de coleta (V-verão, O-outono, I-inverno, P-primavera). NS: diferença não significativa. Diferença significativa verificada pela análise de Tukey.....	56
III - Tabela 1: Densidade média e desvio padrão das espécies da macrofauna, coletadas na laguna Armazém, Canal e laguna Tramandaí, considerando o conjunto das estações.....	76
III - Tabela 2: Resultado da análise ANOVA bi-fatorial (p<0,05) considerando a densidade, diversidade, equitatividade e riqueza específica da macrofauna, entre os ambientes analisados (A-laguna Armazém, C-Canal, T-laguna Tramandaí) e entre as estações de coleta (O-outono, I-inverno, P-primavera, V-verão). NS – diferença não significativa. Diferença significativa verificada pela análise de Tukey.....	76
III - Tabela 3: Densidade média (ind/m ²) das espécies da macrofauna, registradas na laguna Armazém, Canal, e laguna Tramandaí, por estação de amostragem.....	77
III - Tabela 4: Valores médios e desvio padrão da temperatura, condutividade, salinidade, oxigênio dissolvido e saturado registrados na água de fundo, transparência e profundidade, na laguna Armazém, Canal e laguna Tramandaí, no outono, inverno e primavera de 2002 e verão de 2003.....	78
IV - Tabela 1: Valores de temperatura (°C), salinidade, condutividade (mS/cm), oxigênio dissolvido (mg/L) e oxigênio saturado (%), registrados na água de fundo, durante o experimento.....	97
IV - Tabela 2: Resultado da análise ANOVA (p<0,05) considerando a densidade da macrofauna entre os tratamentos com óleo (O), sem óleo (SO) e controle (C), 4 e 9 horas após a adição do óleo e a interação entre os fatores tratamento (1) e tempo (2). NS: não significativa. Diferença significativa verificada pela análise de Tukey..	97
IV - Tabela 3: Densidade média (ind/10cm ²) e desvio padrão da meiofauna, nos tratamentos com óleo (O), sem óleo (SO) e controle (C), 4 (4) e 9 horas (9) após a adição do óleo.....	98
IV - Tabela 4: Resultado da análise ANOVA (p<0,05) considerando a densidade da meiofauna entre os tratamentos com óleo (O), sem óleo (SO) e controle (C), 4 e 9 horas após a adição do óleo e a interação entre os fatores tratamentos e tempo.....	98
IV - Tabela 5: Densidade média (ind/10cm ²) e desvio padrão dos gêneros de Nematoda, nos tratamentos com óleo (O), sem óleo (SO) e controle (C), 4 (4) e 9 horas (9) após a adição do óleo.....	99
IV - Tabela 6: Resultado da análise ANOVA (p<0,05) bi-fatorial considerando a densidade dos gêneros mais representativos de Nematoda, entre tratamentos e entre tempo.....	100

RESUMO

A distribuição espaço-temporal dos invertebrados bentônicos, no estuário Tramandaí-Armazém, localizado no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil, foi analisada em três sub-ambientes: laguna Armazém (3 áreas amostrais), laguna Tramandaí (3 áreas amostrais) e Canal de ligação com o Oceano Atlântico (1 área amostral). Na laguna Tramandaí, ocorre um aporte de água doce pelo rio Tramandaí, na laguna Armazém, ocorre a entrada mais freqüente da cunha salina e no Canal verifica-se uma maior influência do Oceano Atlântico. No ARTIGO I, foram analisados os organismos da meiofauna, obtidos a partir de amostragens sazonais em 2000. Em cada área foram tomadas seis amostras, até a profundidade de 5 cm no interior do sedimento, com um corer de 2,7cm de diâmetro. Nematoda foi o grupo taxonômico dominante em todos os ambientes. As análises uni e multivariadas mostraram que a estrutura da meiofauna na laguna Armazém, caracterizada pelas densidades mais elevadas, difere significativamente dos demais ambientes amostrados. A similaridade das amostras coletadas na laguna Tramandaí e no Canal ocorreu em quase todas as estações, com exceção da primavera. Picos de densidade da meiofauna foram encontrados no verão. Os resultados sugerem que os fatores abióticos, como salinidade, hidrodinâmica e temperatura, são importantes condicionantes desta variabilidade espaço-temporal detectada. No ARTIGO II, detalhou-se a identificação de Nematoda, em gênero, e sua classificação em grupo trófico. As análises multivariadas mostraram que a associação de Nematoda é distinta entre os três ambientes analisados. Os atributos densidade, diversidade e riqueza de gêneros foram significativamente mais elevados na laguna Armazém. Nesta laguna, os nematódeos comedores de epistrato e de bactérias foram os dominantes, enquanto que no Canal e Tramandaí prevaleceram os comedores de depósito e predadores facultativos. Uma variabilidade temporal foi detectada tanto para os gêneros, como para os grupos tróficos, com densidades mais elevadas no verão. A identificação de Nematoda e de seu comportamento alimentar mostraram que além da salinidade, hidrodinâmica e temperatura, a disponibilidade de alimento e a forma como está disponível, determinam a estrutura desta associação. No ARTIGO III, foi analisada a distribuição espaço-temporal da macrofauna, a partir de amostragens sazonais entre o outono de 2002 e o verão de 2003. Em cada área foram obtidas 6 amostras com um corer de 10cm de diâmetro enterrado até a profundidade de 20 cm no interior do

sedimento. No Canal, a comunidade da macrofauna, foi caracterizada pelas menores densidades e riqueza específica, em todas as estações do ano. Diferente do verificado para Nematoda, a estrutura da macrofauna, encontrada na laguna Armazém e laguna Tramandaí foi similar. Este resultado se deve a baixa riqueza específica da macrofauna e a dominância de espécies oportunistas. Em situações de maior oferta de alimento, oriunda da decomposição de detritos (no inverno) e ao aparecimento da macrófita *Ruppia maritima* (na primavera), observou-se uma diferenciação da estrutura da macrofauna encontrada na laguna Armazém da laguna Tramandaí. Na laguna Armazém densidades mais elevadas ocorreram no inverno, nos demais ambientes não foram constatadas diferenças significativas entre as estações. Provavelmente as características geomorfológicas do estuário e a hidrodinâmica atuante promovam uma instabilidade em todo o estuário, que para a macrofauna se sobrepõem às diferenças ambientais encontradas entre as lagunas. No ARTIGO IV, avaliou-se a macro e meiofauna, frente a um derrame experimental de óleo, através de análises univariadas. No experimento foram considerados dois fatores: tratamento (controle, corer sem óleo, corer com óleo) e tempo (4 e 9 horas após a adição do óleo). Cada tratamento constou de cinco réplicas, nos dois períodos de coleta. Não foram detectados efeitos do óleo sobre a macrofauna, no tempo de 4 horas e 9 horas de exposição. Para a meiofauna e gêneros de Nematoda, não foram encontradas variações significativas de densidade, com exceção do gênero *Theristus*, que apresentou um maior número de organismos mortos na presença do óleo.

ABSTRACT

The spatial and temporal distribution of benthic invertebrates in Tramandaí-Armazém estuary, in the northern coast of Rio Grande do Sul, Brazil, was analysed in three sub-environments: Armazém lagoon (3 sampled areas), Tramandaí lagoon (3 sampled areas), and Channel, linking the lagoons with the Atlantic Ocean (1 sampled area). In Tramandaí lagoon, there is the fresh water inflow from Tramandaí river; in Armazém lagoon, the saline wedge is more frequent, and in Channel, there is a higher influence of the Atlantic Ocean. Meiofauna organisms obtained from seasonable samples in the year 2000 were analysed in ARTICLE I. Six samples were taken from each area to a depth of 5 cm within the sediment with a 2,7cm diameter corer. Nematoda was the dominant taxonomic group in all the environments. Uni and multivariate analysis showed that meiofauna structure in Armazém lagoon, characterized by the highest densities, differs significantly from the other sampled environments. The similarity of collected samples in Tramandaí lagoon and in Channel, were similar almost every season, except in spring. Density peaks were found in the summer. The results suggest that abiotic factors such as salinity, hydrodynamic, and temperature are important conditioners of this detected spatial-temporal variability. Nematoda identification as to genera and trophic group classification was detailed in ARTICLE II. Multivariate analysis showed that nematode structure differ among environments. The attributes density, diversity, and genera richness were significantly higher in Armazém lagoon. Epigrowth feeder and microvores were dominant in this lagoon, whereas deposit feeders and facultative predators prevailed in Tramandaí lagoon and Canal. A temporal variability was detected for genera and trophic groups with high densities in the summer. Nematoda identification and trophic group showed that besides salinity, hydrodynamic and temperature, availability of food determines this association. Macrofauna spatial-temporal distribution was analysed in ARTICLE III, considering seasonable samples between autumn 2002 and summer 2003. Six samples with a 10cm diameter corer, 20 cm deep within the sediment were obtained from each area. In Channel, macrofauna community was characterized by the lowest densities and specific richness in every the seasons of the year. Diversity from Nematoda, macrofauna structure found in Armazém and Tramandaí lagoons was similar. This result is due to macrofauna low specific richness and to opportunistic species dominance. In conditions of increased food supply

from detritus decomposition (winter) and the presence of *Ruppia maritima* macrophyte (spring), a macrofauna structure differentiation in Armazém and Tramandaí lagoons was observed. Higher densities occurred in winter in Armazém lagoon. There were no significant differences in the remaining environments among the seasons of the year. The estuary geomorphological characteristics and the active hydrodynamic, probably cause an instability in the entire estuary. As to macrofauna, this fact superimposes the environmental differences in the lagoons. Macro and meiofauna were evaluated in ARTICLE IV, after a simulated crude oil spill, using univariate analysis. Two factors were considered in the experiment: treatment (control, corer without oil, corer with oil) and time (4 and 9 h after oil pouring). Each treatment had 5 replicates in the two sampling periods. There were no oil effect on the macrofauna within 4 h and 9h exposition. There were no density significant variations for meiofauna and Nematoda genera, with the exception of *Theristus* for which a larger number of dead organisms were recorded where oil was present.

INTRODUÇÃO GERAL

Os invertebrados bentônicos, organismos que vivem sobre (epifauna) ou no interior de substratos (infauna) estão envolvidos, de forma direta ou indireta, nos processos físicos e químicos que ocorrem nos ambientes estuarinos. Estes organismos atuam na bioturbação do sedimento, regeneração de nutrientes inorgânicos, estimulação do crescimento bacteriano, além de participarem no fluxo de energia do ciclo alimentar estuarino (Day *et al.*, 1989).

A estrutura da comunidade bentônica e sua distribuição espacial e temporal, em estuários, depende da interação de fatores abióticos, bióticos e modificações ambientais, promovidas pela influência antropogênica (Day *et al.*, 1989; McLusky, 1989; Kennish, 1990; Giere, 1993; Coull, 1999). Segundo os autores citados, a salinidade, as características do sedimento e a temperatura, são considerados os principais condicionantes da distribuição desta comunidade, em uma meso-escala.

Uma estreita associação dos invertebrados bentônicos com o substrato, alta diversidade e abundância, e mobilidade restrita, fazem destes organismos importantes ferramentas em estudos de monitoramento de qualidade ambiental (Platt *et al.*, 1984; Coull & Chandler 1992; Giere, 1993; Canfield *et al.*, 1994; Clarke & Warwick, 1994) e trabalhos experimentais em campo e laboratório (Sandulli & Giudici, 1989; Sandulli & Nicola, 1991; Scharatzberger & Warwick, 1998, 1999; Pinto & Bemvenuti, 2003).

O estudo de organismos bentônicos, muitas vezes se limita a macro ou meiofauna, uma vez que a análise de cada associação demanda um considerável esforço e conhecimento taxonômico, além de requererem métodos diferenciados de coleta e de processamento de amostras (Day *et al.*, 1989).

Organismos pertencentes a macrofauna, como Polychaeta, Mollusca, Crustacea, são aqueles que ficam retidos numa malha de 0,5mm de abertura, ou apresentam um tamanho a partir de 1mm. Organismos que passam através da malha de 0,5mm de abertura e ficam retidos numa malha de 0,063 ou 0,043mm (Thiel, 1983), tais como Nematoda, Copepoda, Ostracoda, são considerados meiofauna.

Apesar do tamanho ser uma importante classificação, as principais diferenças entre estas duas associações, estão relacionadas aos seus estilos de vida. A meiofauna apresenta uma maior densidade populacional, ciclo de vida curto e ausência de fase

larval, quando comparada com a macrofauna (Day *et al.*, 1989). Além disto, a meio e macrofauna tem diferentes mecanismos de manutenção da diversidade. Enquanto que a meiofauna apresenta um comportamento alimentar e uma partição de recursos mais especializados, a macrofauna é relativamente não seletiva em seus requerimentos alimentares e pode depender da partição espacial do habitat (Warwick, 1984 *apud* Fonseca, 2003). Estas características distintas encontradas na macro e meiofauna, nos permitem inferir que provavelmente estas associações respondem de maneira diferenciada as variações ambientais, tanto naturais, como antropogênicas.

No Brasil, estudos com a macrofauna, em estuários, vem de longa data (revisão Lana *et al.*, 1996). No Rio Grande do Sul, estes estudos iniciaram-se na década de 1970, estando mais concentrados na Lagoa dos Patos (Bemvenuti *et al.*, 1978; Capitoli *et al.*, 1978; Bemvenuti *et al.*, 1992; Bemvenuti & Netto, 1998, entre outros). No estuário Tramandaí-Armazém, tem-se poucos estudos com estes organismos, citando-se os trabalhos de Chomenko (1981) e Chomenko & Schäfer (1984) que analisaram a distribuição de moluscos relacionada com as variáveis físicas e biológicas e de Rosa-Filho & Bemvenuti (1998 a,b), que compararam a macrofauna encontrada na zona de Canal e laguna Armazém, com a encontrada nos demais estuários do RS. Na forma de dissertação encontram-se os trabalhos de Rosa-Filho (1997, 2001) e Almada (1998).

Os estudos com a meiofauna estuarina, no Brasil, são muito escassos (Pinto, 2003), e geralmente a análise é realizada considerando os grandes grupos taxonômicos, tais como os trabalhos de Ozorio *et al.* (1999), Ozorio (2001), Dalto & Albuquerque (2000), Pinto (2003), Pinto & Bemvenuti (2003), Fonseca (2003), Kapusta (2001) e Kapusta *et al.* (2002, 2004). No estuário Tramandaí-Armazém tem-se os trabalhos de Kapusta *et al.* (2002, 2004) que estudaram a meiofauna no inverno e verão, bem como a sua distribuição vertical. Neste estuário, citam-se ainda os trabalhos desenvolvidos com grupos específicos, como os trabalhos de Closs & Madeira (1967) sobre a descrição de espécies de tecamebas e foraminíferos, Pinto & Ornellas (1965, 1970), Ornellas & Fallavena, (1978) e Ornellas & Würdig (1984) que descreveram as espécies de Ostracoda, e Würdig (1984, 1988) que pesquisou a ecologia e sistemática de Ostracoda.

Dos grupos da meiofauna, Nematoda compreende 60-90% do total de organismos (Coull, 1999). Apesar da importância ecológica deste grupo e de sua representatividade, no Brasil os estudos abordando a identificação de gêneros de

Nematoda, em estuário, são praticamente inexistentes, estando publicados, até o presente momento, o trabalho de Somerfield *et al.* (2003) na Bacia de Pina (Pernambuco), Netto & Gallucci (2003) em uma área de mangue, no estuário do rio Ratonos (Santa Catarina) e Pinto & Bemvenuti (2004), no estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul). Fonseca (2003) identificou os gêneros de Nematoda, no sistema estuarino de Laguna (SC), sendo os resultados encontrados na forma de dissertação.

Somente os estudo de Netto & Galluci (2003), Pinto (2003) e Fonseca (2003), já comentados, contemplam a análise da macro e meiofauna, concomitantemente.

O estuário Tramandaí-Armazém, localizado no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, é um ecossistema de grande importância econômica e ecológica para a população local, devido à pesca artesanal e turismo (Würdig, 1984). Atividades de transporte e armazenamento de petróleo e derivados, ocorrem em áreas adjacentes a este ambiente, tornando-o vulnerável a derrames de petróleo (Schwarzbold & Würdig, 1992). Apesar da importância deste estuário, verifica-se ainda a falta de informações sobre a macro e meiofauna. O conhecimento da estrutura e distribuição espaço-temporal da macro e meiofauna, são imprescindíveis para a realização de um plano de manejo adequado, e para distinguir a variabilidade natural da comunidade, da sua resposta frente a uma perturbação ambiental (Morrisey *et al.*, 1992 a, b).

O referido estuário abrange a laguna Tramandaí e a laguna Armazém, parcialmente separadas por um pontal, e caracteriza-se por uma pequena área (18,8 Km²) conectada ao Oceano Atlântico através de um Canal de 1,5 Km de extensão e 100m de largura (Tabajara & Dillenburg, 1997). Na laguna Tramandaí, ocorre o aporte de água doce e de sedimentos finos, através do rio Tramandaí (Tomazelli, 1990), enquanto que na laguna Armazém, observa-se uma maior tendência da entrada de cunha salina (Würdig, 1984). Ainda, na laguna Tramandaí e no Canal, variações de salinidade ocorrem ao longo do dia, independente da época do ano (Chomenko & Schäfer, 1984).

Diante destas considerações, as hipóteses consideradas no presente estudo, são de que:

- a comunidade bentônica responderá às diferenças ambientais observadas na laguna Armazém, laguna Tramandaí e Canal, através de uma estrutura distinta entre os três ambientes. Este resultado será evidente tanto para a macro, como para a meiofauna;

- a comunidade bentônica responderá as variações sazonais, visto que a temperatura influencia a atividade reprodutiva dos organismos (Coull, 1999). Esta variabilidade será visualizada na macro e meiofauna;

- a resposta da macro e meiofauna, será diferente frente a um derrame experimental de óleo.

Os resultados do presente estudo, desenvolvido no estuário Tramandaí-Armazém, estão apresentados na forma de artigos, contemplando a análise da distribuição espaço-temporal da meiofauna (Artigo I), com ênfase nos gêneros e grupos tróficos de Nematoda (Artigo II) e a distribuição espaço-temporal da macrofauna (Artigo III). Em cada artigo são discutidas as variáveis ambientais estruturantes destas associações. A resposta da macro e meiofauna, 4 e 9 horas após um derrame experimental de óleo bruto é analisada no Artigo IV.

Os artigos estão apresentados de acordo com as normas estabelecidas pelos periódicos (Anexo IV) a que serão encaminhados para a publicação: Artigo I, encaminhados para a Revista *Acta Limnologica Brasiliensia*, Artigos II, III e IV encaminhados para a *Hydrobiologia*.

ÁREA DE ESTUDO

O complexo estuarino-lagunar Tramandaí-Armazém, é composto por aproximadamente 31 lagoas interligadas, dispostas em forma de rosário, ao longo da costa do Litoral Norte do RS. Segundo Würdig (1984), este complexo pode ser classificado em 4 subsistemas, de acordo com as características de teor de salinidade nas águas, tipo de comunicação com o mar, proximidade e afastamento da costa e idade dos corpos lagunares.

Como o presente estudo foi desenvolvido na laguna Tramandaí, laguna Armazém e zona de Canal, adotou-se a classificação sugerida pela referida autora, como estuário Tramandaí-Armazém.

O estuário Tramandaí-Armazém (Figura 1), localiza-se no litoral norte do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas de 29° 55 49" e 30° 00 56" de latitude Sul e 050° 06 21 e 050° 11 20" de longitude Oeste.

Adjacentes a este estuário encontram-se os municípios de Tramandaí e Imbé, que durante o veraneio recebem uma grande quantidade de turistas. Além do turismo, a pesca é muito importante nesta região, sendo que inúmeras famílias dependem desta arte direta ou indiretamente para sobreviver (Silva, 1982; Fausto & Fontoura, 1999). Como atividades de descarregamento, transporte e armazenamento (Terminal Almirante Soares Dutra - TEDUT) de petróleo bruto, nafta e diesel, ocorrem próximas ao estuário e na região costeira adjacente, este ambiente é considerado vulnerável a derrames de petróleo (Schwarzbold & Würdig, 1992).

O estuário conecta-se ao Oceano Atlântico através de um canal de 1,5 Km de extensão e 100m de largura (Tabajara & Dillenburg, 1997), influenciado por um regime de micro-marés (0,3m), sendo os efeitos meteorológicos, como vento e precipitação, dominantes sobre os astronômicos (Lira *et al*, 1976). Este estuário foi classificado por Chomenko (1981), como parcialmente misturado ou moderadamente estratificado.

As lagunas Tramandaí e Armazém encontram-se parcialmente separadas por um pontal que cresce na direção NW-SE, formado por ondas e correntes produzidas principalmente por ventos provenientes do NE (Tomazelli, 1990; Tomazelli & Villwock, 1991).

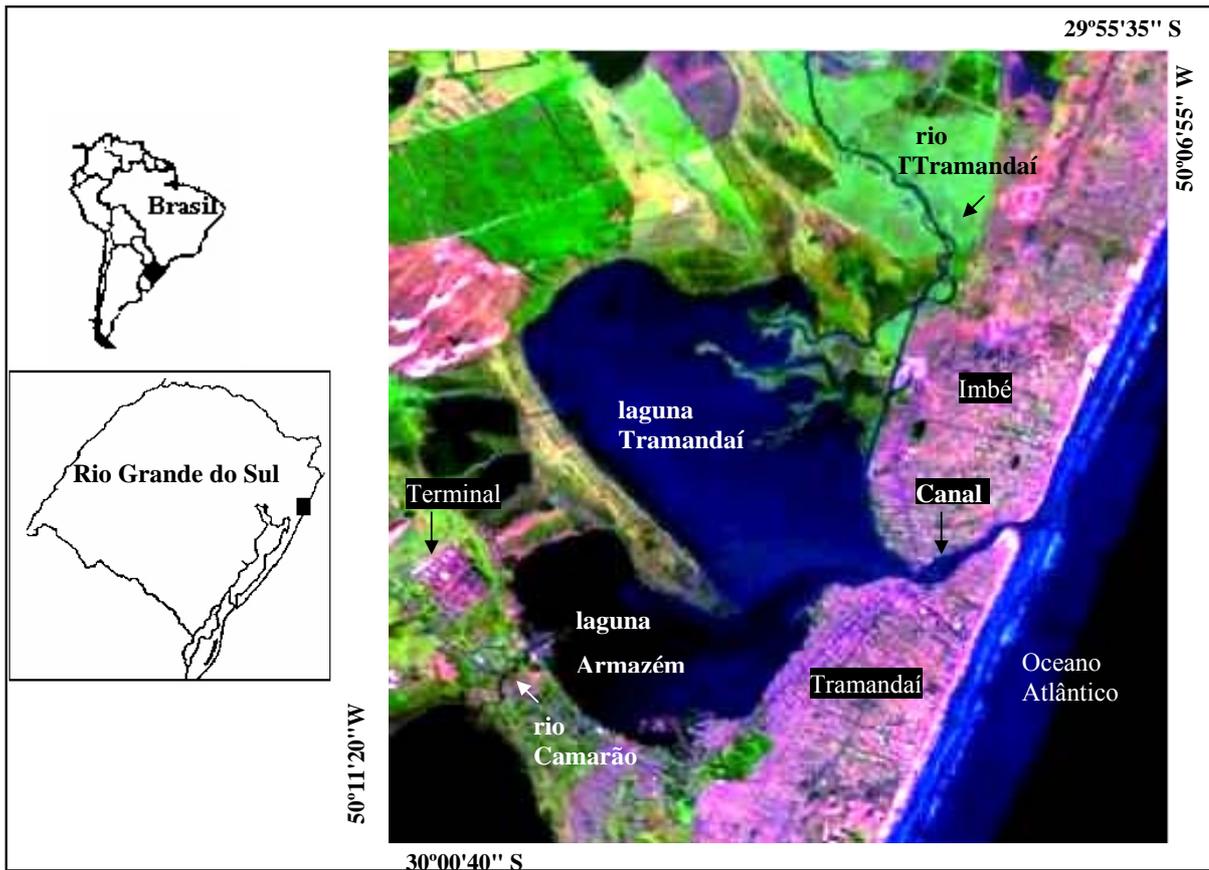


Figura 1: Mapa com a localização do estuário Tramandaí-Armazém, Litoral Norte do Rio Grande do Sul (Fonte: EMBRAPA).

A laguna de Tramandaí possui uma área de 12,86Km², volume de 14,15 m³ x 10⁶ e profundidade média de 1,10m (Schwarzbold & Schäfer, 1984), recebe o aporte de água e de sedimentos finos (silte e argila), proveniente de rios e lagos localizados ao norte, através do rio Tramandaí (Tomazelli, 1990). A deposição deste material fino é acelerada pela entrada de cunha salina e pelas correntes de maré no interior da laguna, propiciando o assoreamento do local e diminuindo a velocidade de circulação das correntes (Würdig, 1984; Tabajara, 1994). Segundo Tabajara & Dillenburg (1997), os sedimentos mais grossos, como areia fina e muito fina, localizam-se nas áreas marginais e rasas (inferiores a 1 metro) e os mais finos (silte e argila) encontram-se em áreas abrigadas ou mais profundas.

A laguna Armazém apresenta profundidade entre 0,5 e 1,0m, um fundo relativamente plano (Tabajara & Dillenburg 1997) e uma superfície de 5,54Km² (Schwarzbold & Schäfer, 1984). Esta laguna encontra-se ligada a lagoa das Custódias, situada ao sul, através do rio Camarão, esta ligação, porém não apresenta grande contribuição de sedimentos para o estuário (Tabajara 1994). Nesta laguna verifica-se a formação de pradaria da espermatófita *Ruppia maritima*. Na margem sudeste da laguna, existe um local conhecido como Saco do Ratão, que possui em suas margens áreas de marismas, composta principalmente pela macrófita aquática emergente *Scirpus olneyi* Gray da família das Cyperaceae (Muenscher, 1976).

Nesta região, o clima é controlado por massas de ar tropical marítima e polar marítima, sendo o tipo climático do litoral norte classificado como subtropical úmido, sem estação seca (cf) com verão quente (cfa) (Monteiro, 1968; Strahler, 1977 in Hasenack & Ferraro, 1989). A temperatura média anual é em torno de 20°C e a precipitação total anual é de aproximadamente 1.300 mm, com a predominância do vento nordeste (Würdig, 1984; Hasenack & Ferraro, 1989; Fausto, 1999).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almada, C. M. W. 1998. **Composição e distribuição da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos do estuário de Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS-Brasil, 100p.
- Bemvenuti, C.E.; Capitoli, R.R. & Gianuca, N.M. 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos. II - Distribuição Quantitativa do Macrobentos Infralitoral. **Atlântica**, Rio Grande, RS - Brasil, 3: 23-32.
- Bemvenuti, C. E., Cattaneo, S. A. & Netto, S.A. 1992. Características estruturais da macrofauna bentônica em dois pontos da região estuarial da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, 14: 5-28.
- Bemvenuti, C.E. & Netto, S.A. 1998. Distribution and seasonal patterns of the sublittoral benthic macrofauna of Patos Lagoon (South Brazil). **Rev. Bras. Biol.**, 58 (2): 211-221.
- Canfield, T. J., W. G. Brumnaugh, F. J. Dwyer, C. G. Ingersoll & J. F. Fairchild, 1994. Use of benthic invertebrates community structure and the Sediment Quality Triad to evaluate metal-contaminated sediment in the upper Clark Fork River, Montana. **Environmental Toxic. and Chemistry** 13(12): 1999-2012.
- Capitoli, R.R., Bemvenuti, C.E. & Gianuca, N.M. 1978. Estudos de Ecologia Bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos. I – as comunidades bentônicas. **Atlântica**, Rio Grande, 3:5-22.
- Chomenko, L. 1981. **Influência da salinidade na distribuição de moluscos do gênero Littoridina na área correspondente ao litoral norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.** Dissertação de Mestrado. UFRGS. Porto Alegre, RS-Brasil. 210p.
- Chomenko, L. & Schäfer, A. 1984. Interpretação da distribuição do gênero Littoridina (Hydrobiidae) nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Amazoniana**, 9(1):127-146.
- Clarke, K. R. & R. M. Warwick, 1994. **Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.** Plymouth. NERC. 187p.
- Closs, D. & Madeira, M. 1967. Foraminíferos e tecamebas aglutinantes da Lagoa de Tramandaí, no Rio Grande do Sul. **Iheringia**, Porto Alegre, Zool. 35: 7-31.
- Coull, B. C. 1999. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. **Aust. J. Ecol.**, 24: 327-343.
- Coull, B. C. & Chandler, G. T. 1992. Pollution and meiofauna – fiels, laboratory and mesocosm studies. **Oceanography and Marine Biology**, 30:191-271.

- Day, J. W., C. A. S. Hall, W. M. Kemp & A. Yáñez-Arancibia, 1989. **Estuarine Ecology**. A Wiley-Interscience Publication/John Wiley & Sons. 557p.
- Dalto, A.G. & Albuquerque, E. F. 2000. Meiofauna distribution in a tropical estuary of the South-Western Atlantic (Brazil). **Vie et Milieu-life and Environment**, 50(3): 151-162.
- Fausto, I.V. 1999. **Abundância sazonal do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* na laguna Tramandaí, RS, Brasil (CRUSTACEA, DECAPODA, PENAEIDAE)**. Dissertação de Mestrado (Zoologia), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUC, Porto Alegre, 57p.
- Fausto, I.V. & Fontoura, N. F. 1999. Abundância sazonal do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* na laguna Tramandaí, RS, Brasil (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). **Nauplius**, 7: 93-111.
- Fonseca, G. 2003. **Distribuição espacial e variabilidade temporal da comunidade bêntica do sistema estuarino de Laguna-SC**. Florianópolis, UFSC, 108p. (Monografia).
- Giere, O. 1993. **Meiobenthology: The microscopic fauna in aquatic sediments**. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 328pp.
- Hasenack, H. & Ferraro, L. W. 1989. Considerações sobre o clima da região de Tramandaí, RS. **Pesquisas**, 22: 494-503.
- Kapusta, S.C., 2001. **Caracterização da Estrutura e Distribuição da Comunidade Meiobentônica no Sistema Estuarino Tramandaí-Armazém, RS: Situação de Inverno e Verão**. Dissertação de Mestrado (Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Porto Alegre. 103p.
- Kapusta, S. C., Würdig, N. L. & Bemvenuti, C. E. 2002. Distribuição vertical da meiofauna, inverno e verão, no estuário de Tramandaí-Armazém, RS – Brasil. **Acta Limnol. Bras.**, 14 (1): 81-90.
- Kapusta, S. C., Bemvenuti, C. E. & Würdig, N. L. 2004. Meiofauna Spatial-Temporal Distribution in a Subtropical Estuary of Southern Coast Brazil. **J. Coast. Res.** 39.
- Kennish, M.J.1990. **Ecology of Estuaries**. Volume II - Biological Aspects. Boca Raton, Florida. CRC Press, Inc. 391p.
- Lana, P. C., Camargo, M. G., Brogim, R. A. & Isaac, V. J. 1996. **O Bentos da Costa Brasileira. Avaliação crítica e Levantamento bibliográfico (1958-1996)**. FEMAR – Fundação de Estudos do Mar, Rio de Janeiro, RJ. 432p.
- Lira, L., Martins, I. R., Araújo, T. H. & Dehnhardt E. A. 1976. Nota prévia sobre o comportamento da cunha salina no estuário de Tramandaí, R. G.S. **Anais da UFRPE**, Ciências biológicas, Recife, 3(1): 115-126.

- McLusky, D. S. 1989. **The estuarine ecosystem**. John Wiley and Sons, 2^a ed. New York. 150p.
- Montagna, P. A. & Kalke, R. D. 1992. The effect of freshwater inflow on meiofauna and macrofauna populations in the Guadalupe and Nueces estuaries, Texas. **Estuaries**, 15(3): 307-326.
- Monteiro, C. A. F. 1968. Clima. **In**: Geografia do Brasil: Grande Região Sul. 2^oed.v4(1), Rio de Janeiro, IBGE, Divisão de Geografia, p. 114-66.
- Moreno, J. A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. **B. Geogr. Rio Grande do Sul**, 6 (11): 49-54.
- Morrisey, D.J.; Underwood, A.J.; Howitt, L. & Stark, J.S. 1992a. Temporal variation in soft-sediment benthos. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, 164 (2): 233-245.
- Morrisey, D.J.; Howitt, L. Underwood, A.J. & Stark, J.S. 1992b. Spatial variation in soft-sediment benthos. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 81: 197-204.
- Muenschler, W. C. 1976. **Aquatic plants of the United States**. Cornell Univ. Press, Itaca, 374p.
- Netto, S. A. & F. Gallucci. 2003. Meiofauna and macrofauna communities in a mangrove from the Island of Santa Catarina, South Brazil. **Hydrobiologia** 505: 159-170.
- Ornellas, L. P. de & Fallavena, M. A. 1978. *Cytherura purperae* Ornellas et Fallavena, sp. nov. a living ostracoda from mixohaline environment, Southern Brazil. **Pesquisas**, Porto Alegre, 9: 121-157.
- Ornellas, L. P. de. & Würdig, N. L. 1984. *Cyprideis salebroso hartmanni* Ramirez, 1967, a new sub species from Brazil and Argentina. **Pesquisas**, Porto Alegre, 15: 94-112.
- Ozorio, C. P. 2001. **Meiofauna estuarina de fundos rasos na Lagoa dos Patos: aspectos de estrutura e interações biológicas**. Rio Grande, FURG, 271p (Tese de Doutorado).
- Ozorio, C. P.; Bemvenuti, C. E. & Rosa, L. C. 1999. Comparação da meiofauna em dois ambientes estuarinos da Lagoa dos Patos, RS. **Acta Limnol. Bras.**, 11(2): 29-39.
- Pinto, T. K. 2003. **Perturbações biológicas e antrópicas sobre as associações de meio e macrofauna na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS**. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica). FURG, Rio Grande. 135p.
- Pinto, T. K. & Bemvenuti, C. E. 2003. Effects os burrowing macrofauna on meiofauna community structure. **Acta Limnol. Bras.**, 15 (3): 41-51.

- Pinto, T. K. & C. E. Bemvenuti, 2004. Changes in Nematoda community structure related to sewage discharge. **J. Coast. Res.** 39.
- Pinto, I. D. & Ornellas, L. P. de. 1965. A new brackishwater ostracode *Cyprideis riograndensis* Pinto et Ornellas, sp. nov. from Southern Brazil its ontogenetic carapace development. **Esc. Geol. Publicação Especial**, Porto Alegre, 8: 1-79.
- Pinto, I. D. & Ornellas, L. P. de. 1970. A new brackishwater ostracode, *Perissocytheridea krommelbeini* Pinto et Ornellas, sp. nov. from Southern Brazil. **Esc. Geol. Publicação Especial**, Porto Alegre, 20: 1-19.
- Platt, H. M., K. M. Shaw & P. J. D. Lamshead. 1984. Nematode species abundance patterns and their use in the detection of environmental perturbations. **Hydrobiologia** 118: 59-66.
- Rosa-Filho, J.S. 1997. **Caracterização das associações de macroinvertebrados de fundos moles dos estuários do Rio Grande do sul (Brasil). Situação de Verão.** Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). FURG. Rio Grande. 111p.
- Rosa-Filho, J. S. 2001. **Variações espaço-temporais das associações de macroinvertebrados bentônicos de fundos moles dos estuários do Rio Grande do Sul: influência dos fatores naturais e introduzidos e modelos para sua predição.** Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica). FURG. Rio Grande. 186p.
- Rosa-Filho, J.S. & Bemvenuti, C.E. 1998a. Caracterización de las comunidades macrobentónicas de fondos blandos en regiones estuarinas de Río Grande do Sul (Brasil). **Thalassas Revista de Ciencias del Mar**, 14: 43-56.
- Rosa-Filho, J.S. & Bemvenuti, C.E. 1998b. Utilização do método de comparação de curvas de abundância/biomassa (método ABC) na identificação de ambientes submetidos a estresse em regiões estuarinas do Rio Grande do Sul (Brasil). **IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros**, Águas de Lindóia, SP, 1: 254-259.
- Sandulli, R. & Giudici, M. N. 1989. Effects of organic enrichment on meiofauna: a laboratory study. **Mar. Pollut. Bull.**, 20: 223-227.
- Sandulli, R. & Nicola, M. 1991. Responses of meiobenthic communities along a gradient of sewage pollution. **Mar. Pollut. Bull.**, 22: 463-467.
- Schratzberger, M. & Warwick, R.. M. 1998. Effects of physical disturbance on nematode communities in sand and mud: a microcosm experiment. **Mar. Biol.**, 130: 643-650.
- Schratzberger, M. & R.. M. Warwick, 1999. Differential effects of various types of disturbances on the structure of nematode assemblages: an experimental approach. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 181: 227-236.

- Schwarzbold, A. & N. L. Würdig, 1992. Lagoas Costeiras do Rio Grande do Sul. In: **Diagnóstico Ambiental Oceânico e costeiro das Regiões Sul e Sudeste do Brasil**, vol.1, Rio de Janeiro - PETROBRAS p: 94-97.
- Schwarzbold, A. & Schäfer, A. 1984. Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Amazoniana**, Manaus, 9(1): 87-104.
- Silva, C. P. 1982. Ocorrência, distribuição e abundância de peixes na região estuarina de Tramandaí. **Atlântica**, Rio Grande.5: 49-66.
- Somerfield, P. J., V. G. Fonsêca-Genevois, A. C. L. Rodrigues, F. J. V. Castro & G. A. P. Santos, 2003. **J. Mar. Biol. Assoc. UK.**, 83: 1209-1213.
- Tabajara, L. L. C. A. 1994. **Aspectos hidrodinâmicos e sedimentológicos do sistema lagunar-estuarino de Tramandaí, RS**. Porto Alegre, UFRGS, 119p (Dissertação).
- Tabajara, L. L. C. A. & Dillenburg, S. 1997. Batimetria e sedimentos de fundo da laguna de Tramandaí – RS. CECO/IG/UFRGS, **Notas Técnicas**, 10: 21-33.
- Thiel, H. 1983. Meiobenthos and nanobenthos of the deep-sea. In: G.T. Rowe ed. **The Sea**. New York, John Wiley, 8: 167-230.
- Tomazelli, L. J. 1990. **Contribuição ao estudo dos sistemas deposicionais holocênicos do nordeste da Planície Costeira do Rio Grande do Sul - com ênfase no sistema eólico**. UFRGS. Porto Alegre, UFRGS, 270p (Tese).
- Tommazeli, L. J. & J. A. Villwock, 1991. Geologia do sistema lagunar holocênico do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas** 18: 13-24.
- Würdig, N.L. 1984. **Ostracodes do Sistema Lagunar de Tramandaí, RS, Brasil. Sistemática, ecologia e subsídios à paleoecologia**. Tese (Doutorado em Geociências) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS-Brasil, V.1, 338p.
- Würdig, N. L. 1987. Alguns dados físicos e químicos do sistema lagunar de Tramandaí, Rio Grande do Sul. **Pesquisas**, 20: 49-74.
- Würdig, N. L. 1988. Distribuição espacial e temporal da comunidade de Ostracodes nas Lagoas Tramandaí e Armazém Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Limnol. Bras.**, 11: 701-721.
- Yamamuro, M. 2000. Abundance and size distribution of sublittoral meiobenthos along estuarine salinity gradients. **Journal of Marine Systems**, 26: 135-143.

ARTIGO I - Estrutura da meiofauna no estuário Tramandaí-Armazém (Sul do Brasil).

Resumo: Estrutura da meiofauna no estuário Tramandaí-Armazém (Sul do Brasil). A distribuição espacial e temporal da meiofauna, no estuário Tramandaí-Armazém, foi analisada em coletas sazonais (verão outono, inverno e primavera), no ano de 2000, em três ambientes: laguna Tramandaí, com aporte constante de água doce, laguna Armazém, onde ocorre a entrada mais freqüente da cunha salina e no Canal de ligação entre as lagoas e o Oceano Atlântico. Nematoda foi o grupo taxonômico que dominou amplamente nas amostras, no entanto, percebe-se uma diferenciação no segundo grupo mais abundante, sendo Copepoda o grupo co-dominante na laguna Armazém, Ostracoda na laguna Tramandaí e juvenis de Gastropoda (*Heleobia australis*) no Canal. A estrutura da meiofauna na laguna Armazém, caracterizada pelas densidades mais elevadas (916 ind/10cm²), é diferenciada da estrutura encontrada nos demais ambientes analisados, em todas as estações de coleta. As amostras coletadas na laguna Tramandaí (259 ind/10cm²) e no Canal (373 ind/10cm²) foram similares em quase todas as estações, com exceção da primavera. Picos de densidade da meiofauna foram evidenciados no verão. Os resultados sugerem que as variáveis ambientais, citadas como importantes numa meso-escala, como salinidade, hidrodinâmica, estabilidade do sedimento e temperatura, são as principais condicionantes da variabilidade encontrada nos ambientes amostrados.

Palavras-chaves: meiofauna, nematoda, estuário, distribuição espaço-temporal

Abstract: Meiofauna structure in Tramandaí-Armazém estuary (South of Brazil).

The meiofauna spatial and temporal distribution at Tramandaí-Armazém estuary was investigated through 4 seasons (summer, autumn, winter, spring), in 2000, in three environments: Tramandaí lagoon, with constant fresh water inflow; Armazém lagoon, where saline wedge is more frequent; the channel between the lagoons and the Atlantic Ocean. Nematoda was the dominant taxonomic group in the samples, but there was a differentiation in the second most abundant group, being Copepoda co-dominant in Armazém lagoon, Ostracoda and Copepoda in Tramandaí lagoon, and juveniles of Gastropoda (*Heleobia australis*) in the channel. The meiofauna structure in Armazém, characterized by higher densities (mean 916 ind/10cm²), was different from the other environments, in all seasons. The meiofauna collected samples from Tramandaí (mean 259 ind/10cm²) and channel (mean 373 ind/10cm²) were similar in almost every station, except in spring. Density peaks were evidenced in the summer. The results suggest that the environmental variables considered important in a meso-scale, such as salinity, hydrodynamic, stability of the sediment and temperature are the main conditioners of variability found in the sampled environments.

Key words: meiofauna, Nematoda, estuary, spatial-temporal distribution.

Introdução

Organismos da meiofauna ocorrem em grande abundância nos ambientes estuarinos (Coull, 1999). Nestes ambientes, a distribuição espacial da meiofauna está associada a um comportamento agregado e diversos fatores são relacionados para explicar este padrão, dependendo da escala analisada (Li et al., 1997; Ozorio et al., 1999).

Em uma meso-escala, os fatores abióticos como granulometria do sedimento, salinidade, hidrodinâmica, geralmente são mencionados como os mais importantes na estruturação da meiofauna (Heip et al, 1985; Alongi, 1987; Sarma & Wilsanand, 1996; Li & Vincx, 1993; Smol et al., 1994; Soetaert et al., 1994). Enquanto que numa micro-escala, os fatores biológicos, como relações intra e interespecíficas, presença de estruturas biogênicas, disponibilidade de alimento (Santos et al., 1996; Moens et al., 1999; Pinto & Bemvenuti, 2003), assumem importante papel.

Em regiões estuarinas, os gradientes de variáveis abióticas ocorrem tanto espacial quanto temporalmente (Soetaert et al., 1994). A variável mais relevante é a salinidade e alterações desta são geralmente acompanhadas por mudanças nas características do hábitat sedimentar, fluxo de corrente, concentrações de oxigênio, disponibilidade de recursos alimentares, dentre outras (Little, 2000). De forma geral, observa-se a tendência de diminuição da abundância e riqueza de espécies da região Oceânica em direção a água doce (Coull, 1988).

Associadas com a salinidade, as características do substrato determinam a abundância e composição da meiofauna (Wieser, 1959; Coull, 1988). Características do grão, como tamanho, grau de seleção, refletem as condições ambientais a que estão sujeitos, tais como a hidrodinâmica atuante, e determinam outras variáveis, como

porosidade, permeabilidade, teor de oxigênio (Giere et al., 1988). Substratos finos, caracterizados pela baixa permeabilidade e nível de oxigênio, tem o efeito de reduzir populações de meiofauna (Dye & Furstenberg, 1978). Nestes locais os organismos cavadores ocorrem principalmente nos centímetros superiores do substrato e sua densidade se reduz significativamente com a profundidade (Ansari & Parulekar, 1993; Cruz & Vargas, 1987). Em sedimentos mais grosseiros, onde os espaços dos poros são maiores, a meiofauna é na sua grande maioria intersticial, e pode ocupar profundidades às vezes acima de um metro no interior do substrato (Fenchel & Riedl, 1970).

No Brasil, estudos com meiofauna, em ambientes estuarinos, são escassos e recentes. Pode-se citar os trabalhos desenvolvidos por Ozorio et al. (1999), Dalto & Albuquerque (2000), Pinto & Bemvenuti (2003), Somerfield et al. (2003), Fonseca (2003), Netto & Gallucci (2003), Kapusta et al. (2002, 2004).

No estuário Tramandaí-Armazém, não se verifica um gradiente estável de variáveis abióticas e sim amplas variações destes, em um curto espaço de tempo (Würdig, 1987). Esta intensa dinâmica é regida principalmente pela direção e intensidade do vento, pluviosidade e entrada de cunha salina (Würdig, op.cit.). Neste estuário Tramandaí-Armazém Kapusta et al. (2002, 2004) analisaram a meiofauna no inverno e verão.

Os objetivos do presente estudo foram (1) analisar a variabilidade espacial da estrutura da meiofauna, em três sub-ambientes do estuário Tramandaí-Armazém e (2) acompanhar a variação sazonal desta comunidade.

Materiais e Métodos

O estuário Tramandaí-Armazém localiza-se no litoral norte do Rio Grande do Sul (Fig. 1), entre as coordenadas de 29° 55' 49" e 30° 00' 56" de latitude Sul e 50° 06' 21" e 50° 11' 20" de longitude Oeste (Tomazelli, 1990).

Neste estuário, formado pelas lagunas Tramandaí e Armazém, a conexão com o Oceano Atlântico é efetuada através de um estreito e curto canal. Na Tramandaí, ocorre o aporte de água e de sedimentos finos, através do rio Tramandaí (Tomazelli, 1990), enquanto que na laguna Armazém, observa-se uma maior tendência da entrada de cunha salina. Nesta região, os efeitos meteorológicos, como vento e precipitação predominam sobre os da maré astronômica, uma vez que a sua amplitude é pequena (Lira et al., 1976).

Para analisar a comunidade da meiofauna, foram amostradas três áreas localizadas na laguna Armazém (R, 1 e 2), três áreas na laguna Tramandaí (4, 5 e 6) e uma área no canal de ligação com o Oceano Atlântico (3), no verão (fevereiro), outono (junho), inverno (agosto) e primavera (novembro) de 2000 (Fig. 1). A área amostral "R", foi localizada numa pradaria de *Ruppia marítima*, que ocorreu em todas as estações de amostragem, com maior representatividade na primavera e verão.

Em cada área foram amostradas seis réplicas de sedimento, até a profundidade de 5 cm, com um corer de 2,7cm de diâmetro. O material coletado foi fixado em campo com formaldeído 10%, previamente tamponado com Bórax e corado com Rosa Bengala. Coletas de amostras para análise de granulometria e matéria orgânica do sedimento foram realizadas com um corer de 10cm de diâmetro.

Profundidade da coluna d'água (fita métrica), transparência da água (disco de Secchi), pH (potenciômetro WTW modelo pH197), temperatura da água de fundo

(termômetro °C), salinidade (YSI-33) e oxigênio dissolvido (oxímetro YSI-54) foram as variáveis medidas em campo.

Em laboratório, a extração dos organismos do sedimento foi realizada com a utilização do LUDOX TM, (1,15) (Sommerfeld & Warwick, 1996). O sobrenadante foi passado através de peneiras com malha de 0,500 e 0,063mm, sendo considerados os organismos retidos na peneira de menor malha. O material biológico foi analisado sob o estereomicroscópio, e os organismos pertencentes a meiofauna foram contados e identificados.

A análise de granulometria foi efetuada segundo Suguio (1973), enquanto que a matéria orgânica foi determinada através da secagem a 60°C, por 24 horas e queima de 5h, em uma mufla, a 550°C.

Análise dos dados

Para analisar a comunidade da meiofauna, foram utilizadas técnicas uni e multivariadas, considerando os fatores ambientes coletados e estações de coleta.

As densidade médias dos grupos taxonômicos e da densidade média total de organismos foram testadas, entre os ambientes coletados, através de análises de variância uni e bi-fatorial (ANOVA), e o teste a posteriori utilizado foi o de Tukey, com o programa STATISTICA[®] 5.0. Anteriormente, a homogeneidade das variâncias foi verificada com o teste de Cochran's C, e quando necessário, os dados foram transformados por raiz quadrada.

Análises de ordenação MDS (Multi Dimensional Scaling) foram efetuadas à partir das matrizes de similaridade, entre as amostras. Estas matrizes foram calculadas à partir dos dados de densidade (ind.10cm⁻²) dos grupos taxonômicos, transformados por

raiz quadrada, com o índice de Bray Curtis. Análises ANOSIM uni e bi-variadas de permutação foram utilizadas para discriminar os agrupamentos identificados no MDS. Para a realização destas análises foi utilizado o programa PRIMER[®] versão 5.2.4.

Para detectar as variáveis abióticas melhor correlacionadas com a matriz biológica, foi realizada uma análise de BIO-ENV, com o programa PRIMER[®] versão 5.2.4, a partir da matriz de dados abióticos gerada através da distância euclidiana, e da matriz de similaridade biológica, previamente descrita para a análise de ordenação MDS.

Resultados

Quatorze grupos taxonômicos, da meiofauna, foram identificados (Tab. I). Apesar dos nematódeos terem sido o grupo mais abundante nos três ambientes, sua participação na composição da comunidade diferiu nos três locais, sendo maior na laguna Armazém (78,8%) e menor no Canal (35,7%). O segundo grupo mais importante foi Copepoda (11,1%) na Armazém, juvenis de *Heleobia australis* (34,6%) no Canal e Copepoda (13,3%) juntamente com Ostracoda (13,9%) na laguna Tramandaí.

As análises MDS e ANOSIM mostraram que a estrutura da meiofauna diferiu significativamente entre os ambientes coletados e entre as estações do ano, considerando as estações de coleta em conjunto (Fig. 2, Tab. II).

O resultado da ANOVA bi-fatorial pode ser visualizado na Tab. III. Os resultados mostraram que a densidade total de organismos, de Nematoda e de Copepoda foi significativamente mais elevada na laguna Armazém do que nos demais ambientes coletados. A densidade de meiofauna temporária foi mais elevada no Canal. Densidades significativamente mais elevadas de organismos foram encontradas no verão.

A separação da laguna Armazém dos demais ambientes, ocorreu em todas as estações de coleta, quando estas foram analisadas separadamente. A estrutura da meiofauna encontrada no Canal e na laguna Tramandaí foi similar em quase todas as estações de coleta, com exceção da primavera. O resultado das análises MDS e ANOSIM, por estação de coleta, pode ser visualizado na Fig. 3 e Tab. IV.

No verão, na laguna Armazém a densidade foi significativamente mais elevada, tanto para a meiofauna total, quanto para Nematoda, quando comparada com os demais ambientes. Ostracoda ocorreu com densidades mais elevadas na laguna Armazém e no Canal, enquanto que para Copepoda não foi verificada diferença significativa entre os ambientes (Fig. 4, Tab. V).

No outono e inverno, a densidade média total, bem como a de Nematoda e Copepoda, foi significativamente mais elevada na laguna Armazém. A densidade de Ostracoda foi similar entre os ambientes, no outono e mais elevada na Armazém, no inverno (Fig. 4, Tab. V).

Na primavera, as densidades mais elevadas ocorreram na laguna Armazém e no Canal. Na Armazém Nematoda representou 85% dos organismos, enquanto que no Canal o gastrópode *Heleobia australis*, foi o táxon dominante (63%). As densidades de Copepoda, encontradas nas lagunas Armazém e Tramandaí foram similares e mais elevadas do que no Canal. Não foi constatada diferença significativa entre as densidades de Ostracoda (Fig. 4, Tab. V).

Em todas as amostragens, verificou-se que as menores profundidades medidas ocorreram na laguna Armazém e que a transparência foi total em quase todas as estações (Tab. VI). Nesta laguna, foram encontrados valores mais elevados de salinidade, oxigênio e pH, do que os registrados na laguna Tramandaí. O percentual

médio de finos foi relativamente baixo em todos os ambientes, enquanto que o teor de matéria orgânica apresentou uma tendência de ser mais elevado na laguna Armazém, devido a presença de vegetação submersa. Na Tab.VI podem ser visualizados os valores das variáveis abióticas medidos nos ambientes amostrados.

As variáveis transparência, profundidade e pH apresentaram uma correlação de 0,314 com a matriz de dados biológicos, conforme resultado da análise BIO-ENV.

Discussão

A composição dos grupos taxonômicos da meiofauna, encontrada no estuário Tramandaí-Armazém, foi similar à registrada por Kapusta et al. (2002, 2004) neste mesmo ambiente, nas estações de inverno e verão, por Ozorio et al. (1999) e Pinto & Bemvenuti (2003) no estuário da Lagoa dos Patos (RS) e por Fonseca (2003), no Sistema Estuarino de Laguna (SC).

Nematoda foi o grupo dominante, em todos os ambientes coletados, apresentando uma menor representatividade no Canal. Constatou-se uma diferenciação quanto ao segundo grupo mais representativo, dependendo do ambiente amostrado. Nematoda e Copepoda têm sido citados amplamente na literatura como os mais abundantes em diversos tipos de ambientes (Coull, 1988; Ansari & Parulekar, 1993; Ingle & Parulekar, 1998; Ozorio et al. 1999; Dalto & Albuquerque, 2000). Existem, entretanto, trabalhos que citam outros grupos co-dominantes, como Ostracoda (Ozorio et al. 1999; Pinto & Bemvenuti, 2003) e Acarina (Nozais et al., 2004). Provavelmente esta não-uniformidade de co-dominância deva-se principalmente aos diferentes tipos de habitats encontrados no ambiente (Castel, 1992).

As densidades mais elevadas da meiofauna, no estuário Tramandaí-Armazém, ocorreram no verão. O aumento da densidade da meiofauna em resposta ao aumento de temperatura, que atua na taxa de reprodução dos organismos e da disponibilidade de alimento, tem sido constatado em outros estuários (Alongi, 1987; Ansari & Parulekar, 1993; Smol et al., 1994).

Os resultados mostraram a clara distinção da estrutura da meiofauna entre os três ambientes coletados. As densidades foram mais elevadas na laguna Armazém (média 916,2 ind/10cm²) do que na laguna Tramandaí (média 259,5 ind/10cm²) e canal (média 373,4 ind/10cm²). De uma maneira geral, em ambientes estuarinos, ocorre uma diminuição de densidade da meiofauna, principalmente de Nematoda, em áreas de maior instabilidade do sedimento (Soetaert et al., 1994). No presente estudo, as menores densidades da meiofauna foram encontradas no Canal e na laguna Tramandaí. Nestes dois locais, devido a maior influência do rio Tramandaí e a entrada da cunha salina, ocorrem amplas variações de salinidade ao longo do dia, independente da época do ano (Chomenko & Schäfer, 1984). Associada com as variações de salinidade, nestes locais verifica-se uma grande instabilidade física, sendo que os sedimentos de fundo são dominados por areia fina, pobremente selecionada, refletindo a presença das correntes bidirecionais e a constante suspensão do material fino (Tabajara & Dillenburg, 1997; Nelson Machado, Centro de Ecologia, UFRGS).

A instabilidade física do sedimento, originada pelas correntes ou pela ação de ondas, além da ressuspensão dos sedimentos finos, pode efetuar o transporte passivo dos organismos, uma vez que as correntes são os principais responsáveis pela entrada da meiofauna na coluna de água em locais não vegetados (Palmer, 1986; ver revisão Palmer, 1988). Em locais de elevada hidrodinâmica, como é o caso dos canais, pode

ocorrer uma diminuição da densidade de meiofauna e o favorecimento de grupos com uma melhor adaptação a esta situação, em detrimento dos nematóides (Soetaert et al., 1994). De maneira semelhante, no presente estudo foram registradas menores densidades no Canal, com o favorecimento de outros grupos, tais como de *Heleobia australis*. Esta espécie apresenta capacidade de migrar sob condições desfavoráveis, permitindo assim a ocupação de ambientes submetidos a perturbações físicas, nas quais pode beneficiar-se da redução do número de competidores (Chomenko & Schäfer 1984; Bemvenuti et al. 1992).

Na laguna Armazém, ocorre a tendência da entrada de cunha salina, influenciada pela presença do vento nordeste, predominante na região (Hasenack & Ferraro, 1989; Fausto & Fontoura, 1999), baixa influência do rio Camarão, força de Coriolis e aporte de água doce pela Tramandaí, com registro de salinidade em lagoas situadas ao sul desta laguna (Würdig, 1987, 1988; Schwarzbald & Schäfer, 1984). Provavelmente o tempo de permanência de salinidade nesta laguna seja maior do que nos demais ambientes analisados.

Nesta laguna as correntes são principalmente unidirecionais (Nelson Machado, Centro de Ecologia, UFRGS, comunicação pessoal), ocorrendo ainda a presença da macrófita *Ruppia maritima*. Estudos com pradarias de macrófitas submersas têm demonstrado que nestes locais, ocorre a diminuição da velocidade das correntes, gerando a deposição de partículas finas, aumentando a transparência da água e diminuindo também o potencial de ressuspensão da meiofauna (Madsen et al., 2001). Ainda, a oferta de micro-habitat, proteção e alimento no interior das pradarias, favorecem uma maior densidade (Garcia et al., 1996; Kapusta & Bemvenuti, 1998) e sustentam uma grande diversidade de organismos (De Troch et al, 2003).

Rosa-Filho & Bemvenuti, (1998) utilizando o método de comparação de curvas de Abundância/ Biomassa para o macrozoobentos (Warwick, 1986), classificaram a área vegetada por *R. maritima* na laguna Armazém como sendo não perturbada fisicamente e a área adjacente, não vegetada, como sendo moderadamente perturbada. Verifica-se, que a área adjacente, desprovida de vegetação, devido a sua proximidade, também pode se favorecer da presença de vegetação, tanto pela diminuição da hidrodinâmica, como pelo aporte de detritos. Outra área a ser salientada é o Saco do Rato, localizado na margem sudeste da laguna Armazém, e que apresenta áreas de marisma no seu entorno, com uma grande concentração de detritos.

Uma maior densidade da meiofauna, nesta laguna, em todas as estações de amostragem, deve-se provavelmente às condições ambientais de menor hidrodinâmica, maior teor de finos e de matéria orgânica, valores médios mais elevados de oxigênio, pH e transparência total, associados com uma pequena profundidade. Correlação positiva foi encontrada entre a densidade de organismos e o pH, e correlação negativa com a profundidade. Condições mais instáveis de salinidade e hidrodinâmica, encontradas no Canal e laguna Tramandaí, provavelmente estão influenciando as menores densidades encontradas nestes ambientes.

Agradecimento

Os autores agradecem a FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul), pela bolsa concedida ao primeiro autor, ao Dr. Nelson Augusto Flores Machado e MSc. Suzana Maria Fagundes de Freitas, pela revisão do manuscrito.

Referências Bibliográficas

- Alongi, D. M. 1987. Intertidal zonation and seasonality of meiobenthos in tropical mangrove estuaries. *Mar. Biol.*, 95 (3): 447-458.
- Ansari, Z. A. & Parulekar, A. H. 1993. Distribution, abundance and ecology of the meiofauna in a tropical estuary along the west coast of India. *Hydrobiologia*, 262: 115-126.
- Bemvenuti, C. E., Cattaneo, S. A. & Netto, S.A. 1992. Características estruturais da macrofauna bentônica em dois pontos da região estuarial da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, 14: 5-28.
- Castel, J. 1992. The meiofauna of coastal lagoon ecosystems and their importance in the food web. *Vie Milieu*, 42 (2): 125-135.
- Chomenko, L. & Schäfer, A. 1984. Interpretação da distribuição do gênero *Littoridina* (Hydrobiidae) nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Amazoniana*, 9(1):127-146.
- Coull, B. C. 1988. Ecology of the marine meiofauna. In R. P. Higgins & H. Thiel, eds. *Introduction to the study of meiofauna*. Washington D. C., Smithsonian Institution Press, p. 18-38.
- Coull, B. C. 1999. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. *Aust. J. Ecol.*, 24: 327-343.
- Cruz, E. de La. & Vargas, J. A. 1987. Abundance and vertical distribution of the meiofauna on a intertidal mud flats from Punta Morales, Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Ver. Biol. Trop.* 35(2): 363-367.
- Dalto, A.G. & Albuquerque, E. F. 2000. Meiofauna distribution in a tropical estuary of the South-Western Atlantic (Brazil). *Vie et Milieu-life and Environment*, 50(3): 151-162.
- De Troch, M., Fiers, F & Vincx, M. 2003. Niche segregation and habitat specialisation of harpacticoid copepods in a tropical seagrass bed. *Mar. Biol.*, 142: 345-355.
- Dye, A. H. & Furstenberg, J. P. 1978. An ecophysiological study of the meiofauna of the Swartkops Estuary. 2. The meiofauna: composition, distribution, seasonal fluctuation and biomass. *Zool. Africana*, 13(1): 19-32.
- Fausto, I. V. & Fontoura, N. F. 1999. Abundância sazonal do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* na laguna Tramandaí, RS, Brasil (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Nauplius*, 7: 93-111.
- Fenchel, T. M. & Riedl, R. J. 1970. The sulfide system: a new biotic community underneath the oxidized layer of marine sand bottom. *Mar. Biol.*, 7: 225-268.

- Fonseca, G., 2003. Distribuição espacial e variabilidade temporal da comunidade bêntica do sistema estuarino de Laguna - SC. Florianópolis, UFSC, 108p (Monografia).
- Garcia, A., Vieira, J., Bemvenuti, C. E. & Geraldi, R. M. 1996. Abundância e diversidade da assembléia de crustáceos decápodos dentro e fora de uma pradaria de *Ruppia maritima* no estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). *Nauplius*, 4: 113-128.
- Giere, O., Eleftheriou, A. & Murison, D. J. 1988. Abiotic factors. In: Higgins, R. P. & Thiel, H. (eds). Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Inst. Press. Washington DC. p. 61-78.
- Hasenack, H. & Ferraro, L. W. 1989. Considerações sobre o clima da região de Tramandaí, RS. *Pesquisas*, 22: 494-503.
- Heip, C., Vincx, M. & Vranken, G. 1985. The ecology of marine nematodes. *Oceanography and Mar.Biol. Annual Review* 23: 399-489.
- Ingole, B. S. & Parulekar, A. H. 1998. Role of salinity in structuring the intertidal meiofauna of a tropical estuarine beach: Field evidence. *Indian J. Mar. Sci.*, 27: 356-361.
- Kapusta, S. C. & Bemvenuti, C. E. 1998. Atividade nictemeral de alimentação de juvenis de *Callinectes sapidus*, Rathbun, 1895 (Decapoda: Portunidae) numa pradaria de *Ruppia maritima* L. e num plano não vegetado, numa enseada estuarina da lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Nauplius*, 6: 41-52.
- Kapusta, S. C., Würdig, N. L. & Bemvenuti, C. E. 2002. Distribuição vertical da meiofauna, inverno e verão, no estuário de Tramandaí-Armazém, RS – Brasil. *Acta Limnol. Bras.*, 14 (1): 81-90.
- Kapusta, S. C., Bemvenuti, C. E. & Würdig, N. L. 2004. Meiofauna Spatial-Temporal Distribution in a Subtropical Estuary of Southern Coast Brazil. *J. Coast. Res.* 39.
- Li, J. & Vincx, M. 1993. The temporal variation of intertidal nematodes in the Westerschelde. I. The importance of an estuarine gradient. *Neth. J. Aquat. Ecol.*, 27(2-4): 319-326.
- Li, J., Vincx, M. Herman, P. M. J. & Heip, C. 1997. Monitoring meiobenthos using cm, m and Km-scales in the Southern Bight of the North Sea. *Mar. Envir. Res.*, 43(4): 265-278.
- Little, 2000. *The Biology of Soft Shores and Estuaries*. Oxford. Oxford University Press. 252p.
- Lira, L., Martins, I. R., Araújo, T. H. & Dehnhardt E. A. 1976. Nota prévia sobre o comportamento da cunha salina no estuário de Tramandaí, R. G.S. *Anais da UFRPE, Ciências biológicas, Recife.*, 3(1): 115-126.

- Madsen, J. D., Chambers, P. A., James, W. F., Koch, E. W. & Westlake D. F. 2001. The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes. *Hydrobiologia*, 444: 71-84.
- Moens, T., Gansbeke, D. V. and Vincx, M. 1999. Linking estuarine nematodes to their suspected food. A case study from the Westerschelde Estuary (south-west Netherlands). *J. Mar. Biol. Assoc. UK.*, 79: 1017-1027.
- Netto, S. A. & Gallucci, F. 2003. Meiofauna and macrofauna communities in a mangrove from the Island of Santa Catarina, South Brazil. *Hydrobiologia*, 505: 159-170.
- Nozais, C., Perissinotto, R. & Tita, G. 2004. Seasonal dynamics of meiofauna in a South African temporarily open/closed estuary (Mdloti Estuary, Indian Ocean). *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 62: 325-338.
- Ozorio, C. P.; Bemvenuti, C. E. & Rosa, L. C. 1999. Comparação da meiofauna em dois ambientes estuarinos da Lagoa dos Patos, RS. *Acta Limnol. Bras.*, 11(2): 29-39.
- Palmer, M. A. 1986. Hydrodynamics and structure: interactive effects on meiofauna dispersal. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 104: 53-68.
- Palmer, M. A. 1988. Dispersal of marine meiofauna: a review and conceptual model explaining passive transport and active emergence with implications for recruitment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 48: 81-91.
- Pinto, T. K. & Bemvenuti, C. E. 2003. Effects os burrowing macrofauna on meiofauna community structure. *Acta Limnol. Bras.*, 15 (3): 41-51.
- Rosa-Filho, J. S. & Bemvenuti, C. E. 1998. Utilização do método de comparação de curvas de abundância/biomassa (método ABC) na identificação de ambientes submetidos a estresse em regiões estuarinas do Rio Grande do Sul (Brasil). *IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, Águas de Lindóia, SP*, 1: 254-259.
- Santos, P. J. P., Castel, J. & Souza-Santos, L. P. 1996. Seasonal variability of meiofaunal abundance in the oligo-mesohaline area of the Gironde Estuary, France. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, 43 (5): 549-563.
- Sarma, A. L. N. & Wilsanand, V. 1996. Meiofauna of the outer channel of chilka Lagoon, Bay of Bengal. *Indian. J. Mar. Sci.*, 25(4): 302-306.
- Schratzberger, M. & Warwick, R.. M. 1998. Effects of physical disturbance on nematode communities in sand and mud: a microcosm experiment. *Mar. Biol.*, 130: 643-650.
- Schwarzbold, A. & Schäfer, A. 1984. Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Amazoniana, Manaus*, 9(1): 87-104.

- Smol, N., Willems, K. A., Govaere, J. C. R. & Sandae, A. J. J. 1994. Composition, distribution and biomass of meiobenthos in the Oosterschelde estuary (SW Netherlands). *Hydrobiologia*, 282/283: 197-217.
- Soetaert, K., Vincx, M., Wittoeck, J., Tulkens, M. & Gansbeke, D. V. 1994. Spatial patterns of Westerschelde meiobenthos. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, 39: 367-388.
- Somerfiel, P. J. & Warwick, R. M. 1996. Meiofauna in marine pollution monitoring programmes. A laboratory manual. Ministry of agriculture, fisheries and food, directorate of fisheries research, Lowestoft, 71pp.
- Somerfield, P. J., Fonsêca-Genevois, V. G., Rodrigues, A. C. L., Castro, F. J. V. & Santos, G. A. P. 2003. Factors affecting meiofaunal community structure in the Pina Basin, an urbanized embayment on the coast of Pernambuco, Brazil. *J. Mar. Biol.Ass.U.K.*, 83: 1209-1213.
- Suguio, K. 1973. *Introdução a sedimentologia*. Edgard Blucher/EDUSP, São Paulo. 312p.
- Tabajara, L. L. C. A. 1994. Aspectos hidrodinâmicos e sedimentológicos do sistema lagunar-estuarino de Tramandaí, RS. Porto Alegre, UFRGS, 119p (Dissertação).
- Tabajara, L. L. C. A. & Dillenburg, S. 1997. Batimetria e sedimentos de fundo da laguna de Tramandaí – RS. *CECO/IG/UFRGS, Notas Técnicas*, 10: 21-33.
- Tomazelli, L. J. 1990. Contribuição ao estudo dos sistemas deposicionais holocênicos do nordeste da Planície Costeira do Rio Grande do Sul - com ênfase no sistema eólico. UFRGS. Porto Alegre, UFRGS, 270p (Tese).
- Warwick, R. M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.*, 92: 557-562.
- Wieser, W. 1959. The effect of grain size on the distribution of small invertebrates inhabiting the beaches of Puget Sound. *Limnol. and Oceanogr.*, 4: 181-194.
- Würdig, N. L. 1987. Alguns dados físicos e químicos do sistema lagunar de Tramandaí, Rio Grande do Sul. *Pesquisas*, 20: 49-74.
- Würdig, N. L. 1988. Distribuição espacial e temporal da comunidade de Ostracodes nas Lagoas Tramandaí e Armazém Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Limnol. Bras.*, 11: 701-721.

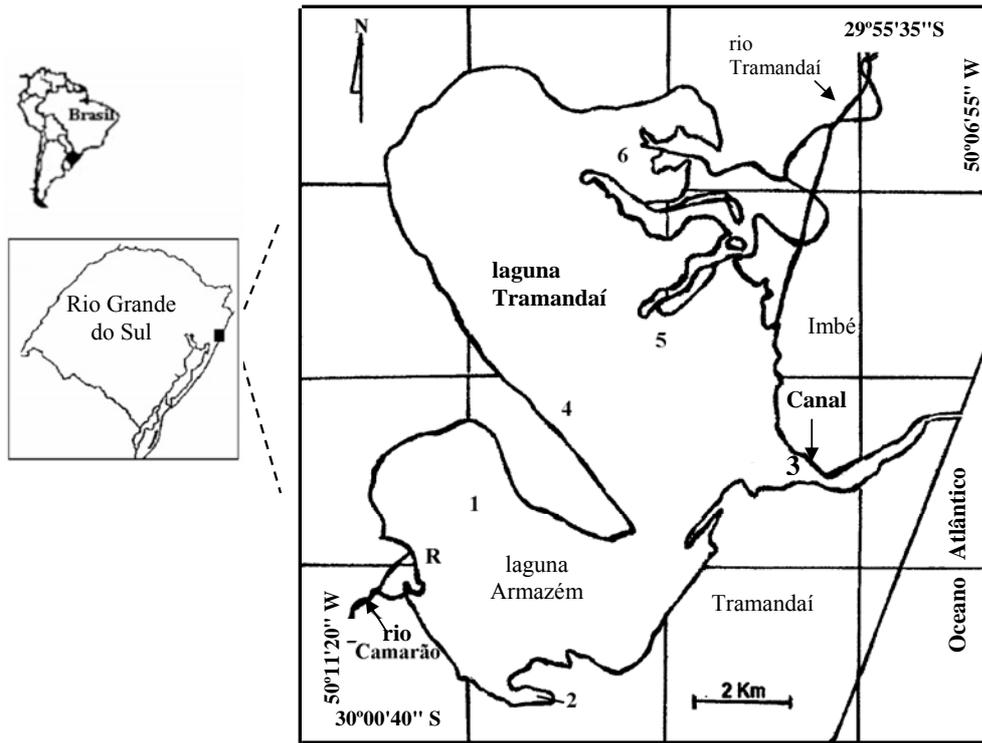


Figura 1: Mapa com a localização das áreas amostrais, no estuário Tramandaí-Armazém (modificado de Tabajara, 1994).

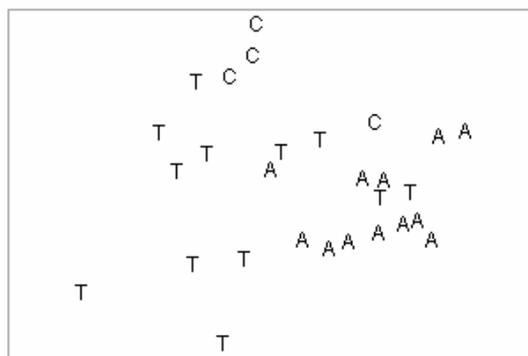


Figura 2: Análise MDS (Multi-dimensional Scaling ordination), realizada com a densidade média da meiofauna (stress=0,19), considerando a laguna Armazém (A), Canal (C) e laguna Tramandaí (T).

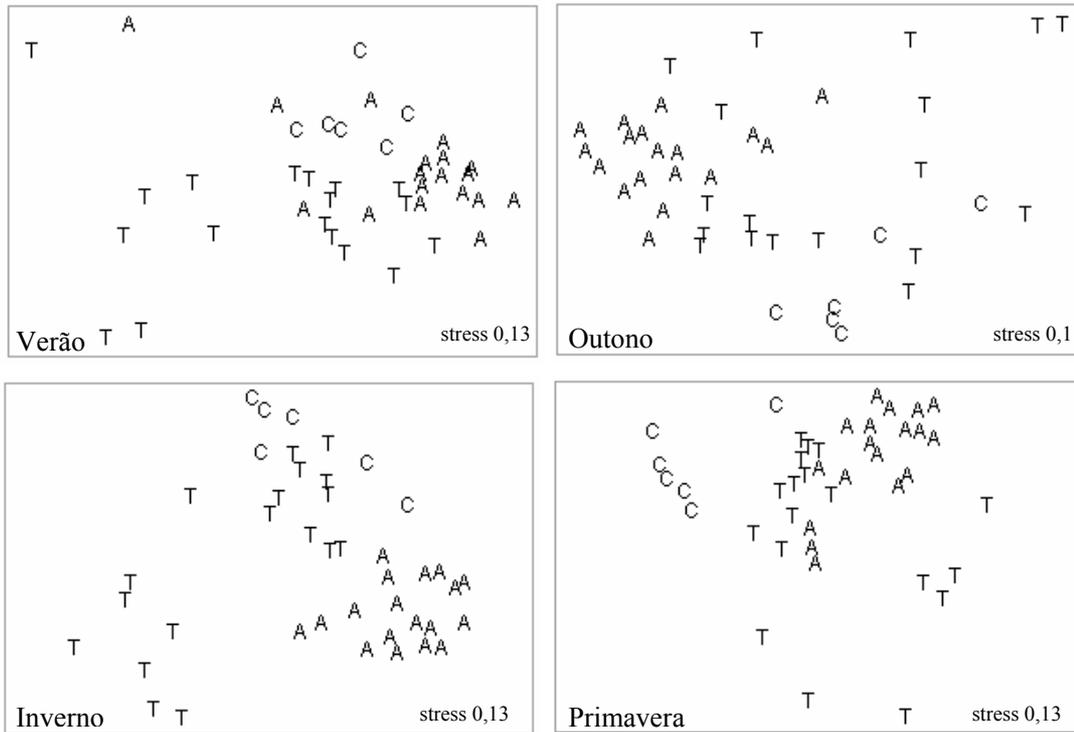


Figura 3: Resultado da análise MDS (Multi-dimensional Scaling ordination), realizada à partir dos dados de densidade da meiofauna, considerando a laguna Armazém (A), Canal (C) e laguna Tramandaí (T), nas estações de verão, outono, inverno e primavera de 2000.

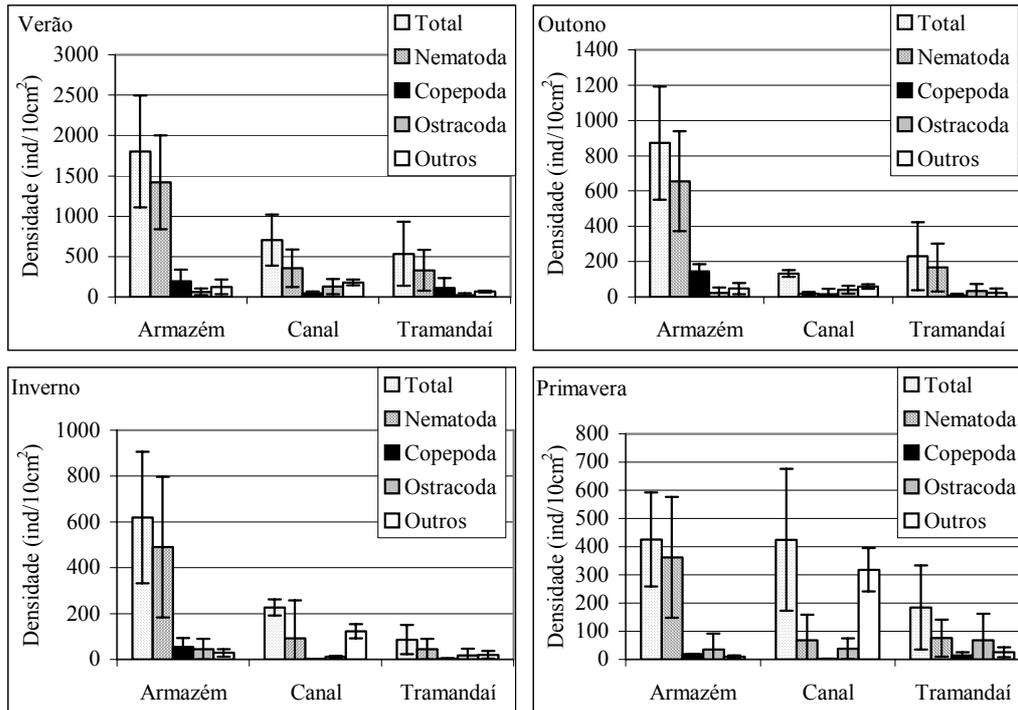


Figura 4: Densidade média (ind/10cm²) e desvio padrão das amostras de meiofauna total, e grupos mais representativos, por laguna, coletadas no verão, outono, inverno e primavera de 2000.

Tabela I: Densidade média, desvio padrão e abundância relativa (%) dos grupos taxonômicos, coletados na laguna Armazém, no Canal e laguna Tramandaí. MP – meiofauna permanente, MT – meiofauna temporária.

	Armazém		Canal		Tramandaí	
	Ind/10cm ² ± desvpad	%	Ind/10cm ² ± desvpad	%	Ind/10cm ² ± desvpad	%
Turbellaria	4,9± 12,5	0,5	22,3± 25,8	6,0	6,1± 11	2,3
Nematoda	719,2± 642	78,8	133,1± 193,9	35,7	154,4± 227	59,7
Ostracoda	41,4± 54,4	4,5	54,7± 66,3	14,7	36,0± 53,9	13,9
Copepoda	103,4± 154,1	11,1	15,0± 25,5	4,0	34,4± 81	13,3
Nauplii	22,8± 49	2,4	7,9± 12,7	2,1	16,8± 46,2	6,5
Acari	2,9± 4,9	0,3	0,4± 1,2	0,1	2,7± 5,7	1,1
Tardigrada	0,0± 0,2	0,0	-	0,0	0,3± 1,3	0,1
MP	895± 349	98,0	233,5± 95,3	63,0	250,7± 107,1	97,0
Gastropoda	10,3± 22	1,1	128,8± 143,6	34,6	4,6± 6,7	1,8
Bivalvia	1,5± 3,6	0,2	6,6± 10,2	1,8	-	0,0
Oligochaeta	2,8± 4,7	0,3	2,3± 4,6	0,6	2,0± 7,1	0,8
Polychaeta	6,4± 8,1	0,7	1,1± 1,7	0,3	0,8± 1,7	0,3
Isopoda	0,2± 0,8	0,0	-	0,0	0,1± 0,4	0,0
Chironomidae	0,4± 1,4	0,0	-	0,0	0,3± 1,2	0,1
Cumacea	0,0± 0,2	0,0	0,3± 1,1	0,1	0,2± 0,8	0,1
MT	21,6± 9,8	2,0	139,9± 65,4	37,0	8,8± 4	3,0
Densidade total	916,2± 254,6	100,0	373,4± 77,7	100,0	259,5± 75,2	100,0

Tabela II: Resultado da análise ANOSIM bi-fatorial, considerando os fatores ambientes (Armazém, Canal e Tramandaí) e o fator estações de coleta (verão, outono, inverno e primavera).

	R	p
Global		
Entre os ambientes	0,418	0,001
Entre as estações de coleta	0,249	0,001
Comparações entre ambientes		
Armazém – Canal	0,768	0,001
Armazém – Tramandaí	0,378	0,001
Canal – Tramandaí	0,153	0,016
Comparações entre as estações de coleta		
Verão e outono	0,265	0,001
Verão e inverno	0,380	0,001
Verão e primavera	0,365	0,001
Outono e inverno	0,114	0,002
Outono e primavera	0,229	0,001
Inverno e primavera	0,135	0,003

Tabela III: Resultado da análise de variância bi-fatorial ($p < 0,05$), entre os fatores ambientes e estações de coleta, considerando a densidade dos grupos taxonômicos mais representativos da meiofauna permanente e meiofauna temporária. NS diferença não significativa. A: laguna Armazém, T: laguna Tramandaí, C: Canal, V: verão, O: outono, I: inverno e P: primavera. Diferença significativa verificada pela análise de Tukey.

	entre ambientes	entre estações
Densidade Total	A>C, T ($p=0,000$)	V>O,I,P ($p=0,000$)
Nematoda	A>C, T ($p=0,000$)	V>O,I,P ($p=0,000$)
Ostracoda	NS ($p=0,069$)	V>O,I ($p=0,008$)
Copepoda	A>C,T ($p=0,000$)	V>O,I,P ($p=0,000$)
Temporária	C>A>T ($p=0,000$)	V>O,I ($p=0,000$)

Tabela IV: Resultado da ANOSIM, entre as lagoas Tramandaí, Armazém e o Canal, nas estações de verão, outono, inverno e primavera de 2000 (* significativo).

	Armazém - Canal		Armazém - Tramandaí		Canal - Tramandaí	
	R	p	R	p	R	p
Verão	0,405	0,008*	0,299	0,001*	0,129	0,172
Outono	0,930	0,001*	0,392	0,001*	0,018	0,361
Inverno	0,891	0,001*	0,589	0,001*	0,132	0,112
Primavera	0,845	0,001*	0,233	0,001*	0,331	0,014*

Tabela V: Resultado da ANOVA e do teste de Tukey, entre as lagoas Armazém (A), Canal (C) e Tramandaí (T), considerando a densidade média total da meiofauna (Total), e as densidades dos grupos mais abundantes. *Nível de significância $p < 0,05$.

Verão	F	p	Tratamento	Outono	F	p	Tratamento
Total	13,54	0,000*	A>C,T	Total	17,77	0,000*	A>C, T
Nematoda	19,68	0,000*	A>C, T	Nematoda	20,82	0,000*	A>C, T
Ostracoda	8,58	0,000*	A, C>T	Ostracoda	1,50	0,235	-
Copepoda	1,73	0,190	-	Copepoda	37,56	0,000*	A>C, T
Inverno	F	p	Tratamento	Primavera	F	p	Tratamento
Total	22,75	0,000*	A>C, T	Total	8,44	0,000*	A, C> T
Nematoda	19,13	0,000*	A>C, T	Nematoda	14,58	0,000*	A>C,T
Ostracoda	4,50	0,017*	A>T	Ostracoda	0,92	0,405	-
Copepoda	33,72	0,000*	A>C, T	Copepoda	8,83	0,000*	A,T>C

Tabela VI: Valores médios e desvio padrão da temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e pH registrados na água de fundo, transparência e profundidade, percentuais de areia, finos e matéria orgânica (MO), na laguna Armazém, laguna Tramandaí e no Canal, estações de verão, outono, inverno e primavera de 2000.

	Temperatura (°C)	Transparência (cm)	Profundidade coluna d'água (cm)	Salinidade	O ₂ (mg/L)	pH	% areia	% finos	% MO
Verão									
Armazém	29,2 ± 0,8	32,0 ± 17,6	40,0 ± 10,0	3,3 ± 0,6	8,2 ± 0,7	8,3 ± 0,5	93,5 ± 6,6	6,5 ± 6,6	0,3 ± 0,1
Canal	27,5	20	110	0,0	6,2	7,5	95,0	4,8	0,3
Tramandaí	25,7 ± 1,0	32,0 ± 14,4	57,0 ± 15,3	0,0 ± 0,0	7,3 ± 0,5	7,1 ± 0,5	93,7 ± 4,9	6,3 ± 4,9	0,4 ± 0,1
Outono									
Armazém	20,4 ± 0,7	23,3 ± 16,1	35,0 ± 5,0	6,8 ± 0,3	6 ± 1,3	8,3 ± 0,2	98,1 ± 3,2	1,9 ± 3,2	1,1 ± 1,5
Canal	20,0	50,0	105,0	11,5	5,5	7,2	99,8	0,0	0,3
Tramandaí	19,1 ± 0,3	48,3 ± 53,9	93,3 ± 42,5	5 ± 4,6	4,7 ± 0,2	6,3 ± 1,0	84,1 ± 19,5	15,9 ± 19,5	0,5 ± 0,4
Inverno									
Armazém	16,2 ± 1,4	28,3 ± 7,6	28,3 ± 7,6	4,0 ± 5,2	8,0 ± 0,7	7,9 ± 0,2	93,1 ± 7,9	6,9 ± 7,9	1,1 ± 1,5
Canal	17,0	40,0	80,0	8,0	7,3	7,9	86,8	12,6	0,4
Tramandaí	18,6 ± 1,2	28,3 ± 36,9	64 ± 23,5	3,2 ± 3,0	7,2 ± 1,2	7,7 ± 0,5	96,6 ± 1,8	3,4 ± 1,8	0,7 ± 0,6
Primavera									
Armazém	23,4 ± 0,3	38,3 ± 7,6	38,3 ± 7,6	0,2 ± 0,3	8,9 ± 4,5	7,6 ± 0,1	91,3 ± 6,7	8,7 ± 6,7	2,3 ± 3,2
Canal	24,3	35,0	90,0	0,5	7,6	7,4	86,5	12,8	0,4
Tramandaí	22,6 ± 0,1	36,7 ± 12,6	68,3 ± 20,2	0,3 ± 0,6	8,4 ± 3,0	7,4 ± 0,4	96,1 ± 4,6	3,9 ± 4,6	0,3 ± 0,1

ARTIGO II - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE NEMATODA, NUM ESTUÁRIO SUBTROPICAL DO SUL DO BRASIL.

Resumo

A distribuição espacial e temporal da associação de Nematoda foi analisada em três sub-ambientes do estuário Tramandaí-Armazém: na laguna Tramandaí, com aporte constante de água doce, laguna Armazém, com a entrada mais freqüente da cunha salina e o Canal de ligação entre as lagunas e o Oceano Atlântico. Vinte e sete gêneros de Nematoda foram identificados. Na laguna Armazém os gêneros *Terschellingia*, *Pseudochromadora*, *Anoplostoma*, *Theristus* e *Metalinhomoeus* foram os mais representativos. No Canal predominaram os gêneros *Daptonema* e *Viscosia* e na laguna Tramandaí *Anonchus*, *Theristus* e *Oncholaimellus*. A associação de Nematoda foi distinta entre os três ambientes coletados. Na laguna Armazém, a densidade, diversidade e riqueza de gêneros foram significativamente mais elevadas do que nos demais ambientes analisados. Uma estrutura mais simplificada de Nematoda no Canal e na laguna Tramandaí provavelmente reflete uma maior instabilidade encontrada nestes ambientes. Esta distinção também foi visualizada em relação aos grupos tróficos, sendo que na laguna Armazém predominaram os nematódeos comedores de epistrato e de bactérias, enquanto que no Canal e na laguna Tramandaí prevaleceram os comedores de depósito e predadores facultativos. Uma variação temporal foi detectada nos gêneros e grupos tróficos de Nematoda, sendo que as densidades mais elevadas ocorreram no verão. No estuário Tramandaí-Armazém, a interação entre a salinidade, hidrodinâmica, disponibilidade de alimento e temperatura condicionam a estrutura de Nematoda.

Palavras-chaves: nematoda, estuário, grupo trófico, distribuição espacial e temporal

Abstract

The spatial and temporal distribution of a Nematoda association was analysed in three environments: in the Tramandaí lagoon, where there is a constant input of fresh water, the Armazém lagoon, where saline water enters more often, and the Channel which links the lagoons to the Atlantic Ocean. A total of 27 genera of Nematoda were recorded. In the Armazém lagoon the *Terschellingia*, *Pseudochromadora*, *Anoplostoma*, *Theristus* and *Metalinhomoeus* were more representative. *Daptonema* and *Viscosia* were dominant in the Channel and *Anonchus*, *Theristus* and *Oncholaimellus* in the Tramandaí lagoon. Multivariate analysis showed that nematode structure differ among environments. The density, diversity and number of genera was significantly higher in the Armazém lagoon. A simplified structure of Nematoda in Channel and in the Tramandaí lagoon probably reflect the largest instability found in these environments. This distinction was also visualized in relation to the trophic groups, in the Armazém lagoon there was a dominance of epigrowth feeder and microvores here, while the deposit feeders and facultative predators prevailed in the Channel and Tramandaí lagoon. A time variation was detected in the Nematoda genera and trophic groups. The highest densities of organisms occurred in the summer. In the Tramandaí-Armazém estuary, the interaction between the salinity, hydrodynamic, availability of food and temperature conditions the structure of Nematoda.

Key words: nematoda, estuary, trophic group, spacial and temporal distribution

Introdução

Nematoda é o grupo mais representativo da meiofauna na grande maioria dos ambientes aquáticos, ocorrendo normalmente em elevadas densidades e freqüentemente excedendo outros táxons (Coull, 1999). Somada a isso, uma grande diversidade taxonômica, além de uma sensibilidade a poluentes, faz deste grupo uma importante ferramenta em trabalhos de perturbação ambiental (Platt et al., 1984). A taxonomia deste grupo apresenta um considerável grau de dificuldade, no entanto, a identificação em gênero, tornou-se relativamente simples (Austen, 2001), à partir das chaves pictóricas desenvolvidas por Platt & Warwick (1983, 1988) e Warwick et al. (1998), e da chave pictórica eletrônica (Electronic Nematode Key v1.2).

Em estuários, a salinidade, é um dos fatores mais relevantes na determinação da estrutura de Nematoda (Li & Vincx, 1993; Warwick & Gee, 1984; Soetaert et al., 1995). Nestes ambientes, a entrada de Nematoda de origem marinha, com diferentes graus de tolerância à variação de salinidade, pode ocorrer em elevada densidade, diminuindo em direção às áreas oligohalinas. A entrada de espécies de água doce ocorre até uma salinidade máxima de 10 (Heip et al., 1985). Alguns autores tentaram agrupar os nematódeos, de acordo com sua tolerância à salinidade, no entanto, estes agrupamentos diferem de lugar para lugar (Heip et al., 1985), devido a interação de fatores, como o tipo de sedimento (Warwick & Gee, 1984; Austen & Warwick, 1989) e disponibilidade de alimento (Moens et al., 1999).

Juntamente com a salinidade, as características do substrato influenciam a abundância e composição de Nematoda (Giere, 1993). Associações encontradas em fundos arenosos são mais resilientes às perturbações físicas naturais, como as criadas por correntes e ondas, do que as encontradas em fundos lamosos (Schratzberger & Warwick, 1998). Em relação ao enriquecimento orgânico, as associações de fundos lamosos toleram melhor seu efeito do que as de fundos arenosos (Schratzberger & Warwick, 1999).

Em fundos arenosos, há a tendência dos nematódeos comedores de epistrato ocorrerem em maior proporção, enquanto que em sedimentos finos os comedores de depósito são os mais abundantes (Wieser, 1953, 1959 apud Giere, 1993; Ansari & Parulekar, 1993).

No Brasil, estudos publicados com a identificação de Nematoda em gênero e/ou espécie, em ambientes estuarinos, são poucos e muito recentes. Pode-se citar o trabalho desenvolvido no nordeste do Brasil por Somerfield et al. (2003), na Baía de Pina (Pernambuco) e os estudos realizados no sul do Brasil, por Netto & Gallucci (2003) em uma área de mangue no estuário do rio Ratonos (Santa Catarina), e Pinto & Bemvenuti (2004), no estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul).

Os objetivos do presente estudo consistem em (1) analisar a distribuição espaço-temporal da associação de Nematoda, em três sub-ambientes no estuário Tramandaí-Armazém, através dos atributos densidade, diversidade, riqueza de gêneros e grupo trófico e (2) detectar as variáveis abióticas condicionantes da distribuição e estrutura de Nematoda.

Materiais e Métodos

O estuário Tramandaí-Armazém localiza-se no litoral norte do Rio Grande do Sul (Figura 1), entre as coordenadas de 29° 55' 49" e 30° 00' 56" de latitude Sul e 050° 06' 21" e 050° 11' 20" de longitude Oeste (Tomazeli, 1990).

Neste estuário, a conexão com o Oceano Atlântico é efetuada através de um canal de 1,5Km de extensão e 100m de largura (Tabajara & Dillenburg, 1997). A amplitude da maré astronômica, nesta região, é baixa, oscilando em torno de 0,3m, portanto os efeitos meteorológicos, como vento e precipitação, são dominantes sobre os astronômicos (Lira et al, 1976). Na laguna Tramandaí, ocorre o aporte de água doce de sedimentos finos, através do rio Tramandaí (Tomazeli, 1990), enquanto que na laguna Armazém, observa-se uma maior tendência da entrada de cunha salina (Würdig, 1987).

Para analisar a associação de Nematoda, foram amostradas três áreas localizadas na laguna Armazém (R, 1 e 2), três áreas na laguna Tramandaí (4, 5 e 6) e uma área no canal de ligação com o Oceano Atlântico (3), no verão (fevereiro), outono (junho), inverno (agosto) e primavera (novembro) de 2000 (Figura 1). A área amostral "R", foi localizada numa pradaria de *Ruppia marítima*, que ocorreu em todas as estações de amostragem, com maior biomassa na primavera e verão.

Em cada área foram amostradas seis réplicas de sedimento, até a profundidade de 5 cm, com um corer de 2,7cm de diâmetro. O material coletado foi fixado em campo com formaldeído 10%, previamente tamponado com Bórax e corado com Rosa Bengala.

Coletas de amostras para análise de granulometria e matéria orgânica do sedimento foram realizadas com um corer de 10cm de diâmetro.

Profundidade da coluna d'água (trena), transparência da água (disco de Secchi), pH (potenciômetro WTW modelo pH197), temperatura da água de fundo (°C), salinidade (YSI-33) e oxigênio dissolvido (oxímetro YSI-54) foram as variáveis medidas em campo.

A análise de granulometria foi efetuada segundo Suguio (1973), enquanto que a matéria orgânica foi determinada através da secagem a 60°C, por 24 horas e queima de 5h, em uma mufla, a 550°C.

Em laboratório, para a extração dos organismos do sedimento foi utilizado o Ludox TM, (1.15) (Sommerfeld & Warwick, 1996), sendo o sobrenadante passado através de peneiras com malha de 0,500 e 0,063mm. Foram considerados os organismos retidos na peneira de menor abertura. O material biológico foi analisado sob o estereomicroscópio, e os organismos do grupo Nematoda, separados e colocados em um bloco escavado, com glicerina, álcool e água, onde permaneceram por 24 horas, até a evaporação do álcool e água. Após este período foram efetuados moldes de parafina em lâminas e preparadas as lâminas permanentes. A identificação de Nematoda, em gênero, foi realizada com o auxílio das chaves de identificação de Platt & Warwick (1983, 1988) e Warwick et al (1998).

Após a identificação, os gêneros de Nematoda foram classificados segundo seu grupo trófico, como comedores de bactérias, comedores de ciliados, comedores de depósito, comedores de epistrato, predadores facultativos e predadores, conforme literatura disponível (Moens & Vincx, 1997; Tita et al., 1999, 2002).

Análise dos dados

Para avaliar a estrutura da associação de Nematoda, foram efetuadas análises uni e multivariadas.

Com os dados de densidade (ind.10cm⁻²) dos gêneros de Nematoda, foram realizadas análises de ordenação do tipo MDS (multidimensional scaling ordination). As matrizes de similaridade, entre as amostras, foram calculadas com o índice de Bray-Curtis, à partir dos dados transformados por raiz quadrada. A análise ANOSIM foi

utilizada para testar os grupos identificados no MDS. Para estas análises, utilizou-se o programa PRIMER[®] versão 5.2.4.

Os índices univariados de Diversidade (H' de Shannon), Equitatividade (J' de Pielou) e Riqueza (número de gêneros), foram calculados através da análise DIVERSE, à partir dos dados de densidade dos gêneros de Nematoda, com o programa PRIMER[®] versão 5.2.4.

Análises de variância (ANOVA) bi-fatorial foram efetuadas para comparar os índices univariados e a densidade média (transformada por raiz quadrada) dos gêneros e dos grupos tróficos, entre os três ambientes amostrados e entre as estações de coleta. Quando a ANOVA foi significativa, utilizou-se o teste de Tukey, de comparação de médias, *a posteriori*, para identificar as diferenças. Antes da realização da análise, a homogeneidade das variâncias foi verificada com o teste de Cochran's C, e quando necessário, os dados foram transformados por raiz quadrada. Estas análises foram efetuadas com o programa STATISTICA[®] 5.0.

Para detectar as variáveis abióticas melhor correlacionadas com a matriz biológica, foi realizada uma análise de BIO-ENV, com o programa PRIMER[®] versão 5.2.4, a partir da matriz de dados abióticos gerada através da distância euclidiana, e da matriz de similaridade biológica, previamente descrita para a análise de ordenação MDS.

Resultados

Variáveis abióticas

As menores profundidades foram registradas na laguna Armazém, em todas as amostragens, e a transparência, nesta laguna, foi total em quase todas as estações (Tabela 1). Nesta laguna, foram encontrados ainda os valores mais elevados de salinidade, oxigênio e pH, quando comparados com a laguna Tramandaí. A percentagem média de finos foi relativamente baixa em todos os ambientes, no entanto observa-se uma tendência de maior variabilidade de % finos na laguna Tramandaí e no Canal, ao longo do ano. O teor de matéria orgânica apresentou uma tendência de ser mais elevado na laguna Armazém, devido a presença de vegetação submersa (Tabela 1).

Através da análise BIO-ENV, verificou-se que as variáveis transparência e profundidade apresentaram o maior coeficiente de correlação de Spearman (0,553) com a matriz de dados biológicos.

Nematoda

Um total de 27 gêneros de Nematoda foram registrados no estuário Tramandaí-Armazém, sendo que um gênero permaneceu como não identificado (Anexo I). Na laguna Armazém, *Terschellingia*, *Pseudochromadora*, *Anoplostoma*, *Theristus* e *Metalinhomoeus* representaram 55,9% dos organismos (Tabela 2). No Canal, ocorreu a dominância de *Daptonema* e *Viscosia* (52,8%), enquanto que na laguna Tramandaí os gêneros *Anonchus*, *Theristus* e *Oncholaimellus* representaram 53,3% dos organismos.

A análise de variância (Tabela 3) mostrou que a densidade, diversidade e a riqueza dos gêneros de Nematoda, foram significativamente mais elevadas na laguna Armazém ($p < 0,05$), do que nos demais ambientes analisados (Figura 2). Para a equitatividade não foram detectadas diferenças significativas entre os ambientes. A densidade e riqueza de gêneros foram mais elevadas na estação de verão.

O MDS, realizado à partir dos gêneros de Nematoda (Figura 3), mostrou a distinção dos três ambientes amostrados. Esta diferenciação espacial, também foi verificada quando as estações do ano foram analisadas separadamente. Nas estações de verão e primavera a estrutura de Nematoda no Canal e na laguna Tramandaí, foi similar (Tabela 4).

Classificando os gêneros de Nematoda do estuário Tramandaí-Armazém, em grupos tróficos (Tabela 2, Anexo II), verifica-se que, com exceção dos predadores, os demais grupos tróficos foram registrados.

Na laguna Armazém os grupos tróficos dominantes foram os comedores de bactérias e os comedores de epistrato, enquanto que no Canal e na laguna Tramandaí, os comedores de depósito e os predadores facultativos predominaram (Figura 4).

As densidades de Nematoda, que se alimentam de bactérias, de ciliados, de epistrato e os predadores facultativos foram significativamente mais elevadas na laguna Armazém, do que no Canal e laguna Tramandaí (Tabela 5). As densidades de comedores de depósito foram significativamente mais elevadas na laguna Armazém e no Canal. Com exceção dos comedores de bactérias, os demais grupos tróficos ocorreram em maior densidade na estação de verão.

Uma alternância sazonal da dominância de grupos tróficos foi verificada em cada ambiente amostrado. Na laguna Armazém, o grupo trófico com maior densidade, no verão, foi o de comedor de epistrato, enquanto que no outono e inverno prevaleceram os comedores de bactérias. Na primavera além dos comedores de bactérias, os predadores facultativos ocorreram em maior densidade (Figura 4). No Canal, no verão e outono, as densidades mais elevadas foram de comedores de depósito, no inverno de comedores de ciliados e na primavera de predadores facultativos. Na laguna Tramandaí, os comedores de depósito e predadores facultativos foram os mais representativos no verão e outono, enquanto que no inverno e primavera os predadores facultativos apresentaram uma maior densidade em relação aos demais grupos tróficos.

Discussão

A associação de Nematoda, no estuário Tramandaí-Armazém, composta por vinte e sete gêneros, mostra um número similar ao registrado em outros estuários (Li & Vincx, 1993; Moens et al., 1999; Somerfield et al., 2003; Pinto & Bemvenuti, 2004), mas menor do que os 68 gêneros registrados por Fonseca (2003) para o estuário de Laguna, em Santa Catarina.

A salinidade é um dos fatores de maior relevância em estuários, e associada com o sedimento e hidrodinâmica, é de reconhecida importância na determinação da estrutura de Nematoda (Li & Vincx, 1993; Warwick & Gee, 1984; Soetaert et al., 1995). De acordo com Austen & Warwick (1989) os aspectos multivariados da associação de Nematoda estão mais correlacionados com a salinidade, enquanto que os aspectos univariados são mais influenciados pela instabilidade do sedimento e a disponibilidade do recurso alimentar, ou ainda a combinação destes fatores.

Variações de salinidade demandam adaptações fisiológicas dos organismos, com conseqüências na composição e densidade das espécies (Moens & Vincx, 2000a, b), sendo que um decréscimo da diversidade tem sido associado com o aumento das flutuações ambientais (Ott, 1972 apud Heip et al., 1985).

As análises multivariadas efetuadas no presente estudo, mostraram a distinção da associação de Nematoda, nos três ambientes analisados. Na laguna Armazém observa-se uma maior densidade, diversidade e riqueza de gêneros, enquanto que na laguna Tramandaí e no Canal verifica-se uma estrutura de Nematoda mais pobre.

Na laguna Tramandaí, o aporte de água doce, pelo rio Tramandaí, e a invasão da cunha salina de forma imprevisível, resultam em amplas flutuações de salinidade, ao longo do dia, independente da época do ano, flutuações estas também verificadas no Canal (Chomenko & Schäfer, 1984). Nestes ambientes, verificou-se a dominância de comedores de depósito e de predadores facultativos. De forma semelhante, Austen & Warwick (1989) encontraram na área superior do estuário Tamar (costa sudeste da Inglaterra), sujeita a menores salinidades, um aumento de comedores de depósitos e predadores facultativos, com uma concomitante diminuição de comedores de epítrato.

Além das variações de salinidade, verifica-se na laguna Tramandaí e no Canal, uma grande instabilidade física. As menores densidades, riqueza e diversidade de gêneros, encontradas nestes dois ambientes, provavelmente refletem esta instabilidade.

Na laguna Tramandaí, as correntes bidirecionais ressuspendem continuamente o substrato (Nelson Machado, Centro de Ecologia, UFRGS, comunicação pessoal). Por outro lado, uma maior floculação dos sedimentos finos, transportados pelo rio Tramandaí, é verificada quando ocorre a entrada de cunha salina, nesta laguna (Tabajara & Dillenburg, 1997). As grandes variações de finos, entre as estações coletadas, verificadas nos resultados do presente trabalho, reforçam a condição de elevada instabilidade da área. Os gêneros *Anonchus* e *Oncholaimellus*, predadores facultativos, que ocorreram em elevada abundância nessa laguna, podem estar se beneficiando desta situação, uma vez que são considerados oportunistas. Algumas espécies de *Theristus*, um comedor de depósito, também abundante na Tramandaí, são consideradas bons indicadores de condições estressantes (Gyedu-Ababio et al., 1999).

No Canal, também ocorrem correntes bidirecionais e a constante suspensão do material fino (Tabajara & Dillenburg, 1997). Neste ambiente verifica-se uma composição de gêneros, mais pobre, sendo que os dominantes foram *Daptonema*, um comedor de depósito, e *Viscosia*, um predador facultativo. Alguns autores observaram que *Daptonema* também pode se alimentar de diatomáceas (Heip et al., 1985; Moens & Vincx, 1997; Fischer, 2003). Provavelmente este hábito alimentar prevaleceu no Canal, durante o verão, uma vez que um baixo percentual de finos foi registrado neste ambiente, época de maior abundância deste gênero.

Uma estrutura de nematoda mais complexa, foi encontrada na laguna Armazém, neste ambiente observa-se uma maior tendência da entrada de cunha salina (Würdig,

1987; Schwarzbald & Schäfer, 1984), com provável maior tempo de permanência da salinidade quando comparada com os demais ambientes analisados. Ainda, nesta laguna ocorre a presença da macrófita *Ruppia maritima*. Estudos com pradarias de macrófitas submersas têm demonstrado que nestes locais, ocorre a diminuição da velocidade das correntes, gerando a deposição de partículas finas (Madsen et al., 2001), conseqüentemente diminuindo a turbidez e aumentando a transparência da água. Ainda, segundo os autores, outro importante papel das pradarias é a diminuição do potencial de ressuspensão da meiofauna (ver revisão Madsen et al., 2001). *Terschellingia*, um dos gêneros mais representativos, nesta laguna, embora possa ser encontrado em sedimentos mais finos, desprovidos de vegetação (Warwick & Gee, 1984; Hodda & Nicholas, 1986; Vincx et al., 1990; Soetaert et al. 1995), ocorre em elevadas densidades em fundos vegetados por gramíneas (Ndaro & Ólafsson, 1999; Fisher, 2003), como é o caso do presente estudo. Provavelmente uma maior oferta de detritos, esteja favorecendo a atividade bacteriana, principal item alimentar deste gênero (Moens & Vincx, 1997). O gênero *Metalinhomoeus*, também representativo nesta laguna, apresenta os mesmos requisitos ambientais que *Terschellingia*. Os gêneros *Pseudochromadora* (comedores de epistrato), *Anoplostoma* (comedores de ciliados) e *Parodontophora* (predador facultativo) podem estar se beneficiando da disponibilidade e diversidade dos recursos alimentares.

Na laguna Armazém, os nematódeos comedores de bactérias e de epistrato, foram os grupos tróficos dominantes. De uma maneira geral, os comedores de epistrato, têm sido registrados como os mais abundantes, em estuários (Bowman et al., 1984; Ndaro & Ólafsson, 1999), com uma tendência destes organismos ocorrerem em maior proporção em sedimento de textura areia, enquanto que em sedimentos finos os comedores de depósito são os mais abundantes (Wieser, 1953, 1959, apud Giere, 1993; Ansari & Parulekar, 1993).

As condições ambientais encontradas na laguna Armazém, como menor hidrodinâmica, predomínio de areia fina, maior teor de matéria orgânica, devido a presença de vegetação macrófita, valores médios mais elevados de oxigênio e pH, transparência total, associados com uma pequena profundidade, provavelmente estão favorecendo o estabelecimento de uma maior diversidade de níveis tróficos de Nematoda, do que a encontrada na laguna Tramandaí e no Canal. Verificou-se através

da análise BIO-ENV, que as variáveis profundidade e transparência apresentaram a maior correlação com a matriz de similaridade construída com os dados biológicos. Provavelmente estas duas variáveis refletem o efeito indireto das condições ambientais já comentadas.

As densidades de organismos foram significativamente mais elevadas no verão, em todos os ambientes avaliados. De acordo com Heip et al. (1985), a temperatura e oferta de alimento são os fatores mais importantes para explicar as mudanças temporais de densidade. A variação temporal dos grupos tróficos dominantes, encontrada no presente estudo, provavelmente está associada à disponibilidade do recurso alimentar, uma vez que a composição trófica da associação de Nematoda reflete a quantidade e qualidade do recurso alimentar (Moens & Vincx, 1997 ; Danovaro & Gambi, 2002).

Uma maior abundância de Nematoda, comedores de epitrato, tem sido mencionada para a primavera e verão, coincidindo com o aumento de micro-algas bentônicas (Heip et al., 1985). Resultado semelhante foi encontrado no estuário Tramandaí-Armazém, sendo que os nematódeos, com este hábito alimentar, foram significativamente mais abundantes no verão, devido principalmente a elevada densidade deste grupo trófico, na laguna Armazém. O desenvolvimento deste recurso alimentar nesta laguna, provavelmente foi favorecido pelas condições de baixa profundidade, transparência total, e a presença da gramínea *R. maritima*. Uma maior abundância de comedores de epitrato, em áreas vegetadas por gramíneas, têm sido documentada em outros trabalhos (Ndaro & Ólafsson, 1999; Danovaro & Gambi, 2002).

Juntamente com as micro-algas, as bactérias são citadas como importantes recursos alimentares para a meiofauna (Heip et al., 1985 ; Moens & Vincx, 1997). Com exceção do verão, nas demais estações do ano, os comedores de bactérias foram os dominantes na laguna Armazém. No entanto não foram encontradas variações significativas deste grupo trófico, entre as estações, sugerindo que a oferta deste recurso alimentar, é contínua. A disponibilidade de substrato orgânico para a decomposição, que contribui de forma significativa para o incremento de bactérias, nesta laguna é oriunda de uma marisma, localizado na margem sudeste, e da pradaria de *R. maritima*.

Uma alternância de grupos tróficos, entre as estações, foi verificada no Canal, onde no verão e outono os comedores de depósito foram os dominantes, no inverno os comedores de ciliados e na primavera os predadores facultativos. Estas variações

temporais da estrutura trófica de Nematoda são largamente controladas pela disponibilidade do recurso alimentar e pela mudança temporal da composição do alimento (Danovaro & Gambi, 2002) e demonstram a instabilidade a que esta área encontra-se submetida.

Através da análise dos gêneros e grupos tróficos, verificou-se que a associação de Nematoda, na laguna Armazém, é mais complexa. Na laguna Tramandaí e no Canal, uma associação mais simplificada, reflete a maior instabilidade encontrada nestes ambientes. A predominância de distintos grupos tróficos demonstra ainda que a disponibilidade alimentar também é diferenciada entre os ambientes, e juntamente com a salinidade, hidrodinâmica e temperatura influenciam a distribuição espaço-temporal de Nematoda.

Agradecimento

Os autores agradecem a FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul), pela bolsa concedida ao primeiro autor e pelo financiamento obtido para o desenvolvimento deste projeto, e a Dra Carla Penna Ozorio pela revisão do manuscrito.

Referências Bibliográficas

- Ansari, Z. A. & A. H. Parulekar, 1993. Distribution, abundance and ecology of the meiofauna in a tropical estuary along the west coast of India. *Hydrobiologia* 262: 115-126.
- Austen, M. C., 2001. *Desmystifying nematodes*. International Meiofauna Conference Boston.
- Austen, M. C. & R. M. Warwick, 1989. Comparison of univariate and multivariate aspects of estuarine meiobenthic community structure. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 29: 23-42.
- Bowman, L. A., K. Romeijn & W. Admiraal, 1984. On the ecology of meiofauna in an organically polluted estuarine mudflat. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 19: 633-653.
- Chomenko, L. & A. Schäfer, 1984. Interpretação da distribuição do gênero *Littoridina* (Hydrobiidae) nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Amazoniana*, 9(1):127-146.
- Coull, B. C., 1999. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. *Australian Journal of Ecology* 24: 327-343.
- Danovaro, R. & C. Gambi, 2002. Biodiversity and trophic structure of nematode assemblages in seagrass systems: evidence for a coupling with changes in food availability. *Marine Biology* 141: 667-677.
- Fischer, R., 2003. Spatial and temporal variation in nematode assemblages in tropical seagrass sediments. *Hydrobiologia* 493: 43-63.
- Giere, O., 1993. *Meiobenthology: The microscopic fauna in aquatic sediments*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 328pp.
- Gyedu-Ababio, T. K., J. P. Furstenberg, D. Baird & A. Vanreusel, 1999. Nematodes as indicators of pollution: a case study from the Swartkops River System, South Africa. *Hydrobiologia* 397: 155-169.
- Heip, C., M. Vincx, & G. Vranken, 1985. The ecology of marine nematodes. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 23: 399-489.
- Hodda, M. & W. L. Nicholas, 1986. Temporal changes in littoral meiofauna from the Hunter River estuary. *Journal of Marine and Freshwater Research* 37: 729-741.
- Li, J. & M. Vincx, 1993. The temporal variation of intertidal nematodes in the Westerschelde. I. The importance of an estuarine gradient. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 27(2-4): 319-326.

- Lira, L., I. R. Martins, T. H. Araujo & E. A. Dehnhardt, 1976. Nota prévia sobre o comportamento da cunha salina no estuário de Tramandaí, R. G.S. Anais da UFRPE, Ciências biológicas, Recife 3(1): 115-126.
- Madsen, J. D., P. A. Chambers, W. F. James, E. W. Koch & D. F. Westlake, 2001. The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes. *Hydrobiologia* 444: 71-84.
- Moens, T., D. V. Gansbeke and M. Vincx, 1999. Linking estuarine nematodes to their suspected food. A case study from the Westerschelde Estuary (south-west Netherlands). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 79: 1017-1027.
- Moens, T. & M. Vincx, 1997. Observation on the feeding ecology of estuarine nematodes. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 77: 211-227.
- Moens, T. & M. Vincx, 2000a. Temperature and salinity constraints on the life cycle of two brackish-water nematode species. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 243: 115-135.
- Moens, T. & M. Vincx, 2000b. Temperature, salinity and food thresholds in two brackish-water bacterivorous nematode species assessing niches from food absorption and respiration experiments. *Marine Ecology Progress Series* 53: 137-154.
- Netto, S. A. & F. Gallucci, 2003. Meiofauna and macrofauna communities in a mangrove from the Island of Santa Catarina, South Brazil. *Hydrobiologia* 505: 159-170.
- Ndaro, S. G. M. & E. Ólafsson, 1999. Soft-bottom fauna with emphasis on nematode assemblage structure in a tropical intertidal lagoon in Zanzibar, eastern Africa: I. Spatial variability. *Hydrobiologia* 405: 133-148.
- Pinto, T. K. & C. E. Bemvenuti, 2004. Changes in Nematoda community structure related to sewage discharge. *Journal of Coastal Research* 39.
- Platt, H. M. & R. M. Warwick, 1983. Freelifving marine nematodes, I. British Enoplids. In D. M. Kermack & R. S. K. Barnes (eds.), *Synopses of the British fauna (New series)*. Cambridge, Cambridge University Press 28: 303pp.
- Platt, H. M. & R. M. Warwick, 1988. Freelifving marine nematodes, II. British Chromadorids. In D. M. Kermack & R. S. K. Barnes (eds.), *Synopses of the British fauna (New series)*. E. J. Brill, Dr. W. Backhuys, Leiden 38: 502pp.
- Platt, H. M., K. M. Shaw & P. J. D. Lamshead, 1984. Nematode species abundance patterns and their use in the detection of environmental perturbations. *Hydrobiologia* 118: 59-66.

- Schratzberger, M. & R. M. Warwick, 1998. Effects of physical disturbance on nematode communities in sand and mud: a microcosm experiment. *Marine Biology* 130: 643-650.
- Schratzberger, M. & R. M. Warwick, 1999. Differential effects of various types of disturbances on the structure of nematode assemblages: an experimental approach. *Marine Ecology Progress Series* 181: 227-236.
- Schwarzbold, A. & A. Schäfer, 1984. Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Amazoniana*, Manaus, 9(1): 87-104.
- Soetaert, K., M. Vincx, J. Wittoeck & M. Tulkens, 1995. Meiobenthic distribution and nematode community structure in five European estuaries. *Hydrobiologia* 311: 185-206.
- Somerfield, P. J., V. G. Fonsêca-Genevois, A. C. L. Rodrigues, F. J. V. Castro & G. A. P. Santos, 2003. Factors affecting meiofaunal community structure in the Pina Basin, an urbanized embayment on the coast of Pernambuco, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83: 1209-1213.
- Somerfiel, P. J., & R. M. Warwick, 1996. Meiofauna in marine pollution monitoring programmes. A laboratory manual. Ministry of agriculture, fisheries and food, directorate of fisheries research, Lowestoft, 71pp.
- Suguio, K., 1973. Introdução a sedimentologia. São Paulo. Edgard Blucher/EDUSP, 312p.
- Tabajara, L. L. C. A. & S. Dillenburg, 1997. Batimetria e sedimentos de fundo da laguna de Tramandaí – RS. *CECO/IG/UFRGS, Notas Técnicas* 10: 21-33.
- Tita, G., M. Vincx & G. Desrosiers, 1999. Size spectra, body width and morphotypes of intertidal nematodes: an ecological interpretation. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 79: 1007-1015.
- Tita, G., G. Desrosiers, M. Vincx & M. Clément, 2002. Intertidal meiofauna of the St Lawrence estuary (Quebec, Canada): diversity, biomass and feeding structure of nematode assemblages. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 82: 779-791.
- Tommazeli, L. J., 1990. Contribuição ao estudo dos sistemas deposicionais holocênicos do nordeste da Planície Costeira do Rio Grande do Sul - com ênfase no sistema eólico. Tese (Doutorado em Geociências). UFRGS. Porto Alegre. 270p.
- Vincx, M., P. Meire & C. Heip, 1990. The distribution of the nematode community in the Southern Bight of the North Sea. *Cahiers de Biologie Marine* 31: 107-129.
- Warwick, R. M. & J. M. Gee, 1984. Community structure of estuarine meiobenthos. *Marine Ecology Progress Series* 18: 97-111.

Warwick, R. M., H. M. Platt, & P. J. Somerfield, 1998. Free-living marine nematodes, III. British Monhysterids. In D. M. Kermack, R. S. K. Barnes & J. H. Crothers (eds.), Synopses of the British fauna (New series). Field Studies Council, Shrewsbury 53: 296pp.

Würdig, N. L., 1987. Alguns dados físicos e químicos do sistema lagunar de Tramandaí, Rio Grande do Sul. Pesquisas, 20: 49-74.

Tabela 1: Valores médios e desvio padrão, de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e pH registrados na água de fundo, transparência e profundidade da coluna d'água, percentuais de areia, finos e matéria orgânica (MO), nas lagoas Armazém, Tramandaí e no Canal, estações de verão, outono, inverno e primavera de 2000.

	Temperatura (°C)	Transparência (cm)	Profundidade (cm)	Salinidade	O ₂	pH	% areia	% finos	% MO
Verão									
Armazém	29,2 ± 0,8	32,0 ± 17,6	40,0 ± 10,0	3,3 ± 0,6	8,2 ± 0,7	8,3 ± 0,5	93,5 ± 6,6	6,5 ± 6,6	0,3 ± 0,1
Canal	27,5	20	110	0,0	6,2	7,5	95,0	4,8	0,3
Tramandaí	25,7 ± 1,0	32,0 ± 14,4	57,0 ± 15,3	0,0 ± 0,0	7,3 ± 0,5	7,1 ± 0,5	93,7 ± 4,9	6,3 ± 4,9	0,4 ± 0,1
Outono									
Armazém	20,4 ± 0,7	23,3 ± 16,1	35,0 ± 5,0	6,8 ± 0,3	6 ± 1,3	8,3 ± 0,2	98,1 ± 3,2	1,9 ± 3,2	1,1 ± 1,5
Canal	20,0	50,0	105,0	11,5	5,5	7,2	99,8	0,0	0,3
Tramandaí	19,1 ± 0,3	48,3 ± 53,9	93,3 ± 42,5	5 ± 4,6	4,7 ± 0,2	6,3 ± 1,0	84,1 ± 19,5	15,9 ± 19,5	0,5 ± 0,4
Inverno									
Armazém	16,2 ± 1,4	28,3 ± 7,6	28,3 ± 7,6	4,0 ± 5,2	8,0 ± 0,7	7,9 ± 0,2	93,1 ± 7,9	6,9 ± 7,9	1,1 ± 1,5
Canal	17,0	40,0	80,0	8,0	7,3	7,9	86,8	12,6	0,4
Tramandaí	18,6 ± 1,2	28,3 ± 36,9	64 ± 23,5	3,2 ± 3,0	7,2 ± 1,2	7,7 ± 0,5	96,6 ± 1,8	3,4 ± 1,8	0,7 ± 0,6
Primavera									
Armazém	23,4 ± 0,3	38,3 ± 7,6	38,3 ± 7,6	0,2 ± 0,3	8,9 ± 4,5	7,6 ± 0,1	91,3 ± 6,7	8,7 ± 6,7	2,3 ± 3,2
Canal	24,3	35,0	90,0	0,5	7,6	7,4	86,5	12,8	0,4
Tramandaí	22,6 ± 0,1	36,7 ± 12,6	68,3 ± 20,2	0,3 ± 0,6	8,4 ± 3,0	7,4 ± 0,4	96,1 ± 4,6	3,9 ± 4,6	0,3 ± 0,1

Tabela 2: Densidade média de organismos (ind/10cm²), desvio padrão e a abundância relativa (%) dos gêneros de Nematoda, coletados na laguna Armazém, Canal e laguna Tramandaí. Classificação dos gêneros quanto ao grupo trófico: comedores de bactérias (MC – Microvores), comedores de ciliados (CF - Ciliate feeder), comedores de depósito (DF - Deposit feeder), comedores de epístrato (EF - Epigrowth feeder) e predadores facultativos (FP - Facultative predators).

Armazém	densidade	%	Canal	densidade	%	Tramandaí	densidade	%
<i>Terschellingia</i> (MC)	141 ±45	19,0	<i>Daptonema</i> (DF)	58 ±111	40,0	<i>Anonchus</i> (FP)	34 ±20	22,0
<i>Pseudochromadora</i> (EF)	117 ±156	16,0	<i>Viscosia</i> (FP)	18 ±22	13,0	<i>Theristus</i> (DF)	27 ±32	18,0
<i>Anoplostoma</i> (CF)	54 ±31	7,3	<i>Anoplostoma</i> (CF)	15 ±25	11,0	<i>Oncholaimellus</i> (FP)	21 ±5	14,0
<i>Theristus</i> (DF)	53 ±33	7,2	<i>Sabatieria</i> (DF)	14 ±8	9,7	<i>Pseudochromadora</i> (EF)	15 ±12	9,9
<i>Metalinhomoeus</i> (MC)	46 ±29	6,2	<i>Theristus</i> (DF)	14 ±18	9,6	<i>Daptonema</i> (DF)	15 ±24	9,5
<i>Parodontophora</i> (FP)	45 ±34	6,1	<i>Cobbia</i> (DF)	7 ±13	5,1	<i>Cobbia</i> (DF)	15 ±20	9,4
<i>Dichromadora</i> (EF)	44 ±43	6,0	<i>Oncholaimellus</i> (FP)	7 ±12	4,9	<i>Oxystomina</i> (MC)	6 ±2	3,6
<i>Chromadorina</i> (EF)	39 ±107	5,3	<i>Anonchus</i> (FP)	6 ±6	4,1	<i>Anoplostoma</i> (CF)	5 ±10	3,5
<i>Anonchus</i> (FP)	36 ±31	4,9	<i>Dichromadora</i> (EF)	2 ±3	1,5	<i>Parodontophora</i> (FP)	4 ±6	2,5
<i>Leptolaimus</i> (MC)	28 ±25	3,8	Outros	3 ±0,7	1,7	<i>Terschellingia</i> (MC)	3 ±2	2,0
<i>Viscosia</i> (FP)	27 ±13	3,6				<i>Viscosia</i> (FP)	2 ±3	1,5
<i>Sabatieria</i> (DF)	22 ±16	3,0				fitobentófago	2 ±4	1,4
<i>Oncholaimellus</i> (FP)	19 ±12	2,6				<i>Sabatieria</i> (DF)	2 ±2	1,2
<i>Oxystomina</i> (MC)	16 ±3	2,1				Outros	3 ±0,7	2,2
<i>Daptonema</i> (DF)	16 ±16	2,1						
<i>Ascolaimus</i> (DF)	14 ±15	1,8						
<i>Cobbia</i> (DF)	9 ±8	1,2						
Outros	7 ±1	1,5						
Densidade média	733 ±51		Densidade média	144 ±25		Densidade média	154 ±13	

Tabela 3: Resultado da análise ANOVA ($p < 0,05$) bi-fatorial considerando a densidade, diversidade, equitatividade e riqueza de gêneros de Nematoda, entre a laguna Armazém (A), Canal (C) e laguna Tramandaí (T). NS: diferença não significativa. Diferença significativa verificada pela análise de Tukey.

	entre ambientes	entre estações
Densidade (ind/10cm ²)	A>T, C (p=0,0000)	V>O,I,P (p=0,0000)
Riqueza (número de gêneros)	A>T, C (p=0,0000)	V>O,I,P (p=0,0047)
Equitatividade (Pielou)	T>A,C (p=0,0100)	NS (p=0,0590)
Diversidade (Shannon)	A>T, C (p=0,0000)	NS (p=0,1945)

Tabela 4: Resultado do ANOSIM, entre as lagunas Tramandaí, Armazém e o Canal, considerando as densidades dos gêneros de Nematoda, coletados nas estações de verão, outono, inverno e primavera de 2000.

	Armazém - Canal		Armazém - Tramandaí		Canal - Tramandaí	
	R	p	R	p	R	p
Verão	0,860	0,001	0,404	0,001	0,108	0,198
Outono	0,988	0,001	0,316	0,001	0,242	0,009
Inverno	0,759	0,001	0,374	0,001	0,478	0,003
Primavera	0,879	0,003	0,570	0,001	0,323	0,085

Tabela 5: Densidade média (ind/10cm²) de organismos e desvio padrão, dos grupos tróficos, encontrados na laguna Armazém (A), Canal (C) e Tramandaí (T) e resultado da análise de variância (ANOVA) bi-fatorial entre os ambientes e entre as estações de coleta (V-verão, O-outono, I-inverno, P-primavera). NS: diferença não significativa. Diferença significativa verificada pela análise de Tukey.

	Armazém	Canal	Tramandaí	entre ambientes	entre estações
Comedores de bactérias	230 ± 69	1 ± 2	10 ± 5	A>T, C (p=0,0000)	NS (p=0,5207)
Comedores de ciliados	67 ± 41	15 ± 25	5 ± 10	A>T, C (p=0,0000)	V>O,P (p=0,0084)
Comedores de epistrato	205 ± 276	2 ± 3	16 ± 12	A>T, C (p=0,0000)	V>O,I,P (p=0,0000)
Comedores de depósito	100 ± 70	93 ± 149	59 ± 78	A,C>T (p=0,0000)	V>O,I,P (p=0,0000)
Predadores facultativos	128 ± 56	31 ± 39	62 ± 26	A>T>C (p=0,0000)	V>O,I (p=0,0090)

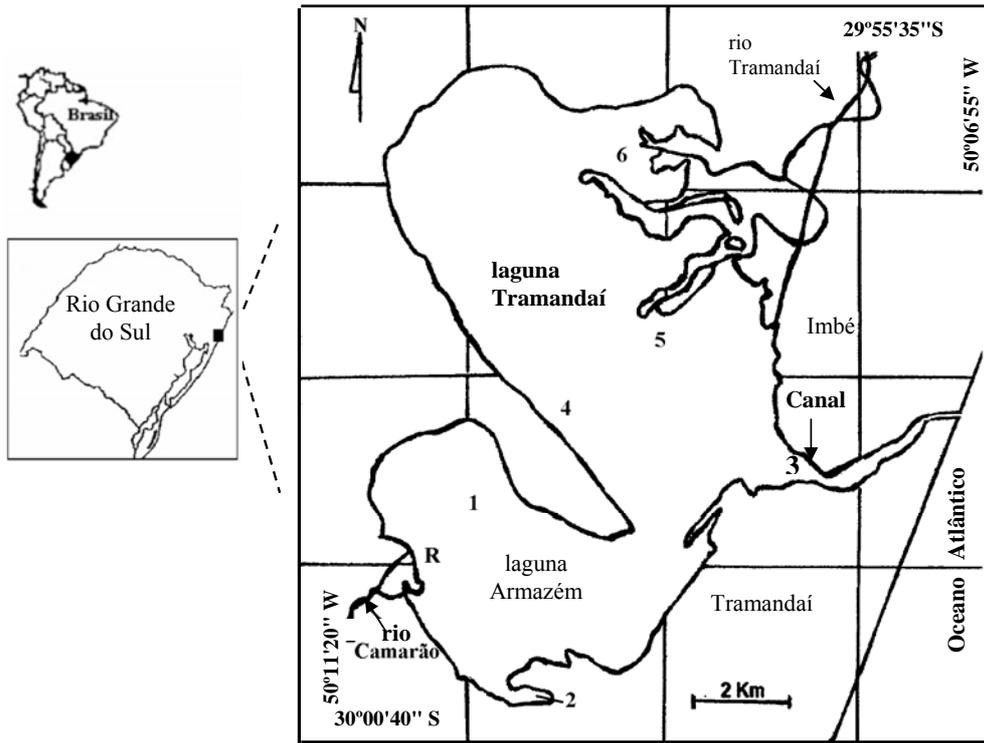


Figura 1: Mapa modificado de Tabajara & Dillenburg (1997) com a localização das áreas amostrais, no estuário Tramandaí-Armazém.

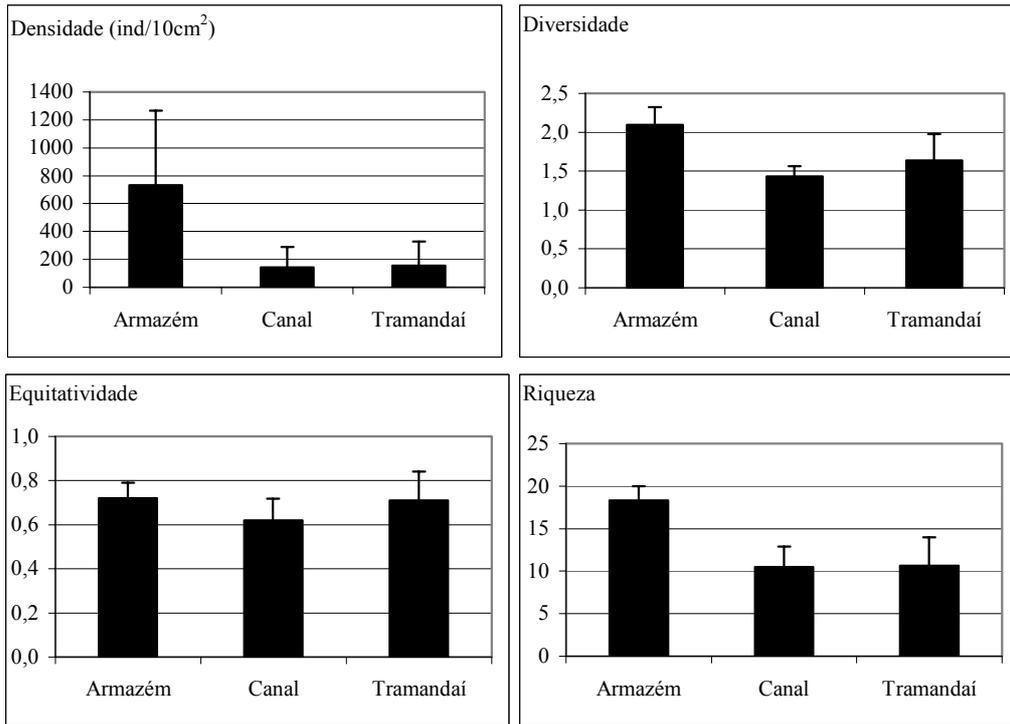


Figura 2: Média e desvio padrão da densidade (ind/10cm²), diversidade (Shannon), equitatividade (Pielou) e riqueza (número de gêneros), por laguna, no estuário Tramandaí-Armazém.

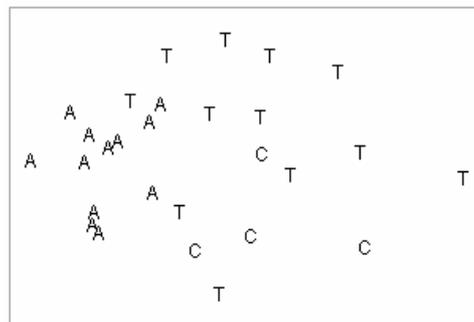


Figura 3: MDS (Multi-dimensional Scaling ordination) realizado com a densidade dos gêneros de Nematoda, considerando a média das amostras (stress = 0,08), coletadas na laguna Armazém (A), Canal (C) e laguna Tramandaí (T).

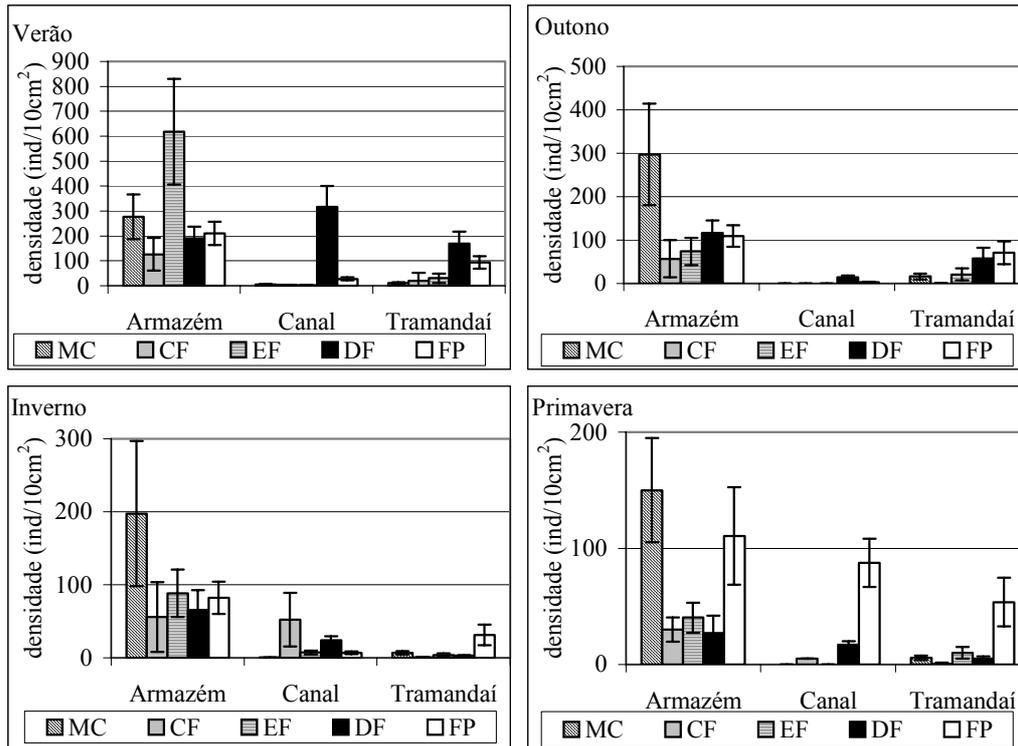


Figura 4: Densidade média (indivíduos/10cm²) dos grupos tróficos de Nematoda, por ambiente amostrado, no estuário Tramandaí-Armazém, nas estações de verão, outono, inverno e primavera de 2000. Comedores de Bactérias (MC – Microvores), comedores de ciliados (CF - Ciliate feeder), comedores de depósito (DF - Deposit feeder), comedores de epistrato (EF - Epigrowth feeder) e predadores facultativos (FP - Facultative predators).

ARTIGO III - PADRÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA MACROFAUNA NUM ESTUÁRIO SUBTROPICAL DO SUL DO BRASIL.

Resumo

A comunidade macrozoobentônica foi analisada no outono, inverno e primavera de 2002 e verão de 2003, em três locais no estuário Tramandaí-Armazém: laguna Tramandaí, com aporte constante de água doce, laguna Armazém, onde ocorre a entrada mais freqüente da cunha salina e na margem do Canal de ligação entre as lagunas e o Oceano Atlântico. Na zona de Canal, a macrofauna, foi caracterizada pelas menores densidades e riqueza específica, em todas as estações do ano. Apesar da influência da água doce ser diferenciada nas lagunas Armazém e Tramandaí, as análises multivariadas indicaram que a estrutura da macrofauna foi similar nestas duas lagunas. Este resultado foi influenciado pela baixa riqueza específica e a dominância de somente quatro espécies, nestas lagunas. Em condições de maior oferta de alimento, oriunda da decomposição de detritos (inverno) e do aparecimento da macrófita *Ruppia maritima* (primavera) na laguna Armazém, há uma diferenciação entre a estrutura da macrofauna nas lagunas Armazém e Tramandaí, considerando a composição e densidade de organismos. Densidades significativamente mais elevadas foram registradas no outono e inverno. Provavelmente as características geomorfológicas do estuário e a hidrodinâmica atuante promovam uma instabilidade em todo o estuário, que para a macrofauna se sobrepõem às diferenças ambientais encontradas entre as lagunas.

Palavras-chaves: macrofauna, distribuição espacial, distribuição sazonal, estuário

Abstract

The macrofauna community was analysed in autumn, winter, and spring of 2002 and summer of 2003, in three sub-environments in Tramandaí-Armazém estuary: Tramandaí lagoon with constant fresh water inflow; Armazém lagoon where saline wedge is more frequent, and Channel, linking the lagoons to the Atlantic ocean. Macrofauna was characterized by the lowest densities and specific richness in Channel in every season of the year. Although fresh water influence was different in Tramandaí-Armazém lagoons, multivariate analysis showed that the macrofauna structure was similar. This result is due to low specific richness with only four dominant species. Because of increased food supply resulting from detritus decomposition (winter) and of the presence of *Ruppia maritima* macrophyte (spring) in Armazém lagoon, macrofauna structure tends to become different in Armazém and Tramandaí lagoons, considering organisms composition and density. Significantly higher densities were observed in the autumns and winter. The estuary geomorphological characteristics and active hydrodynamic probably influence the instability in the entire estuary, as to macrofauna, this fact superimposes the environmental differences in the lagoons.

Key words: macrofauna, spatial and temporal distribution, estuary

Introdução

Em estuários, o aporte de água doce pode representar um aumento de nutrientes e oferta de alimento para os organismos, através do aumento de produção primária (Montagna & Yoon, 1991). No entanto as mudanças de salinidade podem criar um ambiente estressante, resultando numa baixa diversidade de organismos (Kennish, 1990). Estas flutuações de salinidade são influenciadas por algumas características tais como formato e área do estuário (geomorfologia), volume e frequência da entrada de água doce pelo rio (condições meteorológicas da região) e amplitude da maré.

De acordo com Montagna & Kalke (1992), o efeito da entrada de água doce, no sistema, é uma interação entre os processos físicos (sedimentação, ressuspensão), químicos (enriquecimento de nutrientes) e biológicos (aumento de produtividade, ganho em recrutamentos e perda via intolerância a baixas salinidades). Ainda segundo os autores, a macrofauna pode responder a entrada de água doce, apresentando-se composta por poucas espécies, que alcançam elevadas densidades.

De uma maneira geral, as espécies bentônicas características de água doce concentram-se na parte superior do estuário. As espécies estuarinas e marinhas eurialinas, adaptadas a amplas variações de salinidade, são encontradas na região mais central ou intermediária, e as espécies estenoalinas, limitam-se a porção inferior destes ambientes (Capitoli et al., 1978; Bemvenuti & Netto, 1998; Montagna & Kalke, 1992).

Além da salinidade, a distribuição espaço-temporal da macrofauna, em ambientes estuarinos, tem sido correlacionadas com outros parâmetros físicos e químicos, como por exemplo, profundidade, características do sedimento, processos hidrodinâmicos (Bemvenuti et al., 1992; McLusky et al., 1994; Ysebaert et al, 2003, Rosa & Bemvenuti, 2004; Nanami et al., 2005) e biológicos, como a presença de macrófitas (Rosa-Filho & Bemvenuti, 1998a; Edgar & Barrett, 2002). Alterações na estrutura da comunidade da macrofauna, devido às influências antropogênicas no ambiente, também têm sido constatadas (Angonesi & Bemvenuti, 2004; Bemvenuti et al., 2004; Warwick, 2001).

A influência de perturbação ambiental, tanto natural como antropogênica, pode ser avaliada através do estudo de invertebrados bentônicos, devido seu contato constante com o substrato e mobilidade restrita (Canfield et al., 1994; Clarke & Warwick, 1994). No entanto é de vital importância um conhecimento prévio da estrutura da comunidade

bentônica (Lana, 1994), para distinguir variações espaciais e temporais naturais da comunidade, das provocadas pelas perturbações antropogênicas (Morrisey et al., 1992a, b)

O estuário Tramandaí-Armazém localiza-se no Rio Grande do Sul (Figura 1). Adjacentes a este ecossistema encontram-se as cidades de Tramandaí e Imbé. Este estuário é um importante local de desova, crescimento, alimentação e proteção para diversas espécies, representando uma fonte de recursos pesqueiros. O turismo, o descarregamento, transporte e armazenamento de petróleo e derivados, que ocorrem neste ambiente e nas áreas adjacentes, também são importantes atividades para a economia local. Apesar da importância econômica e ecológica, do estuário Tramandaí-Armazém, os estudos publicados, envolvendo a comunidade da macrofauna deste ambiente, não são muitos, podendo-se citar os trabalhos de Rosa-Filho & Bemvenuti (1998a, b).

Os objetivos do presente trabalho foram (1) analisar a estrutura e distribuição espacial da macrofauna, em três ambientes no estuário Tramandaí-Armazém: laguna Tramandaí, com aporte constante de água doce, laguna Armazém, com entrada mais freqüente da cunha salina e no Canal de ligação entre as lagunas e o Oceano Atlântico e (2) acompanhar a variação sazonal desta comunidade.

Material e Métodos

O estuário Tramandaí-Armazém localiza-se no litoral norte do Rio Grande do Sul (Figura 1), entre as coordenadas de 29° 55 49" e 30° 00 56" de latitude Sul e 050° 06 21 e 050° 11 20" de longitude Oeste (Tomazelli, 1990).

Neste estuário, a conexão com o Oceano Atlântico é efetuada através de um canal com 1,5 Km de extensão e 100m de largura (Tabajara & Dillenburg, 1997). A amplitude da maré astronômica, nesta região, é baixa, oscilando em torno de 0,3m, portanto os efeitos meteorológicos, como vento e precipitação, dominam sobre os astronômicos (Lira et al, 1976). Na laguna Tramandaí, ocorre o aporte de água doce e de sedimentos finos, através do rio Tramandaí (Tomazelli, 1990), enquanto que na laguna Armazém, observa-se uma maior tendência da entrada de cunha salina (Würdig, 1984).

Para analisar a comunidade da macrofauna, foram amostradas três áreas na laguna Armazém (R, 1, 2), uma área localizada na margem do canal de ligação com o

Oceano Atlântico (Canal, 3) e três áreas localizadas na laguna Tramandaí (4,5,6). A área amostral “R” foi localizada numa pradaria de *Ruppia marítima*, na primavera e verão (Figura 1). As coletas foram realizadas no outono (abril), inverno (julho) e primavera (novembro) de 2002 e verão (janeiro) de 2003.

Em cada área foram coletadas seis amostras, com um corer de 10cm de diâmetro enterrado até a profundidade de 20 cm no interior do sedimento. As amostras foram lavadas em campo, com malha de 0,300mm de abertura, fixadas com formaldeído 10%, previamente tamponado e coradas com Rosa de Bengala.

Simultâneo às coletas biológicas, registrou-se a transparência da água, com disco de Secchi, e a profundidade. Medidas de pH, temperatura da água, salinidade, condutividade, oxigênio dissolvido e oxigênio saturado foram efetuadas na água de fundo, com um termosalinômetro (YSI, model 85).

Segundo Tabajara & Dillenburg (1997), na laguna Tramandaí, os sedimentos mais grossos, como areia fina e muito fina, localizam-se nas áreas marginais e rasas (inferiores a 1 metro) e os mais finos (silte e argila) encontram-se em áreas abrigadas ou mais profundas. Ainda segundo os autores, na laguna Armazém, ocorre o predomínio de sedimento arenosos, devido a sua reduzida profundidade (<1,0m) e do insignificante aporte de sedimentos finos, pelo rio Camarão. No presente estudo, as amostras foram coletadas em áreas rasas, inferiores a um metro, em todos os ambientes analisados, sendo predominantemente caracterizadas por areia fina.

Em laboratório as amostras biológicas foram novamente lavadas e o material foi triado em microscópio estereoscópico. Os organismos foram contados, identificados em espécie e conservados em formol 4%. Os moluscos foram conservados em álcool 70%.

Análise dos dados

Para avaliar a estrutura da macrofauna, foram efetuadas análises uni e multivariadas, com os dados de densidade da macrofauna (ind/m^2), transformados por $\log(x+1)$. Somente nos cálculos dos índices univariados, os dados de densidade não sofreram transformação.

Os índices univariados de Diversidade (H' de Shannon), Equitatividade (J' de Pielou) e Riqueza (número de espécies), foram calculados com a análise DIVERSE, utilizando-se o programa PRIMER[®] versão 5.2.4.

Análises de variância (ANOVA) bi-fatoriais foram efetuadas para testar a significância dos índices univariados e a densidade de organismos, entre os ambientes amostrados e entre as estações de coleta. Quando a ANOVA foi significativa, utilizou-se o teste de Tukey, de comparação de médias, para identificar as diferenças. Para estas análises utilizou-se o programa STATISTICA[®] 5.0. Antes da realização da análise, a homogeneidade das variâncias foi verificada com o teste de Cochran C.

Formatado

Para comparar a estrutura da macrofauna, entre os ambientes coletados, foram realizadas análises de ordenação do tipo MDS (Multidimensional Scaling Ordination). As matrizes de similaridade foram calculadas com o índice de similaridade de Bray-Curtis, à partir dos dados de densidade (ind/m^2) dos organismos transformados por $\log(x+1)$. Para discriminar os grupos identificados no MDS, utilizou-se o teste de permutação ANOSIM uni e bi-fatorial. Estas análises foram realizadas com o programa PRIMER[®] versão 5.2.4.

Formatado

Para detectar as variáveis abióticas melhor correlacionadas com a estrutura da macrofauna, foi realizada a análise de BIO-ENV, com o programa PRIMER[®] versão 5.2.4. Esta análise utiliza a matriz de dados abióticos, gerada através da distância euclidiana, e a matriz de similaridade biológica, conforme descrita para a análise de ordenação MDS. O coeficiente de correlação utilizado foi o de Spearman.

Resultados

Vinte e uma espécies da macrofauna foram identificadas no estuário Tramandaí-Armazém (Tabela 1). Os poliquetas *Heteromastus similis*, *Laeonereis acuta* e *Nephtys fluviatilis*, e o gastrópode *Heleobia australis* foram os dominantes, correspondendo a 84% do total de organismos coletados. Na margem do Canal, o isópoda *Excirolana armata* representou 52% dos organismos, na laguna Tramandaí os poliquetas *H. similis* e *L. acuta* somaram 63,3%, enquanto que na laguna Armazém estes poliquetas representaram 74% dos organismos.

Através dos resultados da ANOVA, verificou-se que a densidade média de organismos, na margem do Canal foi significativamente menor do que nos demais ambientes coletados (Figura 2, Tabela 2). O amplo desvio padrão, que se verifica no gráfico de densidade, na laguna Armazém, deve-se as diferenças de densidade, encontradas entre as estações de amostragem. A riqueza específica da macrofauna e

diversidade (H') foram mais elevadas na laguna Tramandaí. O valor de equitatividade (J') foi significativamente mais elevado no Canal.

As densidades mais elevadas ocorreram no outono e inverno (Tabela 2). Os poliquetas *L. acuta* e *H. similis*, ocorreram em densidade significativamente mais elevada no inverno, enquanto que *N. fluviatilis* apresentou densidades mais elevadas no verão e primavera.

As análises multivariadas mostraram que a estrutura da macrofauna na margem do Canal é diferenciada da encontrada na laguna Armazém e na laguna Tramandaí, quando se considera as estações de amostragem em conjunto (Figura 3).

A distinção das amostras coletadas na margem do Canal, caracterizadas pela baixa densidade e riqueza de espécies, em relação às amostras coletadas nos demais ambientes, ocorreu em todas as estações de amostragem, quando estas foram consideradas separadamente (Figura 4). No inverno e primavera, ocorre uma tendência da estrutura da macrofauna, na laguna Armazém ser distinta da laguna Tramandaí (Figura 4, Tabela 3).

Em todas as amostragens, os valores de salinidade e condutividade foram mais elevados na margem do Canal, do que nos demais ambientes (Tabela 4). Neste mesmo ambiente foram registradas as menores profundidades. Em relação ao oxigênio dissolvido, observou-se uma tendência dos valores serem mais elevados no inverno. Os valores das variáveis abióticas, medidas nos ambientes amostrados, podem ser visualizados na Tabela 4.

Os resultados da análise BIO-ENV, mostraram que as variáveis profundidade, condutividade/salinidade, O_2 (mg/L) apresentaram uma correlação de 0,659 com a matriz de variáveis biológicas.

Discussão

A comunidade macrobentônica encontrada no estuário Tramandaí-Armazém, caracterizou-se pela baixa riqueza de espécies (21). Este resultado é inferior ao encontrado em outros estuários do mundo, tais como as 47 espécies registradas no estuário de Schelde – Netherland (Ysebaert et al., 2003), 87 em Gialova-Grécia (Koutsoubas et al., 2000), 130 na Baía de Paranaguá – Brasil (Lana, 1986), 409 em Port Curtis – Austrália (Currie & Small, 2005). Contudo este resultado reflete uma

característica de estuários e lagunas, localizados no extremo sul do Brasil (Rosa-Filho & Bemvenuti, 1998a; Bemvenuti & Rosa-Filho, 1999) e na Argentina (Elias, 1985; Bremec, 1990; Ieno & Bastida, 1998).

Segundo Sanders (1960), em ambientes fisicamente instáveis, apenas algumas espécies têm sucesso, apresentando elevadas densidades, em detrimento dos demais táxons. Fato registrado no presente estudo, onde foram dominantes os poliquetas *H. similis*, *L. acuta*, *N. fluviatilis* e o gastrópode *H. australi*. As espécies *L. acuta* e *H. similis*, comedores de depósito, são característicos de ambientes imprevisíveis (Ieno & Bastida, 1998) com características de organismos oportunistas (Rosa-Filho & Bemvenuti, 1998a). O gastrópode *H. australis* tende a aumentar sua densidade, em áreas submetidas a rápidas e amplas variações de salinidade, sendo considerada uma espécie oportunista (Lana, 1986).

As análises multivariadas mostraram a distinção das amostras coletadas na margem do Canal, dos demais ambientes amostrados. Geralmente um aumento de riqueza de espécies da macrofauna, tem sido registrado com o aumento de salinidade (Ysebaert et al., 2003). No presente estudo, as salinidades mais elevadas ocorreram na margem do Canal, no entanto neste local foi constatada a menor riqueza e densidade de organismos. Este resultado foi similar ao encontrado no canal do estuário da Lagoa dos Patos (Bemvenuti et al., 1978, 1992) e nas zonas de canais dos estuários do Rio Grande do Sul (Rosa-Filho & Bemvenuti, 1998a,b).

Em zonas de Canais, além das elevadas salinidades, verifica-se uma grande instabilidade do sedimento, devido ao aumento da hidrodinâmica. Esta condição não permite o assentamento e a permanência da maioria dos componentes da macrofauna (Bemvenuti et al., 1992). Na margem do Canal, no estuário Tramandaí-Armazém, os sedimentos de fundo dominados por areia fina, pobremente selecionada, com a constante suspensão do material fino, refletem a presença de correntes bidirecionais (Tabajara & Dillenburg, 1997). Ainda, esta área foi classificada como fortemente perturbada, por Rosa-Filho & Bemvenuti (1998b) através da utilização do método de comparação de curvas de Abundância/ Biomassa para o macrozoobentos, proposto por Warwick (1986) na identificação de ambientes submetidos a estresse ambiental. Esta grande instabilidade condiciona uma comunidade da macrofauna empobrecida, como a encontrada no presente estudo.

As análises multivariadas indicaram a similaridade entre a estrutura da macrofauna na laguna Armazém e na laguna Tramandaí, apesar das diferentes condições de salinidade, a que estão submetidas. Este resultado deve-se ao fato da riqueza específica ser muito baixa nestas duas lagunas e da dominância das mesmas quatro espécies, em ambas. De acordo com Levinton (1995), em pequenos estuários, o tempo de residência da água é curto, devido a grande troca de água com o mar adjacente, ocorrendo nestes ambientes uma menor densidade e diversidade de organismos, quando comparada com grandes estuários. As características de pequena área do estuário Tramandaí-Armazém e o estreito canal de ligação com o Oceano Atlântico resultam em amplas flutuações abióticas num pequeno espaço de tempo (Würdig, 1984), independente da época do ano (Chomenko & Schäfer, 1984). Esta instabilidade ambiental dificulta o estabelecimento da fauna, ocorrendo o sucesso de poucas espécies, e que estas são as mesmas nas lagunas Armazém e Tramandaí.

Os poliquetas *H. similis* e *L. acuta*, dominantes nas lagunas Tramandaí e Armazém, escavam até mais de 15cm de profundidade no interior do sedimento, que além de ser um importante refúgio contra macropredadores (Bemvenuti, 1987), provavelmente oferece também proteção à instabilidade física e variações de salinidade que ocorrem na superfície do sedimento. Outra espécie de sucesso é o gastrópode *H. australis*, que apresenta a capacidade de migrar sob condições desfavoráveis, ocupando ambientes submetidos a perturbações físicas, nos quais pode beneficiar-se da redução do número de competidores (Bemvenuti et al. 1992; Bemvenuti & Netto, 1998).

Nas estações de inverno e primavera, verifica-se uma tendência de separação das amostradas coletadas na laguna Tramandaí das coletadas na laguna Armazém. Provavelmente este resultado esteja sendo influenciado pela presença da macrófita submersa *Ruppia maritima*, na laguna Armazém.

Em áreas com vegetação macrófita ocorre uma maior estabilidade física, devido a diminuição da velocidade das correntes, gerando a deposição de partículas finas, aumentando a transparência da água (Madsen et al., 2001). A oferta de micro-habitat, proteção e alimento para os organismos, encontrados no interior das pradarias, favorecem uma maior densidade (Garcia et al., 1996; Kapusta & Bemvenuti, 1998) e sustentam uma grande diversidade de organismos nestes locais (De Troch et al, 2003).

Através do método ABC (Warwick, 1986), para a identificação de situações de estresse em macrofauna, Rosa-Filho & Bemvenuti (1998b) classificaram a área com a presença de *R. marítima* como não estressada. Já a área adjacente à vegetada, porém desprovida de vegetação, é moderadamente estressada. O desenvolvimento da pradaria, na laguna Armazém, na primavera, coincide com as maiores densidades do tanaidáceo *Sinelobus stanfordi*. Esta espécie, cosmopolita e estuarina, utiliza a vegetação como substrato para a construção de seus tubos, e atinge elevadas densidades em lugares específicos, devido a raramente saírem de seus tubos e aos jovens se posicionarem próximos aos seus progenitores (Toniollo, 1987).

Além da presença de *R. marítima*, verifica-se na laguna Armazém, áreas de marisma na sua margem sudeste. Uma maior disponibilidade de detritos, oriunda do declínio da *R. marítima* e das marismas, provavelmente favorece as densidades mais elevadas de organismos, nesta laguna no inverno, quando comparada com a laguna Tramandaí.

Em relação à variação temporal, as densidades foram significativamente mais elevadas no outono e inverno do que no verão. Este resultado difere do encontrado para a Lagoa dos Patos, onde as densidades mais elevadas ocorrem nos meses de verão e início do outono (Bemvenuti, 1987). No entanto, densidades mais elevadas no inverno também foram encontradas por Almada (1998) para este mesmo estuário, e por Ozório (1993) para a Lagoa das Custódias, adjacente a este estuário. Na laguna Armazém, como já comentado, a disponibilidade de detritos, oriunda do declínio da *R. marítima* e das marismas, no inverno, favorece as elevadas densidades, principalmente de comedores de depósito, como os poliquetas *H. similis* e *L. acuta*. Outro fato a ser considerado, é a diminuição de macropredadores, no inverno (Bemvenuti, 1987). A atividade reprodutiva de algumas espécies, nesta época, como *L. acuta* (Asmus, 1984), pode ser uma estratégia de sobrevivência. Como os juvenis, deste poliqueta, assentam na camada superficial do sedimento, nesta estação, eles estariam sob uma menor pressão de predação. Para o gastrópode *H. australis*, não se verificou um padrão sazonal definido, como o evidenciado em outros trabalhos (Bemvenuti & Netto, 1998).

Através da análise BIO-ENV, verificou-se que as variáveis salinidade/condutividade, profundidade e oxigênio dissolvido apresentaram maior correlação com a matriz de dados biológicas. Esta correlação foi inversamente

proporcional entre a salinidade/condutividade e a densidade de organismos, uma vez que na margem do Canal onde foram medidos os valores mais elevados de salinidade, encontrou-se as menores densidades. Ainda neste local foram registradas as menores profundidades, devido as coletas terem sido realizadas na margem, no entanto, casualmente estas profundidades ocorreram na área de maior hidrodinâmica, provavelmente refletindo este fator indireto. A correlação entre o oxigênio dissolvido e a matriz biológica, deve-se aos maiores valores desta variável abiótica, no inverno, época de densidades mais elevadas.

No estuário Tramandaí-Armazém, a riqueza específica da macrofauna, foi inferior ao registrado em outros estuários, com somente quatro espécies dominantes, sendo que três delas são consideradas oportunistas. A zona de canal apresentou-se caracterizada por uma baixa densidade e riqueza de organismos. A similaridade da estrutura da macrofauna, na laguna Armazém e Tramandaí, deve-se provavelmente as condições geomorfológicas do estuário e a hidrodinâmica atuante, que estabelecem uma condição adversa, onde as mesmas espécies têm o mesmo sucesso em todo o corpo lagunar. A instabilidade observada em todo estuário sobrepõe as diferenças ambientais encontradas entre as lagunas. Exceto no que diz respeito ao desenvolvimento de *R. maritima* na primavera, e um maior aporte de detritos no inverno, na laguna Armazém, que propicia uma diferenciação na estrutura da macrofauna, quando comparada com a laguna Tramandaí.

Agradecimento

Os autores agradecem a FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul), pela bolsa concedida ao primeiro autor e a PETROBRAS pela liberação dos dados da macrofauna.

Referências Bibliográficas

Almada, C. M. W. 1998. Composição e distribuição da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos do estuário de Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS-Brasil, 100p.

Angonesi, L. G. & C. E. Bemvenuti, 2004. Effects of shrimp trawling upon macrobenthic fauna in Patos Lagoon estuary. *Journal of Coastal Research* 39.

Asmus, M. L., 1984. Estrutura da comunidade associada a *Ruppia maritima* no estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. Rio Grande, RS, FURG, 154 p (Dissertação).

Bemvenuti, C. E., 1987. Predation effects on a benthic community in estuarine soft sediments. *Atlântica, Rio Grande, RS - Brasil* 9 (1): 33-63.

Bemvenuti, C. E., 1988. Impacto da predação sobre *Heteromastus similis* (Southern, 1921) e *Nephtys fluviatilis* (Monro, 1937) em fundos moles estuarinos. *Atlântica, Rio Grande, RS - Brasil* 10 (1): 85-102.

Bemvenuti, C. E., 1994. O poliqueta *Nephtys fluviatilis* Monro, 1937, como predador da infauna na comunidade de fundos moles. *Atlântica, Rio Grande, RS - Brasil* 16: 87-98.

Bemvenuti, C. E., 1998. Invertebrados Bentônicos, Capítulo 4.10. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J., ed. Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do extremo sul do Brasil. Editora Ecocientia, Rio Grande p. 46-51.

Bemvenuti, C. E., R. R. Capitoli & N. M. Gianuca, 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos. II - Distribuição Quantitativa do Macrobentos Infralitoral. *Atlântica, Rio Grande, RS - Brasil* 3: 23-32.

Bemvenuti, C. E. S. A. Cattaneo & S. A. Netto, 1992. Características estruturais da macrofauna bentônica em dois pontos da região estuarial da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica, Rio Grande* 14: 5-28.

Bemvenuti, C. E. & S. A. Netto, 1998. Distribution and seasonal patterns of the sublittoral benthic macrofauna of Patos Lagoon (South Brazil). *Revista Brasileira de Biologia* 58 (2): 211-221.

Bemvenuti, C. E. & J. S. Rosa-Filho, 1999. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e Marinha. Estrutura e Dinâmica das associações de macroinvertebrados bentônicos dos ambientes estuarinos do Rio Grande do Sul: Um estudo de caso. <http://www.bdt.fat.org.br/workshop/costa/macroinvert>.

Bemvenuti, C. E., L. G. Angonesi & M. S. Gandra, 2004. Effects of dredging operations upon soft bottom macrofauna on a harbor area, Patos Lagoon estuarine region, southern Brazil. *Journal of Coastal Research* 39.

- Bremec, C. S., 1990. O macrobentos del área de Bahía Blanca (Argentina), distribución espacial de la fauna. *Boletim Instituto Oceanográfico de São Paulo* 38 (2): 99-110.
- Canfield, T. J., W. G. Brumnaugh, F. J. Dwyer, C. G. Ingersoll & J. F. Fairchild, 1994. Use of benthic invertebrates community structure and the Sediment Quality Triad to evaluate metal-contaminated sediment in the upper Clark Fork River, Montana. *Environmental Toxicology and Chemistry* 13(12): 1999-2012.
- Capitoli, R. R., C. E. Bemvenuti & N. M. Gianuca, 1978. Estudos de Ecologia Bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos. I – as comunidades bentônicas. *Atlântica, Rio Grande*, 3:5-22.
- Chomenko, L. & A. Schäfer, 1984. Interpretação da distribuição do gênero *Littoridina* (Hydrobiidae) nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Amazoniana*, 9(1):127-146.
- Clarke, K. R. & R. M. Warwick, 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth. NERC. 187p.
- Currie, D. R. & K. J. Small, 2005. Macrobenthic community responses to long-term environmental change in an east Australian sub-tropical estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 63: 315-331.
- De Troch, M., F. Fiers & M. Vincx, 2003. Niche segregation and habitat specialisation of harpacticoid copepods in a tropical seagrass bed. *Marine Biology* 142: 345-355.
- Edgar, G. J. & N. S. Barrett, 2002. Benthic macrofauna in Tasmanian estuaries: scales of distribution and relationships with environmental variables. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 270: 1-24.
- Elias, R., 1985. Macrobentos Del estuário de la Bahía Blanca (Argentina). I. Mesolitoral. *Spheniscus*, 1: 1-33.
- Garcia, A., J. Vieira, C. E. Bemvenuti & R. M. Geraldi, 1996. Abundância e diversidade da assembléia de crustáceos decápodos dentro e fora de uma pradaria de *Ruppia maritima* no estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). *Nauplius*, 4: 113-128.
- Gilberto, D. A., C. S. Bremec, E. M. Acha & H. Mianzan, 2004. Large-scale spatial patterns of benthic assemblages in the SW Atlantic: the Río de la Plata estuary and adjacent shelf waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 61: 1-13.
- Ieno, E. N. & R. O. Bastida, 1998. Spatial and temporal patterns in coastal macrobenthos of Samborombon Bay, Argentina: a case study of very low diversity. *Estuaries* 21 (4B): 690-699.
- Kapusta, S. C. & C. E. Bemvenuti, 1998. Atividade nictemeral de alimentação de juvenis de *Callinectes sapidus*, Rathbun, 1895 (Decapoda: Portunidae) numa pradaria de *Ruppia*

maritima L. e num plano não vegetado, numa enseada estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Nauplius*, 6: 41-52.

Kennish, M. J, 1990. *Ecology of Estuaries. Volume II Biological Aspects*. Boca Raton, Florida. CRC Press, Inc. 391p.

Koutsoubas, D, C. Dounas, C. Arvanitidis, S. Kornilios, G. Petihakis, G. Triantafyllou & A. Eleftheriou, 2000. Macrobenthic community structure and disturbance assessment in Gialova Lagoon, Ionian Sea. *ICES of Journal Marine Science* 57: 1472-1480.

Lana, P. C., 1986. Macrofauna bêntica de fundos sublitorais não consolidados da Baía de Paranaguá (Paraná). *Nerítica*, Pontal do Sul, PR, 1(3): 79-89.

Lana, P. C., 1994. Organismos bênticos e atividades de monitoramento. In: *Oceanografia Biológica Bentos*, Vol. VI - Diagnóstico Ambiental Oceânico e Costeiro das Regiões Sul e Sudeste do Brasil, Convênio PETROBRAS-FUNDESPA. Coordenador: Dr. Ioshimine Ikeda, pp. 10-21.

Levinton, J. S., 1995. *Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology*. Oxford. Oxford University Press, 420p.

Lira, L., I. R. Martins, T. H. Araújo & E. A. Dehnhardt, 1976. Nota prévia sobre o comportamento da cunha salina no estuário de Tramandaí, R. G.S. *Anais da UFRPE, Ciências Biológicas*, Recife. 3(1): 115-126.

Madsen, J. D., P. A. Chambers, W. F. James, E. W. Koch & D. F. Westlake, 2001. The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes. *Hydrobiologia*, 444: 71-84.

McLusky, D. S., M. Desprez, B. Elkaim & S. Duhamel, 1994. The inner estuary of the Baie de Somme. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 38: 313-318.

Montagna, P. A. & W. B. Yoon, 1991. The effect of freshwater inflow on meiofaunal consumption of sediment bacteria and microphytobenthos in San Antonio Bay, Texas, USA. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 33(6): 529-547.

Montagna, P. A. & R. D. Kalke, 1992. The effect of freshwater inflow on meiofauna and macrofauna populations in the Guadalupe and Nueces estuaries, Texas. *Estuaries*, 15(3): 307-326.

Morrisey, D. J., A. J. Underwood, L. Howitt & J. S. Stark, 1992a. Temporal variation in soft-sediment benthos. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 164 (2): 233-245.

Morrisey, D. J., L. Howitt, A. J. Underwood & J. S. Stark, 1992b. Spatial variation in soft-sediment benthos. *Marine Ecology Progress Series* 81: 197-204.

- Nanami, A., H. Saito, T. Akita, K. Motomatsu & H. Kuwahara, 2005. Spatial distribution and assemblage structure of macrobenthic invertebrates in a brackish lake in relation to environmental variables. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 63: 167-176.
- Ozorio, C. P. 1993. Estrutura espacial e sazonal da macrofauna bentônica da Lagoa das Custódias, Tramandaí (RS), Brasil: Situações de verão e inverno. Dissertação de Mestrado (Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Porto Alegre. 167p
- Rosa, L. C. & C. E. Bemvenuti, 2004. Spatial and temporal variability of the estuarine macrofauna in the Patos Lagoon, southern Brazil. *Journal of Coastal Research* 39.
- Rosa-Filho, J. S. & C. E. Bemvenuti, 1998. Caracterización de las comunidades macrobentónicas de fondos blandos en regiones estuarinas de Río Grande do Sul (Brasil). *Thalassas Revista de Ciencias del Mar*, 14: 43-56.
- Rosa-Filho, J. S. & C. E. Bemvenuti, 1998b. Utilização do método de comparação de curvas de abundância/biomassa (método ABC) na identificação de ambientes submetidos a estresse em regiões estuarinas do Rio Grande do Sul (Brasil). IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, Águas de Lindóia, SP, 1: 254-259.
- Sanders, H. L., 1960. Benthic studies in Buzard Bay. III. The structure of the soft-bottom community. *Limnology and Oceanography* 5: 138-153.
- Schwarzbold, A. & A. Schäfer, 1984. Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Amazoniana, Manaus*, 9(1): 87-104.
- Tabajara, L. L. C. A. & S. Dillenburg, 1997. Batimetria e sedimentos de fundo da laguna de Tramandaí – RS. CECO/IG/UFRGS, Notas Técnicas, 10: 21-33.
- Tomazelli, L. J., 1990. Contribuição ao estudo dos sistemas deposicionais holocênicos do nordeste da Planície Costeira do Rio Grande do Sul - com ênfase no sistema eólico. UFRGS. Porto Alegre, UFRGS, 270p (Tese).
- Toniollo, V., 1987. Desenvolvimento pós-marsupial de *Sinelobus stanfordi* (Richardson, 1901) (Crustacea, Tanaidacea) do rio Itiberê Paranaguá, PR. Curitiba, UFPR. 117p (Dissertação).
- Warwick, R. M., 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology* 92: 557-562.
- Warwick, R. M., 2001. Evidence for the effects of metal contamination on the intertidal macrobenthic assemblages of the Fal estuary. *Marine Pollution Bulletin* 42(2): 145-148.
- Würdig, N. L., 1987. Alguns dados físicos e químicos do sistema lagunar de Tramandaí, Rio Grande do Sul. *Pesquisas*, 20: 49-74.

Würdig, N. L., 1988. Distribuição espacial e temporal da comunidade de Ostracodes nas Lagoas Tramandaí e Armazém Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 11: 701-721.

Ysebaert, T., P. M. J. Herman, P. Meire, J. Craeymeersch, H. Verbeek & C. H. R. Heip, 2003. Large-scale spatial patterns in estuaries: estuarine macrobenthic communities in the Schelde estuary, NW Europe. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57: 335-355.

Tabela 1: Densidade média e desvio padrão das espécies da macrofauna, coletadas na laguna Armazém, Canal e laguna Tramandaí, considerando o conjunto das estações.

		Canal	Tramandaí	Armazém
Polychaeta	<i>Laeonereis acuta</i>	-	1051 (2365)	2055 (4192)
	<i>Nephtys fluviatilis</i>	-	545 (476)	725 (935)
	<i>Heteromastus similis</i>	7 (27)	2039 (3939)	4422 (8050)
	<i>Spio gaucha</i>	49 (94)	-	-
	Polychaeta	3 (9)	-	-
Oligochaeta	<i>Paranais frici</i>	-	-	1170 (3892)
Hirudinea	Glossiphonidae	-	14 (49)	8 (30)
Gastropoda	<i>Heleobia australis</i>	11 (36)	771 (1895)	179 (468)
	<i>Heleobia charruana</i>	-	4 (21)	-
	<i>Parodizja</i> sp.	-	2 (15)	-
Bivalvia	<i>Erodona mactroides</i>	4 (14)	1 (4)	60 (220)
	Tellinidae sp.	-	9 (44)	4 (21)
Amphipoda	<i>Amphilocus neapolitanus</i>	1 (6)	-	-
	<i>Paracorophium</i> sp.	-	3 (17)	-
	<i>Mellita mangrovi</i>	-	2 (15)	-
Isopoda	<i>Cassidinidea fluminensis</i>	1 (6)	-	2 (15)
	<i>Munna peterseni</i>	-	15 (79)	35 (160)
	<i>Excirologa armata</i>	90 (363)	-	-
Tanaidacea	<i>Sinelobus stanfordi</i>	-	12 (80)	387 (1361)
Cumacea	<i>Diastylis</i> sp.	5 (26)	407 (731)	2 (15)
Insecta	Chironomidae	-	5 (26)	68 (461)
Densidade média		171 (84)	4879 (6358)	9115 (16220)

Tabela 2: Resultado da análise ANOVA bi-fatorial ($p < 0,05$) considerando a densidade, diversidade, equitatividade e riqueza específica da macrofauna, entre os ambientes analisados (A-laguna Armazém, C-Canal, T-laguna Tramandaí) e entre as estações de coleta (O-outono, I-inverno, P-primavera, V-verão). NS – diferença não significativa. Diferença significativa verificada pela análise de Tukey.

	entre ambientes	entre estações
Densidade (ind/m ²)	A,T>C (p=0,0000)	O,I>V (p=0,0001)
Riqueza de táxons	T>A>C (p=0,0000)	NS (p=0,1368)
Equitatividade (J')	C>T,A (p=0,0000)	O,P>I (p=0,0030)
Diversidade (H')	T>A>C (p=0,0000)	NS (p=0,7476)

Tabela 3: Densidade média (ind/m²) das espécies da macrofauna, registradas na laguna Armazém, Canal, e laguna Tramandaí, por estação de amostragem.

outono	Canal		Tramandaí		Armazém		inverno	Canal		Tramandaí		Armazém	
	ind/m ²	%	ind/m ²	%	ind/m ²	%		ind/m ²	%	ind/m ²	%	ind/m ²	%
<i>L. acuta</i>	0	0	794	17	596	27	<i>L. acuta</i>	0	0	3093	30	7148	27
<i>N. fluviatilis</i>	0	0	170	4	35	2	<i>N. fluviatilis</i>	0	0	870	8	177	1
<i>H. similis</i>	5	5	1270	27	1495	69	<i>H. similis</i>	21	50	5902	57	13390	51
<i>S. gaucha</i>	69	62	0	0	0	0	<i>P. frici</i>	0	0	0	0	4515	17
Polychaeta ni	11	10	0	0	0	0	Glossiphonidae	0	0	28	0	28	0
<i>P. frici</i>	0	0	0	0	16	1	<i>H. australis</i>	0	0	219	2	566	2
Glossiphonidae	0	0	7	0	2	0	<i>E. mactroides</i>	0	0	0	0	233	1
<i>H. australis</i>	0	0	2093	44	21	1	<i>Tellina sp.</i>	0	0	35	0	14	0
<i>E. mactroides</i>	16	14	2	0	7	0	<i>A. neapolitanus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>A. neapolitanus</i>	5	5	0	0	0	0	<i>M. mangrovi</i>	0	0	7	0	0	0
<i>Paracorophium</i>	0	0	4	0	0	0	<i>M. peterseni</i>	0	0	50	0	0	0
<i>C. fluminensis</i>	5	5	0	0	0	0	<i>Diastylis sp.</i>	21	50	106	1	0	0
<i>M. peterseni</i>	0	0	4	0	0	0	<i>S. stanfordi</i>	0	0	35	0	0	0
<i>Diastylis sp.</i>	0	0	361	8	0	0	Chironomidae	0	0	7	0	0	0
Chironomidae	0	0	0	0	2	0							
Densidade média	111	100	4705	100	2174	100	Densidade média	42	100	10354	100	26072	100
primavera	Canal		Tramandaí		Armazém		verão	Canal		Tramandaí		Armazém	
	ind/m ²	%	ind/m ²	%	ind/m ²	%		ind/m ²	%	ind/m ²	%	ind/m ²	%
<i>L. acuta</i>	0	0	226	9	7	0	<i>L. acuta</i>	0	0	92	5	467	16
<i>N. fluviatilis</i>	0	0	679	27	1529	29	<i>N. fluviatilis</i>	0	0	460	24	1161	40
<i>H. similis</i>	0	0	686	27	1819	34	<i>H. similis</i>	0	0	297	15	984	34
<i>S. gaucha</i>	106	23	0	0	0	0	<i>S. gaucha</i>	21	33	0	0	0	0
Glossiphonidae	0	0	14	1	0	0	<i>P. frici</i>	0	0	0	0	149	5
<i>H. australis</i>	21	5	177	7	57	1	Glossiphonidae	0	0	7	0	0	0
<i>C. fluminensis</i>	0	0	0	0	7	0	<i>H. australis</i>	21	33	594	31	71	2
<i>M. peterseni</i>	0	0	0	0	92	2	<i>H. robusta</i>	0	0	14	1	0	0
<i>E. armata</i>	340	73	0	0	0	0	<i>Parodizia sp.</i>	0	0	7	0	0	0
<i>Diastylis sp.</i>	0	0	757	30	7	0	<i>Paracorophium</i>	0	0	7	0	0	0
<i>S. stanfordi</i>	0	0	0	0	1550	29	<i>M. peterseni</i>	0	0	7	0	50	2
Chironomidae	0	0	0	0	262	5	<i>E. armata</i>	21	33	0	0	0	0
							<i>Diastylis sp.</i>	0	0	403	21	0	0
							<i>S. stanfordi</i>	0	0	14	1	0	0
							Chironomidae	0	0	14	1	7	1
Densidade média	467	100	2541	100	5329	100	Densidade média	64	100	1918	100	2887	100

Tabela 4: Valores médios e desvio padrão da temperatura, condutividade, salinidade, oxigênio dissolvido e saturado registrados na água de fundo, transparência e profundidade, na laguna Armazém, Canal e laguna Tramandaí, no outono, inverno e primavera de 2002 e verão de 2003.

	Temperatura (°C)	Transparência (m)	Profundidade (m)	Condutividade (mS)	Salinidade	O ₂ mg/L	O ₂ %
Outono							
Armazém	25,4 ± 0,1	0,4 ± 0,4	0,6 ± 0,1	18,7 ± 2,0	11,0 ± 1,1	4,1 ± 2,9	58,9 ± 25,0
Canal	24,5	0,3	0,3	51,9	34,5	5,4	75,2
Tramandaí	24,7 ± 0,2	0,5 ± 0,3	0,6 ± 0,1	7,4 ± 1,1	4,1 ± 0,7	6,4 ± 0,5	75,4 ± 7,0
Inverno							
Armazém	16,4 ± 0,1	0,3 ± 0,2	0,6 ± 0,1	4,3 ± 1,6	2,6 ± 0,6	7,0 ± 0,5	73,3 ± 5,4
Canal	16,1	0,3	0,3	3,1	2,6	7,4	75,9
Tramandaí	15,7 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,6 ± 0,1	4,1 ± 3,6	2,7 ± 2,4	6,9 ± 0,4	72,2 ± 4,2
Primavera							
Armazém	25,0 ± 0,2	0,1 ± 0,1	0,7 ± 0,2	0,8 ± 0,6	0,4 ± 0,3	5,1 ± 0,2	62,5 ± 1,8
Canal	22,6	0,2	0,2	51,5	33,8	5,4	71,6
Tramandaí	25,4 ± 0,7	0,2 ± 0,1	0,7 ± 0,2	2,2 ± 1,8	1,1 ± 1,0	5,5 ± 0,3	66,1 ± 3,3
Verão							
Armazém	26,7 ± 0,2	0,1 ± 0,1	0,6 ± 0,2	6,7 ± 4,9	5,6 ± 1,1	6,1 ± 0,4	76,3 ± 2,5
Canal	27	0,3	0,3	27,7	16,7	5,4	75,3
Tramandaí	25,9 ± 0,3	0,3 ± 0,1	0,8 ± 0,1	3,3 ± 4,6	1,8 ± 2,7	7,2 ± 1,3	88,4 ± 16,2

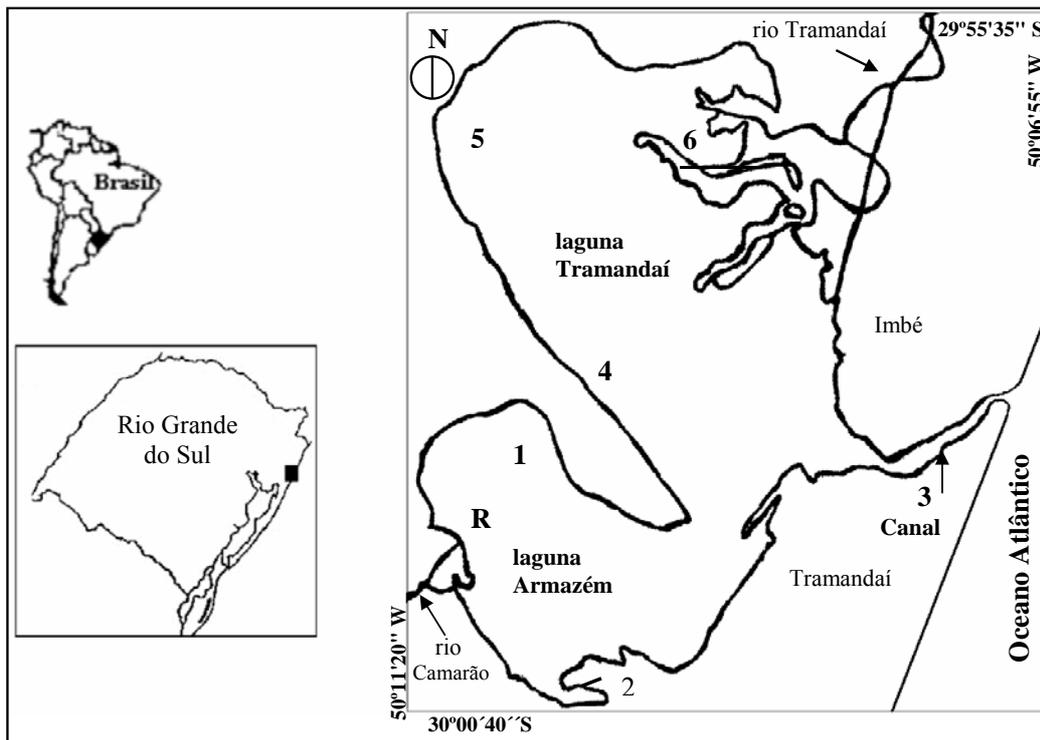


Figura 1: Mapa com a localização do estuário Tramandaí-Armazém, RS, Brasil.

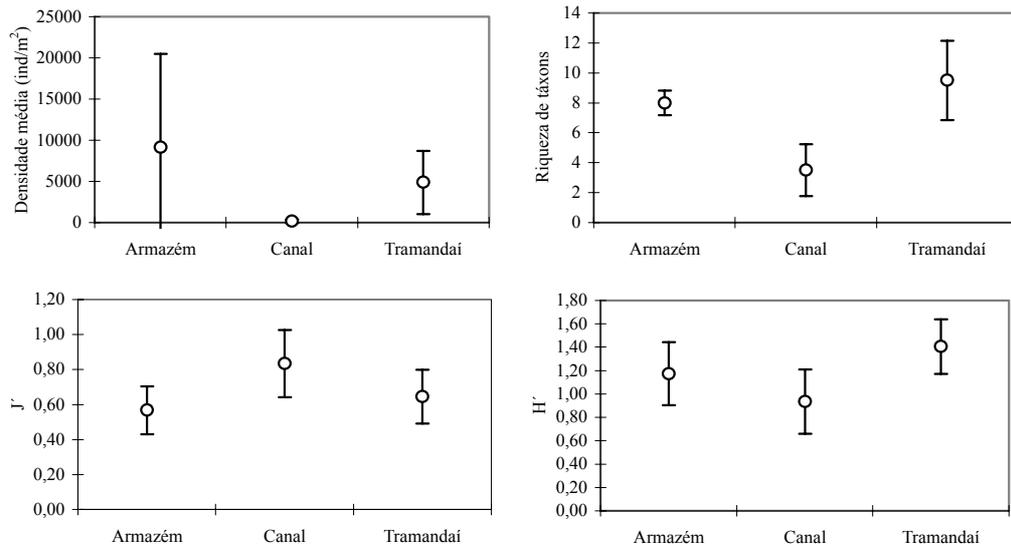


Figura 2: Média e desvio padrão da densidade média da macrofauna (ind/m²), riqueza específica, equitatividade (J') e diversidade (H'), na laguna Armazém, Canal e laguna Tramandaí.

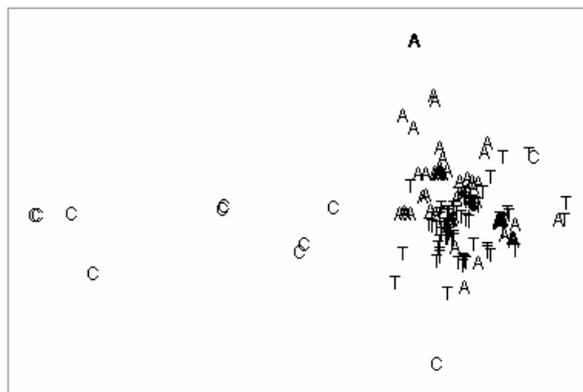


Figura 3: MDS (Multi-dimensional Scaling) realizado com a densidade das espécies da macrofauna (stress = 0,01), encontrada nas amostras coletadas na laguna Armazém (A), Canal (C) e laguna Tramandaí (T).

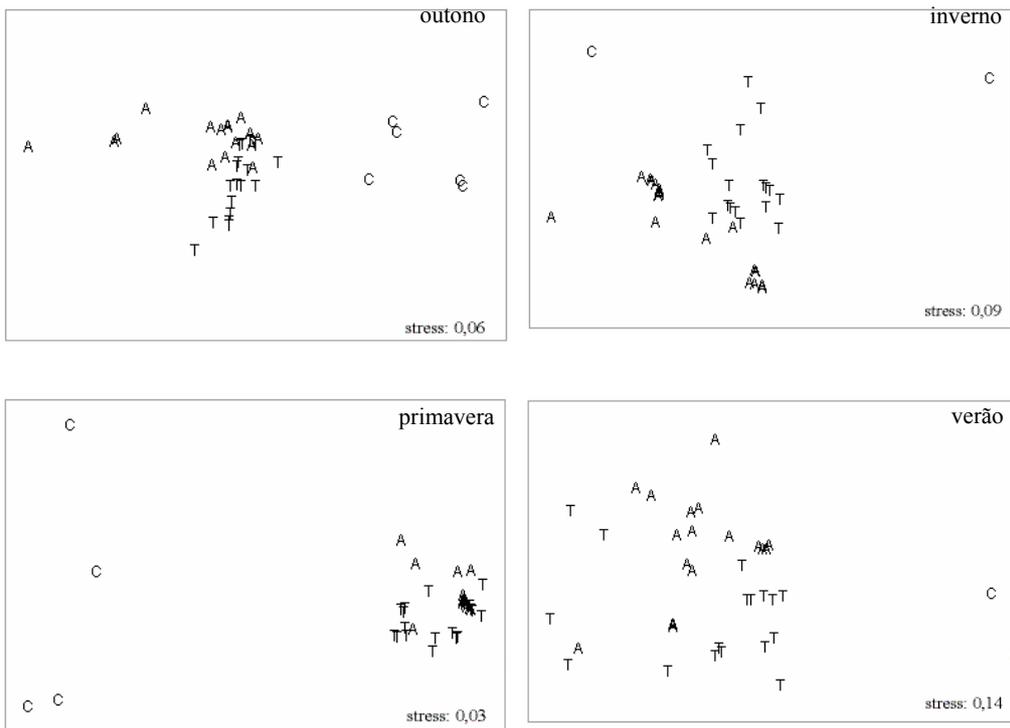


Figura 4: Resultado da análise MDS (Multi-dimensional Scaling), realizada à partir dos dados de densidade da macrofauna, considerando a laguna Armazém (A), Canal (C) e laguna Tramandaí (T), no outono, inverno e primavera de 2002, e verão de 2003.

ARTIGO IV - RESPOSTA DA MACRO E MEIOFAUNA A UM DERRAME EXPERIMENTAL DE ÓLEO BRUTO, NO ESTUÁRIO TRAMANDAI-ARMAZEM (SUL DO BRASIL).

Resumo

Um estudo experimental de campo foi efetuado para analisar a macrofauna e meiofauna estuarina, após um derrame simulado de óleo bruto. No experimento foram considerados dois fatores: fator tratamento, composto pelo controle (meio natural), corer sem óleo e corer com óleo bruto (adição de um litro), e fator tempo, quatro e nove horas após a colocação do óleo no corer. Cada fator tratamento constou de cinco réplicas, nos dois períodos de coleta. Após o tempo previsto de exposição ao óleo, efetuou-se as coletas de macrofauna e meiofauna, em cada tratamento. Para a amostra de macrofauna foi utilizado um amostrador de 10cm de diâmetro, enterrado até 15cm de profundidade no interior do sedimento. As amostras de meiofauna foram obtidas com um amostrador de 2,7cm de diâmetro até a profundidade de 5cm, seccionada em estratos verticais de 0-2cm e 2-5cm. Em laboratório, os organismos foram identificados e classificados como vivos ou mortos. Análises de variância (ANOVA) bi-fatoriais foram utilizadas para detectar diferenças entre os tratamentos e entre períodos. Não foram detectados efeitos do óleo sobre a macrofauna, no período de 4 e 9 horas de exposição. Não foram encontradas variações significativas de densidade da meiofauna e dos gêneros de Nematoda, com exceção de *Theristus*, que apresentou um maior número de organismos mortos na presença do óleo.

Palavras-chaves: macrofauna, meiofauna, nematoda, derrame de óleo, experimental

Abstract

An experimental field study was carried out to analyse of estuarine macrofauna and meiofauna after a simulated crude oil spill. Two factors were considered in the experiment : the treatment factor, made up of the control (natural environment), corer without oil and corer with crude oil (one litre added), and the time factor, four and nine hours after putting the oil in the corer. Each treatment factor consisted of five replicas in the two sampling periods. Sampling of meiofauna was carried out using a sampler with a diameter of 2.7cm, to up to 5cm deep, sectioned in vertical strata of 0-2cm and 2-5cm. For macrofauna, a sampler with a diameter of 10cm was used, buried up to 15cm deep into the sediment. A sample of meiofauna and another of macrofauna was done inside each treatment. The organisms were identified and classified as dead or alive, in the laboratory. Analysis of variance two-way (ANOVA) was done by sampling period to detect any differences between the treatments. No effect was detected of the oil on the macrofauna in the four and nine hours of exposure. No significant variations were found in the density of the macrofauna or Nematode genera, with the exception of *Theristus* for which a larger number of dead organisms were recorded where oil was present.

Key words: macrofauna, meiofauna, nematodes, oil spill, experimental

Introdução

A utilização da macrofauna, em estudos de monitoramento e avaliação ambiental, vem de longa data (Canfield et al., 1994; Clarke & Warwick, 1994). Verifica-se também um crescente aumento da utilização da meiofauna com esta finalidade, principalmente com o enfoque em Nematoda (Platt et al., 1984; Gee & Warwick, 1985). Diferenças no estilo de vida entre macro e meiofauna (Day et al., 1989) sugerem diferentes respostas a perturbações.

Estudos referentes ao efeito do óleo sobre o bentos, frequentemente têm sido realizados após derrames acidentais, enfocando a macrofauna (Sanders et al., 1980; Kingston et al., 1995; Gómez Gesteira & Dauvin, 2000) e meiofauna (Boucher, 1980; Danovaro et al., 1995).

Uma grande mortalidade, seguida por uma rápida recolonização do substrato por espécies oportunistas tem sido encontrada, após os derrames de óleo (Sanders et al., 1980), ou uma diminuição da densidade de grupos específicos (Elmgreen et al., 1983; Kingston et al., 1995). A extensão do impacto do óleo, é influenciada por fatores como quantidade e composição do óleo, características do habitat, grupos taxonômicos (Fleeger & Chandler, 1983) e histórico de exposição de organismos aos contaminantes (Carman et al., 2000).

De uma maneira geral, para os grupos da macrofauna, tem sido observado um baixo impacto do óleo sobre os poliquetas, enquanto que os crustáceos, principalmente os anfípodos apresentam uma maior sensibilidade a este poluente (Gómez Gesteira & Dauvin, 2000; Nikitik & Robinson, 2003).

Para a meiofauna, resultados conflitantes têm sido reportados, principalmente em relação a Nematoda. Um decréscimo da densidade de Nematoda foi detectado após os acidentes envolvendo o *Agip Abruzzono* no Golfo Marconi, Ligurian Sea, noroeste do mar Mediterrâneo (Danovaro et al., 1995) e *M V Sea Transporter*, na costa da Índia (Ansari & Ingole, 2002), enquanto que em outras situações, este grupo demonstra uma relativa insensibilidade ao óleo (Bonsdorff, 1981; Elmgree et al., 1983). Boucher (1980), encontrou uma diminuição da densidade de Nematoda, em uma zona intertidal, enquanto que na zona sublitoral o autor não detectou esta mudança, após o derrame do *Amoco Cadiz*, na costa da França.

Em um estudo experimental, de derrame de petróleo, Fleegeer & Chandler (1983), encontraram um aumento de Nematoda, no tratamento com óleo, 5 e 20 dias após a exposição.

Os estudos experimentais de campo têm sido utilizados para analisar o impacto do óleo na macro (Faraco & Lana, 2003; Gandra et al., 2004) e meiofauna (Fleegeer & Chandler, 1983; Warwick et al., 1988), sendo escassos os trabalhos que contemplem as duas comunidades, ao mesmo tempo.

O objetivo do nosso experimento de campo foi: (1) avaliar a mortalidade da macrofauna e meiofauna, 4 e 9 horas após um derrame simulado de óleo bruto e (2) verificar se estes grupos exibem respostas distintas a exposição ao óleo.

Área de Estudo

O experimento foi desenvolvido em um plano de águas rasas, na margem oeste da laguna Armazém (Figura 1). Esta laguna, juntamente com a laguna Tramandaí, formam o estuário Tramandaí-Armazém localizado em torno dos meridianos 50°01'30" W e 50°06'29" W e dos paralelos 29°56'10" S e 30°00'29" S. Esta região comunica-se com o mar através de um canal de 1,5km de extensão e de 100m de largura, com profundidade na zona de canal de 5m (Tomazelli & Villwock, 1991). A amplitude da maré astronômica, nesta região, é baixa, oscilando em torno de 0,3m, portanto os efeitos meteorológicos, como vento e precipitação, são dominantes sobre os astronômicos (Lira et al, 1976).

A laguna Tramandaí possui uma área de 12,86Km², com profundidade média de 1,10m, e recebe aporte de água doce e de sedimentos finos (silte e argila), através do rio Tramandaí (Tabajara & Dillenburg, 1997). A laguna Armazém apresenta uma profundidade média de 1,10m e superfície de fundo relativamente plana (Tabajara & Dillenburg, 1997).

Atividades de descarregamento, transporte e armazenamento de petróleo bruto, nafta e diesel, ocorrem próximas ao estuário e na região costeira adjacente, sendo este ambiente vulnerável a derrames de petróleo (Schwarzbold & Würdig, 1992).

Material e Métodos

Para a realização do experimento, foi necessária uma autorização emitida pela FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental “Henrique Luis Roessler”), documento nº 013/2003-DL (Anexo III).

O óleo utilizado no experimento, pertence ao grupo III, segundo a classificação de ITOPF (The International Tanker Owners Pollution Federation, 1987). Neste Grupo estão os óleos com densidade entre $0,85 \leq 0,95$ e têm como exemplos os óleos crus médios e intermediários, com uma meia vida de aproximadamente 72 horas e uma persistência no meio de 6 a 7 dias, com um resíduo no ambiente na ordem de 3% do volume derramado (Guilherme Lima, com. pes., Setor de Geoquímica, Furg).

Procedimento em campo

Para a realização do experimento, foram considerados 2 fatores, tratamento: controle (C), corer sem óleo (SO) e corer com óleo (O), e tempo: 4 e 9 horas de exposição ao óleo. Cada tratamento/tempo, constou de 6 réplicas, sendo que nos resultados foram consideradas 5 réplicas, devido a problemas metodológicos. A disposição dos tratamentos em campo, distantes entre si 1 metro, foi sorteada previamente, sendo que o desenho amostral utilizado pode ser visualizado na Figura 2.

Tratamento O (com óleo): composto por 12 corers de PVC de 40 cm de diâmetro, cada qual contendo um litro de óleo bruto, simulando um efeito agudo: sendo 6 corers correspondendo a 4 horas (O4) e 6 corers correspondendo a 9 horas (O9). O óleo colocado foi previamente intemperizado por 24h.

Tratamento SO (sem óleo): composto por 12 corers de PVC de 40 cm de diâmetro, sem a presença de óleo: 6 corers correspondendo a 4 horas (SO4) e 6 corers correspondendo a 9 horas (SO9).

Tratamento C (controle): 12 locais no meio natural: 6 locais correspondendo a 4 horas (C4) e 6 locais correspondendo a 9 horas (C9).

Os corers de PVC, de 40cm de diâmetro e 50cm de altura, foram enterrados a uma profundidade de 20cm do substrato. A colocação dos corers em campo foi efetuada no dia anterior ao experimento, de maneira a estabilizar o substrato. A profundidade da coluna da água, em todos os tratamentos, foi de aproximadamente 10cm.

Quatro horas após a adição do óleo, retirou-se o óleo dos tratamentos **O4**, com uma manta absorvente. Após este procedimento, foram efetuadas as coletas de meiofauna e macrofauna nos tratamentos **O4**, **SO4** e **C4**. As amostras de meiofauna foram obtidas com um amostrador de 2,7cm de diâmetro, enterrado até 5cm do substrato, seccionada em estratos verticais de 0-2cm e 2-5cm. Para a macrofauna, utilizou-se um amostrador de 10cm de diâmetro, enterrado até 15cm de profundidade. As coletas foram realizadas na área central do tratamento, minimizando o efeito de borda. As amostras para a análise da macrofauna foram lavadas em campo com malha de 0,300 mm de abertura. Salienta-se que em cada corer foram efetuadas apenas 1 réplica de meiofauna e 1 réplica de macrofauna, sendo então o corer descartado. Este procedimento foi repetido 9 horas após a adição do óleo.

As amostras biológicas coletadas foram acondicionadas e refrigeradas, mantendo os organismos vivos e encaminhadas para processamento.

Para a caracterização do ambiente, concomitantemente às coletas biológicas efetuou-se as medidas de temperatura, condutividade, salinidade, oxigênio dissolvido e oxigênio saturado, com um termosalinômetro, na água de fundo. Amostra de sedimento foram coletadas com o corer de 10 cm de diâmetro, para posterior análise de granulometria e matéria orgânica.

Procedimento em laboratório

As amostras da macrofauna foram analisadas com o auxílio de estereomicroscópio e microscópio nas dependências do Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos (CECLIMAR – UFRGS), logo após a coleta. Os organismos foram identificados, classificados em vivos ou mortos, quantificados e acondicionados em frascos com formol 4%. Foram considerados como vivos os organismos que apresentavam mobilidade, resposta a estímulos mecânicos, movimentos de cerdas e antenas.

Para as análises da meiofauna, foi adicionado o corante Rosa Bengala às amostras, e estas foram lavadas em peneiras de 0,500 e 0,062mm de abertura. Com o auxílio de estereomicroscópio, o material retido na peneira de menor abertura, foi processado. Os organismos corados foram retirados e considerados como “mortos”. A amostra foi então fixada com formol 4% e novamente corada e lavada. Os organismos

retirados no segundo processamento foram considerados como “vivos”. Tanto os organismos vivos, como mortos, foram identificados e quantificados. Os indivíduos pertencentes ao grupo Nematoda foram colocados em um bloco escavado, com glicerol (glicerina + álcool + água) onde permaneceram entre 18 e 24 horas para a evaporação do álcool. Após este período foram efetuados moldes de parafina em lâminas e preparadas as lâminas. A identificação de Nematoda, em gênero, foi realizada sob um microscópio modelo AXIOSTAR PLUS, da marca ZEISS, com o auxílio das chaves de identificação de Platt & Warwick (1983, 1988) e Warwick *et al* (1998).

Os organismos da macrofauna foram identificados em espécie e da meiofauna em grupos taxonômicos, com exceção de Nematoda, onde foram identificados os gêneros dos organismos.

Análise dos dados

Análises de variância bi-fatorial (ANOVA) foram efetuadas para detectar diferenças entre tratamentos e entre o tempo de exposição, à partir dos dados de densidade da macro e meiofauna, transformados por $\log(x + 1)$. Foram analisadas as densidades dos organismos vivos e mortos, para cada uma das espécies ou gêneros e o total de indivíduos. Anteriormente, a homogeneidade das variâncias foi verificada com o teste de Cochran's C. A interação entre os fatores tratamento e tempo, também foi analisada. Para a meiofauna, foi testada ainda a densidade dos organismos entre os estratos amostrados. O teste de Tukey foi utilizado quando verificada diferença significativa na ANOVA ($p < 0,05$). Para estas análises utilizou-se o programa STATISTICA® 5.0.

Resultados

Os sedimentos foram predominantemente compostos por areia fina e com baixo percentual de matéria orgânica (0,16%). Temperatura, salinidade, condutividade e oxigênio dissolvido e saturado, não apresentaram grandes variações ao longo do experimento (Tabela 1).

Formatado

Macrofauna

Quatro táxons pertencentes à macrofauna, foram encontrados nos tratamentos com óleo, sem óleo e controle, os poliquetas *Heteromastus similis* Southern, 1921, *Nephtys fluviatilis* Monro, 1937 e *Laeonereis acuta* Treadwell, 1923, foram abundantes. Hirudínea ocorreu somente nos tratamentos controle e com óleo, 4 horas após a adição do óleo. A densidade de organismos vivos e mortos pode ser visualizada na Figura 3.

Através dos resultados da ANOVA, mostrados na Tabela 2, observa-se que não ocorreu diferença significativa de densidade de organismos vivos, entre os tratamentos, 4 horas e 9 horas após a adição do óleo, considerando a densidade média total e por espécie. Mesmo resultado foi encontrado com a densidade de organismos mortos, não ocorrendo diferença significativa (NS) entre os tratamentos.

Meiofauna

Nematoda, Copepoda, Ostracoda, Acari, Nauplii foram os táxons representantes da meiofauna permanente. Integrando a meiofauna temporária foram registrados os seguintes juvenis da macrofauna: os poliquetas *Laeonereis acuta*, *Nephtys fluviatilis*, *Heteromastus similis*, o gastropoda *Heleobia australis* Orbigny, 1835 e um Chironomidae. Nematoda foi o táxon dominante representando 86% do total de organismos, seguido por *L. acuta* (6%), Ostracoda (4%), *H. similis* (2%), Copepoda e Acari (1%).

As densidades de organismos vivos e mortos e a densidade total de organismos registrados nos tratamentos controle (C), sem óleo (SO) e com óleo (O), 4 horas (4) e 9 horas (9) após a adição do óleo, pode ser visualizada na Tabela 3.

Através da análise de variância, verificou-se que não ocorreu diferenças significativas entre as densidades de organismos vivos e de organismos mortos entre os tratamentos, 4 e 9 horas após adição do óleo (Tabela 4).

As densidades dos organismos nos estratos amostrados foram similares, com exceção do tratamento sem óleo, 4 horas após a adição do óleo, onde foram encontradas densidades significativamente mais elevadas de organismos vivos, mortos e total da meiofauna, no estrato de 0-2cm ($p < 0,05$).

Nematoda

Vinte e três gêneros de Nematoda foram identificados (Tabela 5), sendo dominantes *Terschellingia*, *Pseudochromadora*, *Parodontophora*, *Anoplostoma* e *Theristus*.

Através da análise de variância, realizada com os gêneros, separadamente, verificou-se que: (1) a densidade dos organismos vivos e dos mortos, 4 horas após a adição do óleo, foi similar entre os tratamentos ($p>0,05$), (2) a densidade dos organismos vivos e mortos, 9 horas após a adição do óleo, também foi similar entre os tratamentos ($p>0,05$) e (3) considerando a interação dos fatores tratamento e hora, verificou-se que a densidade de organismos mortos de *Theristus* foi significativamente maior no tratamento com óleo, quando comparado com o controle (Tabela 6).

Discussão

Os resultados do experimento mostraram uma baixa riqueza de espécies da macrofauna, refletindo uma tendência encontrada nos estuários do Rio Grande do Sul (Rosa-Filho & Bemvenuti, 1998) e no estuário do Rio da Prata, na Argentina (Ieno & Bastida, 1998).

Os poliquetas *Heteromastus similis*, *Nephtys fluviatilis* e *Laeonereis acuta*, encontrados no experimento, destacam-se pelas suas elevadas abundâncias nos estuários do Rio Grande do Sul (Bemvenuti, 1997). Salienta-se que juvenis de Chironomidae e do gastropoda *Heleobia australis* também foram registrados, mas somente na coleta de meiofauna e em baixas densidades.

A ausência de diferença significativa, entre os tratamentos, indicou que a densidade dos poliquetas *H. similis*, *N. fluviatilis* e *L. acuta* e a mortalidade dos organismos, não foram influenciadas pela presença do óleo. Resultado semelhante foi reportado por Gandra et al. (2004), em um experimento com adição de óleo desenvolvido numa enseada estuarina da Lagoa dos Patos, com estes mesmos poliquetas. Peso-Aguiar et al. (2000) encontraram *L. acuta* e o poliqueta *Capitella capitata*, da família Capitellidae, a qual pertence *H. similis*, como os organismos mais representativos em uma área sujeita a contaminação crônica por petróleo, na Baía de Todos os Santos (Bahia). Segundo os autores, estes poliquetas de hábitos detritívoros, têm sido associados com a presença de óleo no substrato.

Apesar de os poliquetas mostrarem uma tendência a uma maior resistência ao óleo (Bonsdorff, 1981; Gómez Gesteira & Dalvin, 2000) algumas espécies podem apresentar uma diminuição de densidade. Elmgren et al. (1983) encontrou uma redução do poliqueta *Harmothoe sarsi* Kinberg após o derrame de “Tsesis”, enquanto que em um estudo experimental com óleo diesel, Faraco & Lana (2003), registraram menor densidade de *Glycinde multidentis*, no tratamento com óleo.

Os crustáceos, principalmente espécies de Amphipoda, são citados como mais sensíveis ao petróleo, do que os poliquetas (Kingston et al., 1995; Gómez Gesteira & Dalvin, 2000; Gandra et al., 2004). A ausência de anfípodos, no nosso experimento, era esperada, uma vez que os crustáceos peracáridos no estuário Tramandaí-Armazém, ocorrem em baixas densidades (Rosa-Filho & Bemvenuti, 1998; Kapusta, em preparação).

A composição da meiofauna, encontrada no experimento, foi similar a registrada para a região, em estudos prévios (Kapusta et al., 2002, 2004), bem como para os estuários do sul do Brasil (Ozorio et al., 1999; Pinto & Bemvenuti, 2003; Netto & Gallucci, 2003). Os gêneros identificados de Nematoda, também foram citados por Pinto & Bemvenuti (2004) para o estuário da Lagoa dos Patos.

Os grupos taxonômicos da meiofauna não foram influenciados pela presença do óleo, conforme verificado pelas análises de variância. Este resultado não é surpreendente, uma vez que Fleeger & Chandler (1983), em um estudo experimental desenvolvido numa área de marisma em Louisiana (EUA), encontraram uma grande tolerância da meiofauna a hidrocarbonetos.

Em relação à distribuição vertical da meiofauna, não foi constatada mudança no seu padrão, em presença de óleo. Este resultado foi similar ao reportado por Bonsdorff (1981), após um derrame de óleo no Oceano Báltico, onde o autor verificou que a distribuição vertical da meiofauna não foi afetada pelo óleo.

Diferente de outros estudos que citam os crustáceos (e.g. copepoda, ostracoda, nauplii) como mais sensíveis a presença de óleo (Boucher, 1980; Bonsdorff, 1981), no nosso experimento não foi verificada diferença de densidade destes grupos entre os tratamentos ($p > 0,05$). Deve-se considerar, entretanto, a escala de tempo utilizada nos estudos, que foi maior do que a utilizada por nós. Por exemplo, Fleeger & Chandler (1983), encontraram uma densidade de Copepoda significativamente menor, no

tratamento com óleo, após 144 dias de exposição ao óleo. Ainda, em relação a Copepoda, a influência de hidrocarbonetos pode não ser evidenciada na abundância total do grupo, e sim quando se considera as espécies envolvidas, a proporção de sexos e fases de desenvolvimento (Carman & Todaro, 1996).

Nematoda foi o grupo que dominou amplamente as amostras da meiofauna, como o verificado por vários autores, em outros estuários (Coull, 1988; Ansari & Parulekar, 1993; Ingole & Parulekar, 1998; Dalto & Albuquerque, 2000). No entanto, apesar de alguns trabalhos registrarem um decréscimo significativo da densidade de nematoda, após derrames de petróleo (Danovaro et al., 1995; Ansari & Ingole, 2002), no nosso experimento, a densidade deste grupo não foi afetada pela presença de óleo. Esta provável insensibilidade ao óleo, é descrita em outros trabalhos (Boucher, 1980; Bonsdorff, 1981; Elmgren et al., 1983; Warwick et al., 1988).

A baixa sensibilidade ao óleo, também foi verificada nas análises com os gêneros de Nematoda, os quais mostraram densidades similares entre os tratamentos. O gênero *Theristus* foi uma exceção, sendo que este apresentou uma maior mortalidade em presença do óleo, quando analisada a interação de fatores.

Resumidamente, nossos resultados mostraram que no curto período de 4 e nove horas de exposição ao óleo, excetuando-se a resposta registrada para *Theristus*, não foram detectados efeitos do óleo que tivessem resultado em mortalidades significativas, na macro e meiofauna.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPERGS pela bolsa concedida ao primeiro autor. A FEPAM pela autorização para a realização do experimento. A TRANSPETRO Petrobrás Transportes S.A. pelo óleo fornecido para o experimento, com especial agradecimento ao Manoel da Rosa e Roger Godolphim pelo acompanhamento do experimento. Agradecemos ainda a Osvaldo S. Machado, Camila Freitas, Simone Freitas, Vera L. Souza, Daliana Tônus, Ana Pressi e Carina Scapinelli pelo apoio logístico em campo. A Guilherme Lima pela interpretação das análises do óleo e a Dra. Taciana K. Pinto pelo auxílio com a taxonomia de Nematoda.

Referências Bibliográficas

- Ansari, Z. A. & B. Ingole, 2002. Effect of an oil spill from M V Sea Transporter on intertidal meiofauna at Goa, India. *Marine Pollution Bulletin* 44: 396-402.
- Ansari, Z. A. & A. H. Parulekar, 1993. Distribution, abundance and ecology of the meiofauna in a tropical estuary along the west coast of India. *Hydrobiologia* 262: 115-126.
- Bemvenuti, C. E., 1997. Benthic Invertebrates In: Seeliger, U., C. Odebrecht & J. P. Castello (eds), *Subtropical Convergence Environments. The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic*. 1 ed. Springer-Verlag, Berlin, Alemanha : 43-46.
- Bonsdorff, E., 1981. The *Antonio Gramsci* oil spill. Impact on the littoral and benthic ecosystem. *Marine Pollution Bulletin* 12: 301-305.
- Boucher, G., 1980. Impact of *Amoco Cadiz* oil spill on intertidal sublittoral meiofauna. *Marine Pollution Bulletin* 11: 95-101.
- Canfield, T. J., W. G. Brumnaugh, F. J. Dwyer, C. G. Ingersoll & J. F. Fairchild, 1994. Use of benthic invertebrates community structure and the Sediment Quality Triad to evaluate metal-contaminated sediment in the upper Clark Fork River, Montana. *Environmental Toxicology and Chemistry* 13(12): 1999-2012.
- Carman, K. R., J. W. Fleeger & S. M. Pomarico, 2000. Does historical exposure to hydrocarbon contamination alter the response of benthic communities to diesel contamination? *Marine Environmental Research* 49: 255-278.
- Clarke, K. R. & R. M. Warwick, 1994. *Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth. NERC. 187p.
- Coull, B. C., 1988. Ecology of the marine meiofauna. In R. P. Higgins & H. Thiel, eds. *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington DC: 18-38.
- Dalto, A. G. & E. F. Albuquerque, 2000. Meiofauna distribution in a tropical estuary of the South-Western Atlantic (Brazil). *Vie et Milieu-life and Environment* 50(3): 151-162.
- Day, J. W., C. A. S. Hall, W. M. Kemp & A. Yáñez-Arancibia, 1989. *Estuarine Ecology*. A Wiley-Intercience Publication/John Wiley & Sons. 557p.
- Danovaro, R., M. Fabiano & M. Vincx, 1995. Meiofauna response to the Agip Abruzzo oil spill in subtidal sediments of the Ligurian Sea. *Marine Pollution Bulletin* 30 (2): 133-145.
- Elmgren, R., S. Hansson, U. Larsson, B. Sundelin & P.D. Boehm, 1983. The *Tsetis* oil spill: acute and long-term impact on the benthos. *Marine Biology* 73: 51-65.

- Faraco, L. F. D. & P. C. Lana, 2003. Response of polychaetes to oil spills in natural and defaunated subtropical mangrove sediments from Paranaguá bay (SE Brazil). *Hydrobiologia* 496: 321-328.
- Fleeger, J. W. & G. T. Chandler, 1983. Meiofauna responses to an experimental oil spill in a Louisiana salt marsh. *Marine Ecology Progress Series* 11: 257-264.
- Gandra, M. S., C. E. Bemvenuti & L. G. Angonesi. 2004. Experimental study of oil impact and its consequences upon benthic macrofauna in the estuary of Patos Lagoon (RS – Brazil). *Journal of Coastal Research* 39.
- Gee, J. M. & R. M. Warwick, 1985. Effects of organic enrichment on meiofaunal abundance and community structure in sublittoral soft sediments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 91: 247-262.
- Gyedu-Ababio, T. K., J. P. Furstenberg, D. Baird & A. Vanreusel, 1999. Nematodes as indicators of pollution: a case study from the Swartkops River System, South Africa. *Hydrobiologia* 397: 155-169.
- Gómez Gesteira, J. L. & J.-C. Dauvin, 2000. Amphipods are good bioindicators of the impact of oil spills on soft-bottom macrobenthic communities. *Marine Pollution Bulletin* 40 (11): 1017–1027.
- Ieno, E. N. & R. O. Bastida, 1998. Spatial and temporal patterns in coastal macrobenthos of Samborombon Bay, Argentina: a case study of very low diversity. *Estuaries* 21 (4B): 690-699.
- Ingole, B. S. & A. H. Parulekar, 1998. Role of salinity in structuring the intertidal meiofauna of a tropical estuarine beach: Field evidence. *Indian Journal of Marine Science* 27: 356-361.
- Kapusta, S. C., N. L. Würdig, & C. E. Bemvenuti, 2002. Distribuição vertical da meiofauna, inverno e verão, no estuário de Tramandaí-Armazém, RS – Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 14 (1): 81-90.
- Kapusta, S. C., C. E. Bemvenuti & N. L. Würdig, 2004. Meiofauna Spatial-Temporal Distribution in a Subtropical Estuary of Southern Coast Brazil. *Journal of Coastal Research* 39.
- Kingston, P. F., I. M. T. Dixon, S. Hamilton & D. C. Moore, 1995. The impact of the Braer oil spill on the macrobenthic infauna of the sediments off the Shetland Islands. *Marine Pollution Bulletin* 30(7): 445–459.
- Netto, S. A. & F. Gallucci, 2003. Meiofauna and macrofauna communities in a mangrove from the Island of Santa Catarina, South Brazil. *Hydrobiologia* 505: 159-170.

- Nikitik, C. C. S. & A. W. Robinson 2003. Patterns in benthic populations in the Milford Haven waterway following the “Sea Empress” oil spill with special reference to amphipods. *Marine Pollution Bulletin* 46:1125–1141.
- Ozorio, C. P., C. E. Bemvenuti & L. C. Rosa, 1999. Comparação da meiofauna em dois ambientes estuarinos da Lagoa dos Patos, RS. *Acta Limnologica Brasiliensia* 11(2): 29-39.
- Peso-Aguiar, M. C., D. H. Smith, R. C. F. Assis, L. M. Santa-Isabel, S. Peixinho, E. P. Gouveia, T. C. A. Almeida, W. S. Andrade, C. R. G. Carqueija, F. Kelmo, G. Carozzo, C. V. Rodrigues, G. C. Carvalho, A. C. S. Jesus. 2000. Effects of petroleum and its derivatives in benthic communities at Baía de Todos os Santos/ Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 3: 459-470.
- Pinto, T. K. & C. E. Bemvenuti, 2003. Effects of burrowing macrofauna on meiofauna community structure. *Acta Limnologica Brasiliensia* 15 (3): 41-51.
- Pinto, T. K. & C. E. Bemvenuti, 2004. Changes in Nematoda community structure related to sewage discharge. *Journal of Coastal Research* 39.
- Platt, H. M. & R. M. Warwick, 1983. Freelifving marine nematodes, I. British Enoplids. In D. M. Kermack & R. S. K. Barnes (eds.), *Synopses of the British fauna (New series)*. Cambridge, Cambridge University Press 28: 303pp.
- Platt, H. M. & R. M. Warwick, 1988. Freelifving marine nematodes, II. British Chromadorids. In D. M. Kermack & R. S. K. Barnes (eds.), *Synopses of the British fauna (New series)*. E. J. Brill, Dr. W. Backhuys, Leiden 38: 502pp.
- Platt, H. M., K. M. Shaw & P. J. D. Lamshead. 1984. Nematode species abundance patterns and their use in the detection of environmental perturbations. *Hydrobiologia* 118: 59-66.
- Rosa-Filho, J. S. & C. E. Bemvenuti, 1998. Caracterización de las comunidades macrobentónicas de fondos blandos en regiones estuarinas de Rio Grande do Sul (Brasil). *Thalassas* 14: 43-56.
- Sanders, H. L., J. F. Grassle, G. R. Hampson, L. S. Morse, S. Garner-Price & C. C. Jones, 1980. Anatomy of an oil spill: long-term effects from the grounding of the barge florida off West Falmouth, Massachusetts. *Journal of Marine Research* 38: 265-380.
- Schwarzbold, A. & N. L. Würdig, 1992. Lagoas Costeiras do Rio Grande do Sul. In: *Diagnóstico Ambiental Oceânico e costeiro das Regiões Sul e Sudeste do Brasil, vol.1, Rio de Janeiro - PETROBRAS* p: 94-97.
- Tabajara, L. L. C. A. & S. Dillenburg, 1997. Batimetria e sedimentos de fundo da laguna de Tramandaí – RS. *CECO/IG/UFRGS, Notas Técnicas* 10: 21-33.
- Tommazeli, L. J. & J. A. Villwock, 1991. Geologia do sistema lagunar holocênico do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas* 18: 13-24.

Warwick, R. M., M. R. Carr, K. R. Clarke, J. M. Gee & R. H. Green, 1988. A mesocosm experiment on the effects of hydrocarbon and copper pollution on a sublittoral soft-sediment meiobenthic community. *Marine Ecology Progress Series* 46: 181-191.

Warwick, R. M., H. M. Platt, & P. J. Somerfield, 1998. Free-living marine nematodes, III. British Monhysterids. In D. M. Kermack, R. S. K. Barnes & J. H. Crothers (eds.), *Synopses of the British fauna (New series)*. Field Studies Council, Shrewsbury 53: 296pp.

Tabela 1: Valores de temperatura (°C), salinidade, condutividade (mS/cm), oxigênio dissolvido (mg/L) e oxigênio saturado (%), registrados na água de fundo, durante o experimento.

	T°C	Salinidade	Condutividade	O ₂ mg/L	O ₂ %
4h00	27,2	5,3	9,86mS	5,86	77,7
9h00	33,4	5,8	12,1mS	5,13	75,4

Formatado

Tabela 2: Resultado da análise ANOVA ($p < 0,05$) considerando a densidade da macrofauna entre os tratamentos com óleo (O), sem óleo (SO) e controle (C), 4 e 9 horas após a adição do óleo e a interação entre os fatores tratamento (1) e tempo (2). NS: diferença não significativa. Diferença significativa verificada pela análise de Tukey.

	vivos			mortos		
	entre tratamentos	entre tempo	interação	entre tratamentos	entre tempo	interação
Densidade total	NS (p=0.463)	NS (p=0.120)	NS (p=0.065)	NS (p=0.827)	NS (p=0.305)	NS (p=0.435)
<i>Heteromastus similis</i>	NS (p=0.306)	NS (p=0.511)	NS (p=0.063)	NS (p=0.317)	NS (p=0.257)	NS (p=0.685)
<i>Nephtys fluviatilis</i>	NS (p=0.619)	4h<9h (p=0.004)	NS (p=0.827)	NS (p=0.754)	NS (p=0.296)	NS (p=0.157)
<i>Laeonereis acuta</i>	NS (p=0.129)	NS (p=0.113)	NS (p=0.974)	NS (p=0.762)	4h>9h (p=0.019)	NS (p=0.762)
Hirudinea	NS (p=0.610)	NS (p=0.171)	NS (p=0.610)	-	-	-

Tabela 3: Densidade média (ind/10cm²) e desvio padrão da meiofauna, nos tratamentos com óleo (O), sem óleo (SO) e controle (C), 4 (4) e 9 horas (9) após a adição do óleo.

	C4		SO4		O4		C9		SO9		O9	
	vivo	morto	vivo	morto	vivo	morto	vivo	morto	vivo	morto	vivo	morto
Nematoda	290 ±275	28 ±16	205 ±235	66 ±50	313 ±234	60 ±44	391 ±305	46 ±21	210 ±307	22 ±19	295 ±234	19 ±8
Copepoda	6,0 ±5,9	0,4 ±0,0	4,6 ±5,5	0,0	2,1 ±1,9	0,7 ±1,6	7,7 ±10,7	0,0	1,8 ±1,2	0,0	2,8 ±3,6	0,0
Ostracoda	12,3 ±11,5	0,4 ±0,8	12,6 ±19,5	2,5 ±3,8	9,8 ±5,9	2,1 ±2,3	9,1 ±6,9	2,1 ±4,7	13,3 ±19,0	1,4 ±3,1	11,6 ±13,1	2,5 ±2,0
Acari	1,1 ±1,0	0,0	3,5 ±6,1	0,0	2,1 ±2,3	0,0	2,5 ±3,6	0,0	0,7 ±1,0	0,0	2,1 ±2,3	0,4 ±0,8
Nauplii	2,8 ±5,3	0,0	1,8 ±3,9	0,4 ±0,8	0,0	0,0	0,7 ±1,0	0,0	1,4 ±2,3	0,0	2,8 ±1,6	0,4 ±0,8
<i>L. acuta</i>	9,8 ±16,2	11,2 ±14,9	6,3 ±10,3	16,5 ±11,0	4,2 ±3,2	27,7 ±14,0	8,8 ±10,5	9,8 ±12,5	7,4 ±10,2	14,7 ±8,8	14,7 ±12,0	6,3 ±3,2
<i>H. similis</i>	2,5 ±2,7	5,3 ±8,4	4,6 ±7,4	1,8 ±1,2	4,6 ±4,0	8,8 ±12,0	6,0 ±10,5	2,5 ±2,0	0,4 ±0,8	3,5 ±2,8	12,6 ±13,1	0,34 ±0,8
<i>N. fluviatilis</i>	0,4 ±0,8	0,4 ±0,8	0,4 ±0,8	0,0	1,1 ±1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4 ±0,8	0,0
<i>H. australis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7 ±1,0	0,0
Chironomidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4 ±0,8	0,0	0,0	0,0
Densidade média	324,5 ±117	45,2 ±11	238,7 ±91	86,7 ±25	336,7 ±115	99,4 ±23	426 ±146	59,9 ±15	235,2 ±108	41,3 ±9,5	343 ±111	28,4 ±6

Tabela 4: Resultado da análise ANOVA (p<0,05) considerando a densidade da meiofauna entre os tratamentos com óleo (O), sem óleo (SO) e controle (C), 4 e 9 horas após a adição do óleo e a interação entre os fatores tratamentos (1) e tempo (2).

	vivos			mortos		
	entre tratamentos	entre tempo	interação	entre tratamentos	entre tempo	interação
Nematoda	p=0.179	P=0.876	p=0.754	p=0.933	p=0.397	p=0.095
Copepoda	p=0.366	p=0.696	p=0.826	p=0.591	p=0.178	p=0.591
Ostracoda	p=0.943	p=0.472	p=0.973	p=0.377	p=0.841	p=0.622
Acari	p=0.816	p=0.846	p=0.666	p=0.383	p=0.327	p=0.383
Nauplii	p=0.969	p=0.260	p=0.109	p=0.613	p=1.000	p=0.243
<i>L. acuta</i>	p=0.676	p=0.527	p=0.712	p=0.058	p=0.271	p=0.262
<i>H. similis</i>	p=0.187	p=0.832	p=0.422	p=0.822	p=0.708	p=0.417
<i>N. fluviatilis</i>	p=0.339	p=0.149	p=0.958	p=0.383	p=0.327	p=0.383
<i>H. australis</i>	p=0.090	p=0.116	p=0.090	-	-	-
Chironomidae	p=0.383	p=0.327	p=0.383	-	-	-
Densidade média	p=0.217	p=0.740	p=0.868	p=0.648	p=0.362	p=0.092

Tabela 5: Densidade média (ind/10cm²) e desvio padrão dos gêneros de Nematoda, nos tratamentos com óleo (O), sem óleo (SO) e controle (C), 4 (4) e 9 horas (9) após a adição do óleo.

	C4		SO4		O4		C9		SO9		O9	
	vivo	morto	vivo	morto	vivo	morto	vivo	morto	vivo	morto	vivo	morto
Anoplostoma	20,3 ±22,4	2,45 ±2,6	16,5 ±26,3	9,8 ±12,5	22,4 ±22,9	5,25 ±7	38,5 ±41,5	6,3 ±6,1	7,35 ±8,2	4,2 ±4	20,3 ±21,5	1,05 ±1,6
Anonchus	0	0	2,1 ±2,9	0,35 ±0,8	0,7 ±1,0	0	4,55 ±6,3	0	1,05 ±1,6	0	3,5 ±4,1	0
Ascolaimus	0	0	0	0	0	0	0,35 ±0,8	0	0	0	0	0
Cobbia	5,6 ±7,6	0	0,7 ±1,0	0,35 ±0,8	3,5 ±4,9	1,05 ±1,6	18,9 ±38,4	0	3,85 ±2,3	0,7 ±1,0	8,4 ±7,8	0
Comesa	1,75 ±3,9	0,7 ±1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Daptonema	0	0	0	1,05 ±2,3	0	0	0	0	0	0	0	0
Desmodora	2,45 ±4,6	0	0,35 ±0,8	0	3,5 ±5,4	0,35 ±0,8	9,8 ±13,4	0	4,9 ±5,3	0	21,7 ±20,6	0
Dichromadora	1,05 ±2,3	0	3,85 ±3,8	0,7 ±1,6	6,3 ±10,2	2,45 ±2,7	18,2 ±32	0,7 ±1,0	2,45 ±3,4	0,7 ±1,0	1,4 ±1,9	0,35 ±0,8
Diplolaimella	0	0	0	0	0	0	0,7 ±1,6	0	0	0	1,4 ±3,1	0
Hypodontolaimus	0	0	0	0	0	0	0,35 ±0,8	0	0	0	0	0
Leptolaimus	2,8 ±2,9	0	3,85 ±4,2	0,35 ±0,8	4,55 ±4,7	0	10,85 ±16,8	0	5,6 ±9,1	0	3,85 ±3,4	0
Metalinhomoeus	18,2 ±27,6	3,15 ±3,1	10,9 ±12	4,55 ±4,7	7,35 ±5,6	5,95 ±5,5	12,6 ±9,2	1,75 ±2,5	2,45 ±2,9	0,7 ±1,6	16,45 ±13,7	1,05 ±1,6
Oncholaimellus	4,2 ±3,6	0	1,4 ±3,1	0	0	0,35 ±0,8	1,05 ±1,6	0	0,35 ±0,8	0	1,05 ±1,6	0
Oxystomina	3,5 ±3,7	0	2,1 ±4,7	1,05 ±1,6	1,05 ±1,6	0,7 ±1,6	4,2 ±3,4	0	1,05 ±2,3	0,35 ±0,8	2,45 ±4,6	0
Paracyatholaimus	0,35 ±0,8	0	1,05 ±1,6	0	0	0	2,1 ±3,8	0,35 ±0,8	0,35 ±0,8	0	0,35 ±0,8	0,35 ±0,8
Parodontophora	55,3 ±88,9	4,9 ±5,7	24,5 ±24,2	11,2 ±9,3	23,8 ±16,9	6,3 ±9,4	45,15 ±55,1	7,35 ±4,2	64,8 ±138,0	3,5 ±6,9	28,7 ±34,3	4,55 ±6,4
Pseudochromadora	53,6 ±63,2	0	58,8 ±85,3	0	16,1 ±22,7	1,05 ±1,6	60,55 ±54,7	0,35 ±0,8	30,5 ±27,2	0,35 ±0,8	73,5 ±71,2	0,35 ±0,8
Ptycholaimellus	0	0	0	0	0,35 ±0,8	0	0	0	0	0	0	0
Sabatieria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35 ±0,8	0	0
Terschellingia	94,9 ±62,9	15,05 ±12,3	65,5 ±66,1	32,2 ±26,5	188,7 ±175,4	31,5 ±30,7	119,7 ±86,1	25,9 ±19,5	70 ±117,6	9,8 ±9,9	88,9 ±77,0	7,35 ±2,3
Theristus	16,1 ±10,2	1,05 ±2,3	5,6 ±5,0	2,8 ±3,6	25,9 ±18,4	5,25 ±4,3	19,25 ±20,5	1,4 ±2,3	10,5 ±3,7	1,05 ±1,0	16,1 ±6,9	3,85 ±2,3
Viscosia	9,1 ±17,4	0,35 ±0,8	7 ±12,7	1,4 ±1,5	8,75 ±5,5	0	24,15 ±25,3	1,05 ±1,0	3,85 ±7,7	0	7,35 ±7,3	0
terrestre invasor	0,7 ±1,0	0	0,7 ±1,6	0	0	0	0,35 ±0,8	0,35 ±0,8	1,05 ±2,3	0	0	0

Tabela 6: Resultado da análise ANOVA ($p < 0,05$) bi-fatorial considerando a densidade dos gêneros mais representativos de Nematoda, entre tratamentos (com óleo - O, sem óleo - SO e controle - C) e entre o tempo de exposição ao óleo (4 e 9 horas após a adição do óleo).

	vivos			mortos		
	entre tratamentos	entre tempo	interação	entre tratamentos	entre tempo	interação
Anoplostoma	NS p=0,229	NS p=0,755	NS p=0,939	NS p=0,645	NS p=0,673	NS p=0,295
Parodontophora	NS p=0,400	NS p=0,576	NS p=0,644	NS p=0,680	NS p=0,787	NS p=0,162
Pseudochromadora	NS p=0,606	NS p=0,254	NS p=0,200	NS p=0,339	NS p=0,828	NS p=0,339
Terschellingia	NS p=0,293	NS p=0,546	NS p=0,454	NS p=0,956	NS p=0,272	NS p=0,119
Theristus	NS p=0,144	NS p=0,391	NS p=0,483	C<O p= 0,024	NS p=0,836	NS p=0,745

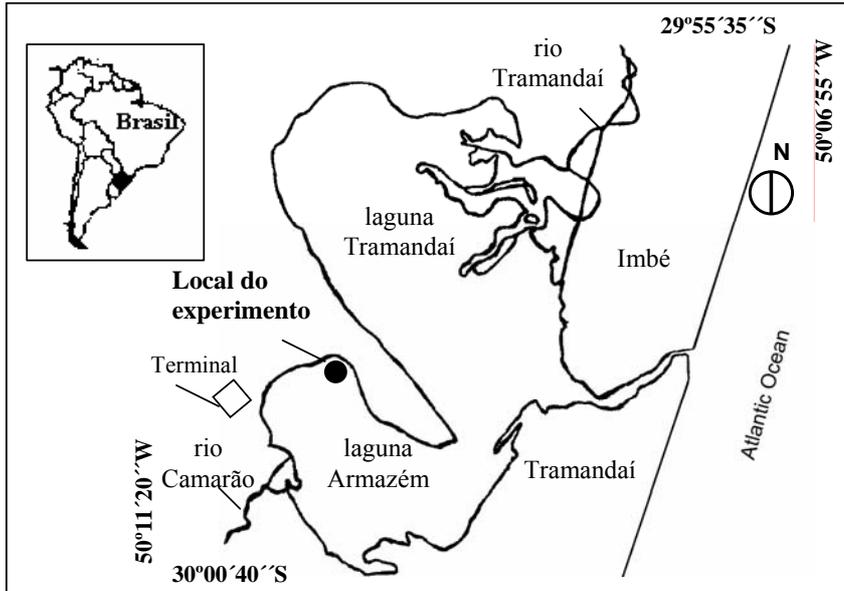


Figura 1: Mapa do estuário Tramandaí-Armazém, com a localização da área experimental.

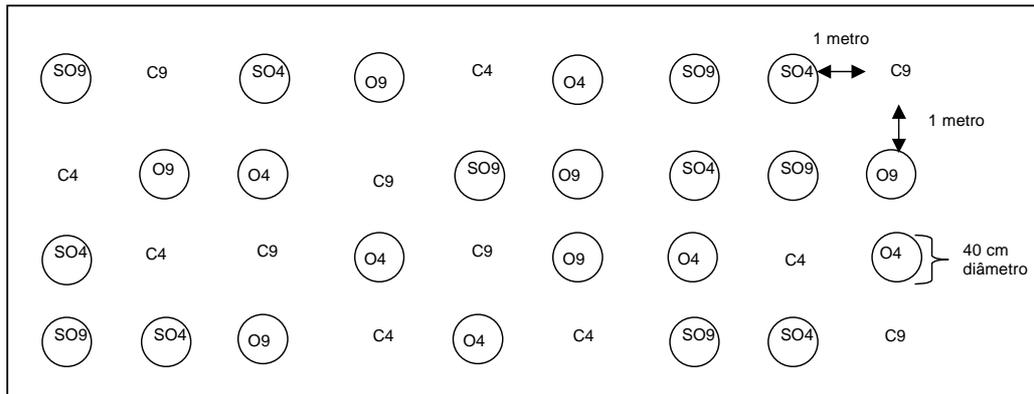


Figura 2: Desenho amostral esquemático do experimento em campo (O – corer com óleo bruto; SO – corer sem óleo; C – controle natural; 4 - horas após adição do óleo, 9 - horas após a adição do óleo).

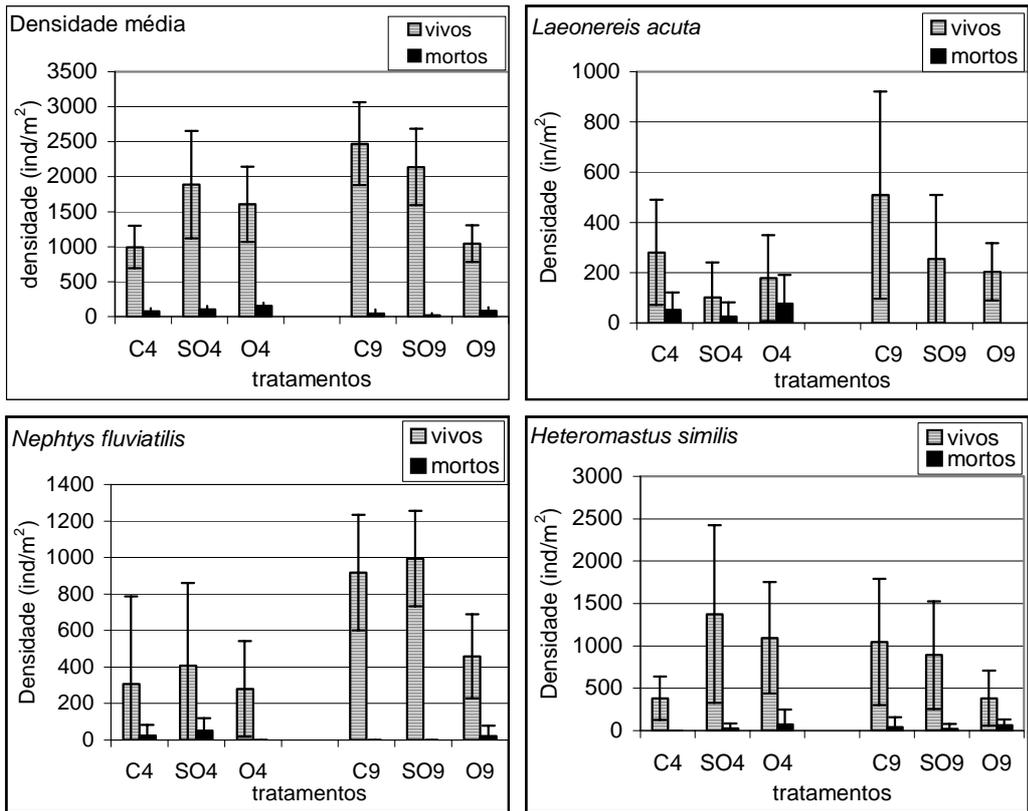


Figura 3: Densidade média total da macrofauna e densidade média dos poliquetas *Laeonereis acuta*, *Nephtys fluviatilis* e *Heteromastus similis*, nos tratamentos controle (C), corer sem óleo (SO) e corer com óleo (O), 4 horas (4) e 9 horas (9) após a adição do óleo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos invertebrados bentônicos, em três sub-ambientes, no estuário Tramandaí-Armazém, demonstrou diferentes respostas, dependendo da comunidade avaliada.

A composição da meiofauna nos ambientes analisados foi basicamente a mesma, com diferenças nas proporções entre os grupos. Quatorze grupos taxonômicos foram registrados, com Nematoda dominando amplamente. Copepoda, Ostracoda e juvenis de *Heleobia australis* (Gastropoda) foram os co-dominantes, dependendo do ambiente amostrado. Na laguna Armazém, foram encontradas condições ambientais mais favoráveis ao desenvolvimento da meiofauna, demonstradas pelas densidades significativamente mais elevadas. A presença da macrófita *Ruppia maritima*, minimizando a hidrodinâmica e um provável maior tempo de permanência de salinidade, nesta laguna, colaboram para este resultado. A similaridade entre a comunidade encontrada na laguna Tramandaí e no Canal, deve-se a elevada instabilidade que ocorre nestes ambientes, visualizada principalmente nas amplas flutuações da salinidade e na hidrodinâmica que pode ter influenciado na estabilidade do substrato, acarretando uma menor densidade.

As diferenças ambientais ficam mais evidentes quando a análise é efetuada com os gêneros de Nematoda. Além das densidades mais elevadas, a associação de Nematoda na laguna Armazém é mais complexa. A classificação destes organismos, quanto ao seu grupo trófico, demonstrou ainda que a disponibilidade do alimento e a forma como está disponível, são diferenciadas entre os ambientes coletados. Na laguna Armazém predominaram os nematódeos comedores de epistrato e de bactérias, enquanto que no Canal e na laguna Tramandaí prevaleceram os comedores de depósito e predadores facultativos.

As maiores densidades, tanto da meiofauna como de Nematoda, no verão, devem-se ao aumento de temperatura e da disponibilidade alimentar.

A macrofauna esteve representada por vinte e uma espécies, no entanto somente quatro foram as dominantes: os poliquetas *Heteromastus similis*, *Laonereis acuta*, *Nephtys fluviatilis* e o gastropoda *Heleobia australis*. Com exceção de *N. fluviatilis*, as demais são espécies oportunistas. A similaridade registrada entre a laguna Tramandaí e

laguna Armazém deve-se ao sucesso das mesmas espécies em todo o corpo lagunar. A instabilidade que ocorre no estuário como um todo, para a macrofauna parece ser mais determinante do que as diferenças encontradas entre as duas lagunas. Em determinadas situações, como de uma maior oferta de detritos e a presença da *Ruppia maritima*, na laguna Armazém, observa-se uma diferenciação entre as lagunas. Para a macrofauna, o Canal representou o ambiente mais adverso, resultando numa comunidade empobrecida. Diferente do registrado para a meiofauna, as densidades da macrofauna, encontradas na laguna Armazém, foram significativamente mais elevadas no inverno. Como as espécies dominantes nesta laguna foram as formas detritívoras, ocorre um beneficiamento destes organismos devido aos detritos oriundos da decomposição da *R. maritima* e da vegetação de marismas.

Com a parte experimental de derrame de óleo, verificou-se que com exceção de *Theristus*, não foram detectadas modificações significativas nas densidades da macro e meiofauna, quando expostas ao óleo, por um período de 9 horas. Este resultado refere-se a um curto tempo de exposição, salientando-se a necessidade de experimentos de longa duração, visto que a influência do óleo já foi encontrada em outros estudos.

ANEXOS

Anexo I – Percentual dos gêneros de Nematoda (%), na laguna Armazém (A), canal (C) e laguna Tramandaí (T) e densidade média de organismos (ind/10cm²), por estação de amostragem

	Verão			Outono			Inverno			Primavera		
	A	C	T	A	C	T	A	C	T	A	C	T
Anoplostoma	6,8	1,2	6,1	5,1	0,0	0,3	10,9	57,2	1,0	7,8	4,4	0,7
<i>Anonchus</i>	5,5	2,6	14,6	5,7	7,4	27,9	1,5	1,3	12,9	5,9	10,9	48,0
<i>Antomicron</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ascolaimus</i>	2,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,1	0,4	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Chromadorina</i>	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cobbia</i>	1,5	7,6	13,2	0,8	1,6	8,7	1,4	2,1	0,9	0,7	0,0	0,0
<i>Comesa</i>	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Daptonema</i>	2,2	63,0	15,5	4,1	2,1	2,6	0,5	1,8	2,6	0,1	4,3	2,9
<i>Desmodora</i>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,0	0,5	0,0	0,0	2,0
<i>Dichromadora</i>	7,6	0,6	0,2	3,7	0,0	0,0	7,5	7,5	0,3	2,8	0,0	0,4
<i>Diplolaimella</i>	0,2	0,0	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
<i>Hypodontolaimus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Leptolaimus</i>	4,2	0,2	0,4	1,4	0,0	0,0	1,4	0,3	0,2	10,1	0,0	1,0
<i>Metalinhomoeus</i>	2,7	1,0	0,0	12,7	0,0	0,7	9,9	0,0	0,2	3,5	0,0	0,1
<i>Oncholaimellus</i>	2,4	0,7	6,9	3,0	0,0	14,3	3,7	0,7	50,8	1,1	22,5	18,6
<i>Oncholaimus</i>	0,1	0,0	1,0	0,3	2,1	0,0	0,4	0,0	0,9	0,4	0,0	0,0
<i>Oxystomina</i>	1,3	0,3	1,9	2,2	0,0	5,1	2,4	0,0	8,0	4,6	0,0	5,5
<i>Paracyatholaimus</i>	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	1,0	0,4	0,3	1,3	0,0	0,0
<i>Parodontophora</i>	5,1	0,0	3,8	2,8	0,0	0,4	2,5	0,0	0,4	20,3	0,0	2,5
<i>Pontonema</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pseudochromadora</i>	24,6	0,0	8,9	7,0	1,8	12,2	9,0	0,0	7,2	6,9	0,0	10,6
<i>Sabatieria</i>	2,4	7,1	1,4	5,1	63,8	0,7	4,0	15,7	0,6	0,1	4,6	1,4
<i>Terschellingia</i>	11,3	0,0	0,7	28,9	1,6	3,9	27,9	0,0	6,3	22,8	0,0	1,1
<i>Theristus</i>	7,0	11,3	20,7	7,5	11,5	22,7	7,4	6,4	2,0	6,5	6,1	2,4
<i>Viscosia</i>	1,7	4,5	1,8	4,8	8,5	0,1	8,2	5,4	4,1	2,7	45,4	1,3
terrestre invasor	0,1	0,0	2,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,6	1,3	0,0	0,8
não identificado	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,5	1,5	0,7
densidade média	1422	355	330	656	18	166	514	91	45	365	111	76

Anexo II - Listagem das famílias e gêneros de Nematoda encontrados no estuário Tramandai-Armazém, e sua classificação por grupo trófico, conforme literatura disponível (Moens & Vincx, 1997; Tita et al., 1999, 2002), MC – *Microvores*, CF - *Ciliate feeder*, DF - *Deposit feeder*, EF - *Epigrowth feeder*, FP - *Facultative predators*.

Família	Gênero	Grupo Trófico
Anoplostomatidae	<i>Anoplostoma</i>	CF
Axonolaimidae	<i>Ascolaimus</i>	DF
	<i>Parodontophora</i>	FP
Chromadoridae	<i>Chromadorina</i>	EF
	<i>Dichromadora</i>	EF
	<i>Hypodontolaimus</i>	EF
Cyatholaimidae	<i>Paracyatholaimus</i>	EF
Comesomatidae	<i>Comesa</i>	DF
	<i>Sabatieria</i>	DF
Desmodoridae	<i>Desmodora</i>	EF
	<i>Pseudochromadora</i>	EF
Leptolaimidae	<i>Anonchus</i>	FP
	<i>Antomicron</i>	MC
	<i>Leptolaimus</i>	MC
Linhomoeidae	<i>Metalinhomoeus</i>	MC
	<i>Terschellingia</i>	MC
Monhysteridae	<i>Diplolaimella</i>	DF
Oncholaimidae	<i>Oncholaimellus</i>	FP
	<i>Oncholaimus</i>	FP
	<i>Pontonema</i>	FP
	<i>Viscosia</i>	FP
	<i>Oxystomina</i>	MC
Xyalidae	<i>Cobbia</i>	DF
	<i>Daptonema</i>	DF
	<i>Theristus</i>	DF

Anexo III – Licença emitida pela FEPAM, para a realização da parte experimental com óleo.



1/1

DECLARAÇÃO Nº 13/2003-DL

A Fundação Estadual de Proteção Ambiental, criada pela Lei Estadual nº 9.077 de 04/06/90 e com seus Estatutos aprovados pelo Decreto nº 33.765, de 28/12/90, registrada no Ofício do Registro Oficial em 01/02/91, no uso das atribuições que lhe confere a Lei nº 6.938, de 31/08/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 06/06/90 e com base nos autos do processo administrativo nº 19013-05.67/02-9, DECLARA que está isento de Licenciamento Ambiental Estadual, o:

EMPREENHIMENTO: 127263,
EMPREENDEDOR: SIMONE CATERINE KAPUSTA,
ENDEREÇO: Rua Ramiro Barcelos, 1691 apto 2,
MUNICÍPIO: Porto Alegre – RS,

atividade: Pesquisa – avaliar o impacto na com fauna bentônica do derrame de até 12 litros de petróleo bruto em 12 cercados de 40cm de diâmetro, por 02 dias,

localização: na Laguna Armazém, no Município de Tramandaí – RS,

visto o seguinte motivo: Conforme o disposto no artigo 4º, I, da Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981, combinado com o que dispõe a RESOLUÇÃO CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997.

Esta declaração é válida por tempo indeterminado, possibilitando-se sua revisão e revogação por esta Fundação caso haja mudança significativa na atividade, descumprimento de alguma restrição nela contida ou mudanças na legislação ambiental ora em vigor. Lembramos que qualquer alteração significativa na atividade deverá ser informada a esta Fundação. Este documento perderá a validade caso os dados fornecidos pelo empreendedor não correspondam à realidade.

Alertamos que, deverão ser respeitadas a Lei Estadual 9519/92, com referência às espécies imunes ao corte e a Lei Federal 4771/65, com referência às faixas de preservação permanente de cursos d'água. Caso houver necessidade de alteração da vegetação ao longo do percurso de implantação, deverá ser solicitada a respectiva autorização do Departamento de Florestas e Áreas Protegidas (DEFAP) da Secretaria Estadual de Meio Ambiente.

Outrossim, informamos que a presente declaração não dispensa nem substitui quaisquer alvarás ou certidões de qualquer natureza exigidos pela legislação da União, dos Estados e dos Municípios, em especial se este possui normatização ambiental própria, ou convênio com o Órgão Estadual de Meio Ambiente.

FEPAM - DIV LICENCIAMENTO
DATA: 09/01/2003
ASS:

LPA/bgt.
fepam@

Identificador do Documento = 114159

Porto Alegre, 09 de janeiro de 2003.

Paulo Régis Rosa da Silva,
Chefe da Assessoria Jurídica.

Papel não clorado - protegendo a natureza

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler/RS
Rua: Carlos Chagas, 55 - Fone: *(51) 3225-1588 - FAX: (51) 3212-4151 - CEP 90030-020 - Porto Alegre - RS - Brasil

Anexo IV - Normas para a publicação de artigos

Revista Acta Limnologica Brasiliensia

Todos os manuscritos deverão ser enviados ao Editor-Chefe em triplicatas, sendo a impressão em papel-4, cujo texto deverá ter dimensões 17 x 23 cm. O número total de páginas não poderá ultrapassar 40, incluindo tabelas e figuras. O texto deverá ser impresso em espaço duplo e exclusivamente em branco e preto. Fotografias poderão ser aceitas, desde que de boa qualidade e somente em branco e preto. Após aceitação do trabalho, o autor deverá enviar disquete (Editor de texto Word para Windows, versão 6.0 ou 7.0), dentro das normas.

Os trabalhos serão submetidos à apreciação de dois assessores e, caso sejam aprovados com modificações, deverão retornar à assessoria para decisão final.

O trabalho para ser considerado, deverá seguir as seguintes recomendações:

1a. página: Título em letras maiúsculas; autoria na 2a. linha em letras maiúsculas; Instituição em letras minúsculas, sem abreviações e o mais completo possível (podendo incluir endereço eletrônico).

2a. página: Resumo, iniciar com título em negrito (em minúsculas) e a seguir o seu conteúdo (não ultrapassar 20 linhas). Terminar com 4 a 5 palavras-chaves.

Abstract: iniciar com título em negrito (em minúsculas) e a seguir seu conteúdo (não ultrapassar 20 linhas). Terminar com Key-words (quatro a cinco).

Páginas seguintes:

- introdução de forma concisa e atualizada
- material e métodos
- resultados (as tabelas e figuras deverão ser impressas em folhas em separadas; numeração das tabelas em algarismos romanos e figuras em algarismos arábicos; no texto abreviar, por ex. Fig. 1; Tab. VII; as figuras poderão submetidas em papel vegetal a tinta nanquin ou fotografias de boa qualidade).
- Discussão (deverão incluir as conclusões)
- agradecimentos
- referências citadas (no texto: as citações dos autores deverão ser em letras minúsculas).

As referências bibliográficas deverão obedecer aos seguintes padrões:

- Artigos publicados em revistas científicas:

Carlson, R.E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.*, 22:361-365.

Bigarella, J.J., Andrade-Lima, D. & Richs, P.J. 1975. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 44:411-464.

- Capítulos de livros:

Descy, J.P. 1976. Utilisation des algues benthiques comme indicateurs biologiques de la qualité des eaux courantes. In: Pesson, P. (ed.) *La pollution des eaux continentales. Incidence sur les biocénoses aquatiques*. Boras et Gauthier - Villars. Paris, 285 p.

- Livros:

Esteves, F.A. 1988. *Fundamentos de Limnologia*. Interciência - FINEP, Rio de Janeiro. 545p.

- Dissertações e Teses

Marinho, M.M. 1994. *Dinâmica da comunidade fitoplanctônica de um pequeno reservatório raso densamente colonizado por macrófitas aquáticas submersas (açude do Jacaré, Moji-Guaçu, São Paulo, Brasil)*. São Paulo, USP, 150p (Dissertação).

Recomendações finais:

Antes do envio do trabalho, verificar se as normas foram seguidas fielmente, se não há erros gramaticais e de digitação, se todas as referências citadas no texto estão presentes na bibliografia citada (de forma correta), se há correspondência entre a numeração das Figuras e Tabelas do texto e as suas impressões em folhas em separado. Caso, a língua não seja de domínio do pesquisador (ex. inglês), fazer uma revisão com profissional habilitado (preferencialmente pesquisador da área). Outras dúvidas, consultar último volume da Acta.

Hydrobiologia

Aims & Scope

Hydrobiologia publishes original articles in the fields of limnology and marine science that are of interest to a broad and international audience. The scope of Hydrobiologia comprises the biology of rivers, lakes, estuaries and oceans and includes palaeolimnology and –oceanology, taxonomy, parasitology, biogeography, and all aspects of theoretical and applied aquatic ecology, management and conservation, ecotoxicology, and pollution. Purely technological, chemical and physical research, and all biochemical and physiological work that, while using aquatic biota as test–objects, is unrelated to biological problems, fall outside the journal's scope. All papers should be written in English. THERE IS NO PAGE CHARGE, provided that manuscript length, and number and size of tables and figures are reasonable (see below). Long tables, species lists, and other protocols may be put on any web site and this can be indicated in the manuscript. Purely descriptive work, whether limnological, ecological or taxonomic, can only be considered if it is firmly embedded in a larger biological framework.

Editorial Policy

Submitted manuscripts will first be checked for language, presentation, and style. Scientists who use English as a foreign language are strongly recommended to have their manuscript read by a native English–speaking colleague. Manuscripts which are substandard in these respects will be returned without review.

Papers which conform to journal scope and style are sent to at least 2 referees, mostly through a member of the editorial board, who will then act as coordination editor. Manuscripts returned to authors with referee reports should be revised and sent back to the editorial as soon as possible. Final decisions on acceptance or rejection are made by the editor–in–chief. Hydrobiologia endeavours to publish any paper within 6 months of acceptance. To achieve this, the number of volumes to be published per annum is readjusted periodically.

Categories of Contributions

There are four categories of contributions to Hydrobiologia:

[1.] Primary research papers generally comprise up to 25 printed pages (including tables, figures and references) and constitute the bulk of the output of the journal. These papers **MUST** be organized according to the standard structure of a scientific paper: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, References, Tables, Figure captions.

[2.] Short research notes, 2–4 printed pages, present concise information on timely topics. Abstract, key words and references are required; the remainder is presented as continuous text.

[3.] Review papers, and Taxonomic revisions are long papers; prospective authors should consult with the editor before submitting such a long manuscript, either directly or through a member of the editorial board. Review papers may have quotations (text and illustrations) from previously published work, but authors are responsible for obtaining copyright clearance wherever this applies.

[4.]Opinion papers reflect authors' points of view on hot topics in aquatic sciences. Such papers can present novel ideas, comments on previously published work or extended book reviews.

Occasionally, regular volumes contain a special section devoted to topical collections of papers: for example, Salt Ecosystems Section and Aquatic Restoration Section.

Online Manuscript Submission

Hydrobiologia has a fully web-enabled manuscript submission and review system. This system offers authors the option of tracking in real time the review process of their manuscripts. The online manuscript and review system offers easy and straightforward login and submission procedures. It supports a wide range of submission file formats, including Word, WordPerfect, RTF, TXT and LaTeX for article text and TIFF, EPS, PS, GIF, JPEG and PPT for figures. PDF is not a recommended format.

Authors are requested to download the Consent-to-Publish and Transfer of Copyrights form from this system. Please send a completed and signed form either by mail or fax to the Hydrobiologia Office.

NOTE:

By using the online manuscript submission and review system, it is NOT necessary to submit the manuscript also as printout + disk. If you encounter any difficulties while submitting your manuscript online, please get in touch with the responsible Editorial Assistant by clicking on 'CONTACT US' from the toolbar.

Manuscripts should be submitted to:

<http://hydr.editorialmanager.com>

<http://hydr.edmgr.com>

Electronic Figures

Electronic versions of your figures must be supplied. For vector graphics, EPS is the preferred format. For bitmapped graphics, TIFF is the preferred format. The following resolutions are optimal: line-figures – 600 – 1200 dpi; photographs – 300 dpi; screen dumps – leave as is. Colour figures can be submitted in the RGB colour system.

Font-related problems can be avoided by using standard fonts such as Times New Roman, Courier and Helvetica.

Language

We appreciate any efforts that you make to ensure that the language use is corrected before submission. This will greatly improve the legibility of your paper if English is not your first language.

Preparing the Manuscript

Manuscripts should conform to standard rules of English grammar and style. Either British or American spelling may be used, but consistently throughout the article. Conciseness in writing is a major asset as competition for space is keen.

The Council of Biology Editors Style Manual (4th edition, 1978; available from the Council of Biology Editors, Inc., 9650 Rockville Pike, Bethesda, MD 20814, USA) is recommended as a vademecum for matters of style, form and for the use of symbols and units (see <http://www.lib.ohio-state.edu/guides/cbegd.html>).

The conventions of the International Union of Pure and Applied Chemistry, and the recommendations of the IUPAC–IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature should be applied for chemical nomenclature (see <http://www.hgu.mrc.ac.uk/Softdata/Misc/ambcode.htm>).

The contents of manuscripts should be well–organized. Page one should show the title of the contribution, name(s) of the author(s), address(es) of affiliation(s) and up to six key words. The first page should also include the following statement: "This paper has not been submitted elsewhere in identical or similar form, nor will it be during the first three months after its submission to *Hydrobiologia*." The abstract should appear on page two. The body of the text should begin on page three. Names of plants and animals and occasional expressions in Latin or Greek should be typed in italics. All other markings will be made by the publisher.

Authors are urged to comply with the rules of biological nomenclature, as expressed in the International Code of Zoological Nomenclature, the International Code of Botanical Nomenclature, and the International Code of Nomenclature of Bacteria. When a species name is used for the first time in an article, it should be stated in full, and the name of its describer should also be given. Descriptions of new taxa should comprise official repository of types (holotype and paratypes), author's collections as repositories of types are unacceptable.

References

References in the text will use the name and year system: Adam & Eve (1983) or (Adam & Eve, 1983). For more than two authors, use Adam et al. (1982). References to a particular page, table or figure in any published work is made as follows: Brown (1966: 182) or Brown (1966: 182, fig. 2). Cite only published items; grey literature (abstracts, theses, reports, etc) should be avoided as much as possible. Papers which are unpublished or in press should be cited only if formally accepted for publication.

References will follow the styles as given in the examples below, i.e. journals are NOT abbreviated (as from January 2003), only volume numbers (not issues) are given, only normal fonts are used, no bold or italic.

Engel, S. & S. A. Nichols, 1994. Aquatic macrophytes growth in a turbid windswept lake. *Journal of Freshwater Ecology* 9: 97–109.

Horne, D. J., A. Cohen & K. Martens, 2002. Biology, taxonomy and identification

techniques. In Holmes, J. A. & A. Chivas (eds), *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*. American Geophysical Union, Washington DC: 6–36.

Maitland, P. S. & R. Campbell, 1992. *Fresh Water Fishes*. Harper Collins Publishers, London.

Tatrai, I., E. H. R. R. Lammens, A. W. Breukelaar & J. G. P. Klein Breteler, 1994. The impact of mature cyprinid fish on the composition and biomass of benthic macroinvertebrates. *Archiv für Hydrobiologie* 131: 309–320.

Offprints and Copyright

Fifty offprints of each article will be provided free of charge. Additional offprints can be ordered when proofs are returned to the publishers. The corresponding author of each paper accepted for publication will receive a Consent-to-Publish/Copyright form to sign and return to the Publisher as a prerequisite for publication.

Developments in Hydrobiology

The book series *Developments in Hydrobiology* reprints verbatim, but under hard cover, the proceedings of specialized scientific meetings which also appear in *Hydrobiologia*, with the aim of making these available to individuals not necessarily interested in subscribing to the journal itself. Papers in these volumes must be cited by their original reference in *Hydrobiologia*. In addition, *Developments in Hydrobiology* also publishes monographic studies, handbooks, and multi-author edited volumes on aquatic ecosystems, aquatic communities, or any major research effort connected with the aquatic environment, which fall outside the publishing policy of *Hydrobiologia*, but are printed in the same format and follow the same conventions. Guest editors of such volumes should follow the guidelines presented above and are responsible for all aspects of presentation and content, as well as the refereeing procedure and the compilation of an index. Prospective editors of special, subject-oriented volumes of *Hydrobiologia/Developments in Hydrobiology* are encouraged to submit their proposals to the editor-in-chief.

Springer Open Choice

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer now provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink. To publish via Springer Open Choice, upon acceptance please click on the link below to complete the relevant order form and provide the required payment information. Payment must be received in full before publication or articles will publish as regular subscription-model articles. We regret that Springer Open Choice cannot be ordered for published articles.

www.springeronline.com/openchoice

Additional information

Additional information can be obtained from:

Springer
Hydrobiologia
P.O. Box 17
3300 AA Dordrecht
The Netherlands
Fax: +31-(0)78-6576254
Tel: +31-(0)78-6576244
Editorial assistant: arina.vankerchove@springer-sbm.com
Website : <http://www.springeronline.com> and

www.springeronline.com/prod/s/DIHY