

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

LUDIMILA CARNEIRO PINHEIRO

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE UM DERRAME DE ÓLEO SOBRE A
MACROFAUNA BENTÔNICA DA ZONA DE ESPRAIAMENTO DAS ONDAS NA
PRAIA DE TRAMANDAÍ - RS**

IMBÉ

2012

LUDIMILA CARNEIRO PINHEIRO

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE UM DERRAME DE ÓLEO SOBRE A
MACROFAUNA BENTÔNICA DA ZONA DE ESPRAIAMENTO DAS ONDAS NA
PRAIA DE TRAMANDAÍ - RS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Ciências biológicas – ênfase em biologia marinha e costeira na Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador (a): Dra. Carla Penna Ozorio

Imbé

2012

P654a Pinheiro, Ludimila Carneiro

Avaliação do efeito de um derrame de óleo sobre a macrofauna bentônica da zona de espraiamento de ondas na praia de Tramandaí – RS. /

Ludimila Carneiro Pinheiro. – 2012.

35f.

Orientador: Carla Penna Ozorio

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de biociências e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. Curso de Ciências Biológicas – ênfase em Biologia Marinha e Costeira. Imbé /Cidreira, BR-RS, 2012.

1. Impacto ambiental em zona costeira. 2. Macrofauna bentônica. 3. Derrame de óleo. I. Ozorio, Carla Penna, orient. II. Título

Adaptado do Sistema de Geração Automática de Ficha Catalógrfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo (a) autor(a).

LUDIMILA CARNEIRO PINHEIRO

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE UM DERRAME DE ÓLEO SOBRE A
MACROFAUNA BENTÔNICA DA ZONA DE ESPRAIAMENTO DAS ONDAS NA
PRAIA DE TRAMANDAÍ - RS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Ciências biológicas – ênfase em biologia marinha e costeira na Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Aprovado em:

Banca examinadora:

Prof^a Dra. Norma Luiza Wurdig

Prof^o Dr. Arno Blankenstein

Prof. Dr. Eduardo G. Barbosa
(Coordenador da atividade Trabalho de Conclusão
II – CBM)

Orientador (a): Dra. Carla Penna Ozorio

Imbé

2012

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha orientadora, Carla Penna Ozorio, por todo o apoio, confiança, paciência e conhecimento a mim transmitido.

Aos meus pais, pelo amor e paciência inesgotáveis, por sempre me mostrarem o caminho certo a seguir e por acreditarem em mim em momentos que até eu mesma duvidava. Nada pode expressar o amor e a gratidão que sinto por vocês.

A toda a minha família, por compreender minha ausência e me dar todo o apoio necessário. Foi muito importante saber que vocês torciam por mim.

Aos bons e velhos amigos, que me mostraram o quanto a distância pode ser insignificante em certos casos.

Às flores do meu jardim, Brenda, Camila, Gabrieli, Janusa, Juliana, e Luciana. Agradeço a vocês por cada risada, cada festa, cada indiada, cada bobagem dita, cada dia de praia e cada abraço verdadeiro. Vocês tornaram a minha vida em Imbé bem mais alegre.

A todos que participaram diretamente deste trabalho: Camila, Juliana, Gabrieli, Brenda, Paulinho, Loreci, Nunes, Ivone, Vivi e Claudio. Sem vocês nada teria se concretizado. Muito obrigada a todos.

Ao Laboratório de Águas, Sedimento e Biologia do Pescado por todo o suporte nas análises. Em especial a Cacinele Rocha, a minha “chefa” querida. Agradeço por todas as “saídas mais cedo”, todos os dias liberados por causa das aulas e claro, todas as conversas, risadas e ensinamentos.

De forma geral, a todos os servidores do CECLIMAR, que contribuíram de alguma maneira para a realização desta pesquisa.

RESUMO

Características como um ciclo de vida relativamente longo e o baixo grau de mobilidade da maioria das espécies tornam a macrofauna um importante instrumento de avaliação de impactos ambientais. Tendo em vista o derrame de óleo, com extensão de 3,5km, ocorrido na praia de Tramandaí (RS), em 26 de janeiro de 2012, decidiu-se avaliar o seu impacto na faixa praial, comparando-se a estrutura da macrofauna na zona de espraiamento das ondas nas áreas atingida (impactada) e não atingida (controle) diretamente pelo derrame. Foram realizadas cinco amostragens: 1, 2, 3, 4 e 12 semanas pós o acidente. A área controle foi estabelecida ao sul, sendo o seu primeiro ponto de amostragem distante de 1,5km do último ponto de amostragem da área impactada. Cada área contou com seis pontos amostrais, separados por 500m, sendo quatro o número de unidades amostrais tomadas em cada um. As amostras foram coletadas com auxílio de um cilindro de PVC de diâmetro 10cm até a profundidade de 20cm e lavadas *in loco* com malha de 0,5mm. Os indivíduos ali retidos foram transferidos para sacos plásticos contendo álcool etílico 70% e posteriormente identificados em nível de espécie e quantificados com auxílio de estereomicroscópio. A análise dos dados, através de ANOVA bifatorial, revelou que houve uma diferença significativa na densidade total de indivíduos entre a área impactada ($\mu= 35,89 \text{ ind}/78,5\text{cm}^2$) e a área controle ($\mu=86,75\text{ind}/78,5\text{cm}^2$) e também interação entre os fatores “área” e “data de amostragem” ($F= 6,122$; $p= 0,000107$). Nas duas primeiras semanas de coleta, a densidade total na área controle apresentou um grande aumento o qual não foi verificado na área impactada. A densidade total em ambas as áreas estabilizou-se a partir da terceira semana, exibindo o mesmo padrão de variação, porém sendo sempre maior na área controle. A densidade total inferior na área impactada se deu especialmente em função do poliqueto *Scoelepis gaucha*, o qual foi bem menos abundante nesta área. Em relação à composição da macrofauna, não houve diferença significativa na riqueza de espécies, sendo esta aproximadamente igual a quatro por unidade de área em ambas as áreas analisadas.

Palavras chave: praia arenosa; macrofauna; óleo.

ABSTRACT

Features such as a relatively long life cycle and the low mobility in most of species make macrofauna an important tool for assessing environmental impacts. In view of the oil spill, with a length of 3.5 kilometers, occurred in Tramandaí beach (RS) on January 26, 2012, it was decided to evaluate its impact in the beach range, comparing the macrofauna structure in the swash zone in the affected area by the spillage (impacted) with the not affected one by the spillage (control). Five samplings were done: 1, 2, 3, 4 and 12 weeks after the accident. The control area was established to the south, being its first point 1.5 km away from the last point of the impacted area. Each area consisted of six sampling points separated by 500m, and four is the number of sample units taken at each point. Samples were collected with the aid of a PVC cylinder of 10 cm in diameter to a depth of 20cm and washed *in loco* with a mesh of 0.5 mm. The individuals held there were transferred to plastic bags containing 70% ethyl alcohol and later identified in species level and quantified with a stereomicroscope. The data analysis through bifactorial ANOVA revealed that there was a significant difference in total density of individuals between the impacted area ($\mu = 35.89 \text{ ind} / 78,5\text{cm}^2$) and control area ($\mu = 86.75 \text{ ind} / 78,5\text{cm}^2$) and also interaction between the factors "area" and "sampling date" ($F = 6.122$, $p = 0.000107$). In first two weeks of samplings, the total density in the control area showed a large increase which was not observed in the impacted area. The total density in both areas has stabilized from the third week, showing the same variation pattern, but it was always bigger in the control area. The lower total density in the impacted area was especially given because of polychaete *Scolelepis gaucha*, which was much less abundant in this area. Regarding the composition of macrofauna, no significant difference in the richness of species, which is approximately equal to four per area unit in both areas studied.

Key words: sandy beach; macrofauna; oil.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 OBJETIVOS.....	9
1.2 JUSTIFICATIVA.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 DESENHO AMOSTRAL.....	14
3.2 COLETA, TRIAGEM, PROCESSAMENTO DE AMOSTRAS E TRATAMENTO DE DADOS	16
4 RESULTADOS	18
5 DISCUSSÃO	27
6 CONCLUSÃO	31
7 REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1 INTRODUÇÃO

Praias arenosas constituem ambientes muito dinâmicos por estarem localizados em zonas entre marés, onde elementos básicos como ventos, água e areia interagem e resultam em processos hidrodinâmicos e deposicionais complexos (BROWN; MCLACHLAN, 2006). Para o Rio Grande do Sul, o estudo deste ambiente tem grande significância, uma vez que seus 620km de costa estão constituídos praticamente por praias arenosas expostas.

Mesmo sendo ambientes relativamente inóspitos, as praias arenosas, especialmente as de estado morfodinâmico intermediário a dissipativo, são habitadas por vários invertebrados, que na faixa praial se distribuem em estratos de acordo com o grau de umidade. Basicamente, neste ambiente, identificam-se três zonas (BROWN; MCLACHLAN, 2006): o supralitoral, que é umedecido pelos borrifos da água do mar ou por ressacas; o mesolitoral, que corresponde a zona de influência direta da maré e o infralitoral, que se encontra constantemente submerso pela água mar. Na faixa praial, a macrofauna apresenta-se mais rica e abundante no supralitoral e no mesolitoral inferior também chamado de zona de espraiamento das ondas. No supralitoral predominam os insetos e outros artrópodos, enquanto na zona de espraiamento poliquetos, moluscos e crustáceos.

As praias arenosas vêm sofrendo diversos tipos de impactos, entre eles a poluição da areia e água marinha, a construção de edificações em sua orla, a urbanização da faixa litorânea, o uso da beira-mar para atividades recreativas. Esses impactos provocam alterações nas condições físicas, químicas e geológicas das praias, que por sua vez resultam em alterações na macrofauna, em sua estrutura e interações tróficas, podendo ocorrer inclusive a substituição de uma comunidade por outra (CARDOSO, 2006). Segundo o mesmo autor, a sensibilidade de uma praia, ou seja, o seu nível de resistência e/ou resiliência às perturbações ambientais, está relacionado com diversas características geomorfológicas da costa, como grau de exposição à ação das ondas, declividade da costa, tipo de substrato e sua permeabilidade.

Observa-se que as fontes mais comuns de poluição em praias são efluentes domésticos e/ou industriais e petróleo e seus derivados, em função de acidentes relacionados com as atividades de transporte deste produto. Segundo Silva (2004), o transporte marítimo do petróleo e seus derivados, quer por acidentes com embarcações, quer pelas operações de carga e descarga, consiste em uma das principais causas da poluição acidental por óleo no mar, especialmente no Brasil.

Vários casos derrames acidentais de óleo já foram relatados, entre eles podemos citar o naufrágio do superpetroleiro *Amoco Cadiz*, que em 1978 derramou 230 mil toneladas de óleo cru ao longo da costa noroeste da França. Este desastre resultou em mortalidade de bivalves, poliquetos e crustáceos, entre outros. Os efeitos sobre o crescimento, recrutamento e mortalidade destes organismos ainda foram observados três anos após o acidente (CONAN, 1983). No Rio Grande do Sul, as praias do Município de Tramandaí estão particularmente sujeitas à poluição acidental por petróleo, pois, próximas da costa, encontram-se duas monoboias as quais fazem parte de um terminal marítimo de carga e descarga de petróleo e seus derivados.

1.1 OBJETIVOS

A presente pesquisa teve o propósito de avaliar o efeito causado por um derrame de óleo, ocorrido no dia 26 de janeiro de 2012, sobre associação macrobentônica da zona de espraiamento na praia de Tramandaí. Os objetivos específicos foram:

- Caracterizar e comparar a estrutura da associação bentônica da zona de espraiamento das ondas em duas áreas na praia de Tramandaí: uma impactada e outra não impactada pelo derrame de óleo.
- Descrever o padrão temporal da associação bentônica da zona de espraiamento nas áreas impactada e não impactada pelo derrame de óleo, considerando os intervalos de 1, 2, 3, 4 e 12 semanas após o acidente.
- Relacionar a associação bentônica da zona de espraiamento com alguns parâmetros abióticos que podem influenciar a estrutura da comunidade nesta situação. (concentrações de hidrocarbonetos e matéria orgânica).

1.2 JUSTIFICATIVA

Estudos de monitoramento e avaliação de impactos causados por acidentes como o ocorrido dia 26 de janeiro em Tramandaí são fundamentais para mensurar o grau de resistência de uma comunidade, bem como a sua capacidade de regeneração frente às perturbações ambientais.

Avaliar o efeito do derrame de óleo sobre a macrofauna, caracterizando sua extensão, é de extrema importância para a manutenção do ecossistema. Assim, com base em estudos

como este, medidas pós-acidente mais adequadas para minimizar as consequências do derrame poderão ser formuladas, garantindo uma melhor recuperação do ambiente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Brasil possui 7.367 km de costa, considerando ainda os recortes litorâneos este valor aumenta para mais de 8.500 km (VASCONCELOS *et al*, 2010). Dentro desta extensão, as praias arenosas constituem um dos mais extensos ambientes litorâneos brasileiros, constituindo importantes áreas de recreação e amortecimento entre os ambientes terrestre e marinho (GIANUCA, 1987).

Dentre os organismos que habitam as praias arenosas encontram-se os invertebrados bentônicos que são classificados em três grupos, macrofauna, meiofauna e microfauna, de acordo com o seu tamanho. A macrofauna bentônica é caracterizada por indivíduos que são retidos em uma peneira com malha 0,5mm. (PEREIRA; SOARES-GOMES, 2002).

De acordo com a exposição a regimes de ondas de diferentes energias foram descritos seis estágios distintos, caracterizados por dois estágios extremos (reflectivo e dissipativo) e quatro intermediários (CALLIARI *et al*, 2003). Segundo Tabajara *et al* (2008), a praia de Tramandaí está entre dissipativa à intermediária, com domínio de ondas, ação de micromarés e sedimento fino. Essas características são importantes para entender o padrão de ocupação da faixa de praia por organismos vivos, já que a ação das ondas parece ser o principal fator físico atuante, e esse possui uma forte relação com o tamanho do grão de areia e a morfologia da praia.

De acordo com Neves e Bemvenuti (2009), a praia de Tramandaí apresenta um padrão de zonação de macrofauna bentônica típico de praias arenosas, seguindo o esquema biológico proposto por Dahl (1952) e o esquema físico proposto por Salvat (1964). Para Neves *et al* , a zonação ocorre em função das peculiares demandas ou tolerâncias de cada espécie aos diferentes fatores ecológicos que resultam em uma distribuição espacial dos organismos em zonas características.

De acordo com Lepka (2008) o modelo de Dahl (1952), é baseado especialmente na distribuição dos crustáceos e propõe que o sistema seja dividido em três partes: a franja subterrestre, onde ocorre tipicamente os anfípodes talitrídeos e/ou caranguejos ocypodídeos; o mediolitoral, ocupado por isópodes cirolanídeos e a franja sublitorânea com a presença de hipídeos. Já Salvat (1964) distinguiu quatro zonas na praia, baseado na umidade e parâmetros físico-químicos do sedimento: a zona seca, local alcançado apenas pela maresia; a zona de

retenção, submetida à ação das marés, mas com alta capilaridade; a zona de ressurgência, fluxo de água dentro e fora do sedimento; e a zona de saturação, região constantemente imersa.

Muitos trabalhos ponderam que os dois esquemas anteriormente descritos se sobrepõem, diferindo apenas no número de zonas. Todavia, o modelo mais aceito atualmente é o McLachlan e Brown (2006) que identifica três zonas, sendo elas o supralitoral, faixa acima do limite superior da maré, a zona litorânea faixa entre aos limites superior e inferior da maré e o infralitoral, faixa abaixo do limite inferior da maré.

Dentro da macrofauna bentônica, os grupos mais abundantes são crustáceos, moluscos e poliquetos, dominando assim quase 90% de toda a biomassa de praias oceânicas (MCLACHAN; BROWN, 2006). Essas comunidades se encontram ao longo do padrão de zonação anteriormente apresentado, porém, uma espécie não está restrita a uma determinada zona na beira de praia, e sim a uma condição física, então as espécies tendem a realizar migrações de acordo com as marés.

A riqueza da macrofauna bentônica aumenta de forma linear de praias reflectivas para praias com características mais dissipativas. A comunidade de praia arenosa está exposta a diversos ciclos (ciclo da lua, ciclo das marés, ciclos de luz) e para que essas espécies consigam se estabelecer nesses ambientes muitas adaptações são necessárias.

As adaptações de uma espécie podem ser de caráter morfológico, fisiológico ou comportamental. Alguns exemplos são cores claras para regular as variações na temperatura; ritmos biológicos associados à dinâmica do ambiente em que vivem e até mesmo a migração com a maré, que representa um mecanismo de fuga dos predadores e da quebra de ondas (VELOSO, 1997). Organismos bentônicos tendem a possuir uma distribuição agregada em função da maior disponibilidade de alimentos, de proteção ou dos parâmetros físicos mais favoráveis para a ocorrência da espécie.

Uma variedade de ações antropogênicas causam impactos temporais e/ou espaciais nas praias arenosas. Dentre estes, podemos citar: atividades de lazer, expansão das populações humanas, estruturas que alteram a paisagem e modificam a geologia local e a poluição.

A poluição sofrida pelas praias tem origem variada, podendo ser efluentes domésticos, efluentes industriais lançados clandestinamente na natureza e poluição por óleo em função de acidentes relacionados com as atividades de transporte marítimo do petróleo e de seus derivados. Não há indícios claros que organismos de diferentes tipos de praias possuam distintas tolerâncias a poluição, porém algumas condições do próprio habitat podem ditar diferentes consequências ecológicas à poluição (MCLACHAN; BROWN, 2006). Em praias

arenosas a poluição tende a ficar retida na areia, interferindo por certo período na comunidade local, caso típico nos eventos de vazamento de óleo.

O óleo, quando chega na zona costeira, pode causar diversos efeitos na fauna local, seja por ação física, na qual ocorre o sufocamento ou a redução da luminosidade, seja por ação ambiental, ocasionando alterações no pH, redução de oxigênio dissolvido ou baixa disponibilidade de alimento, ou seja por ação tóxica direta. A devastação pode chegar a ser quase completa inicialmente, mas a recuperação geralmente acontece com o tempo (MARQUES *et al*, 2002). Algumas espécies, dependendo do seu ciclo de vida, podem levar anos para se recuperar. Em alguns animais ainda pode ser detectado hidrocarbonetos em seus tecidos anos após o derrame (MCLACHAN; BROWN, 2006).

Outro agravante da poluição por óleo em praias arenosas é o fato de que ecossistemas aquáticos, em geral, possuem muitos níveis tróficos em suas cadeias alimentares. Ou seja, além do alto grau de toxicidade, estes compostos ainda são facilmente absorvidos para níveis superiores na cadeia alimentar e podem impactar populações que não foram expostas diretamente ao óleo.

A magnitude do impacto que um derrame de óleo pode causar depende de alguns fatores, tais como: quantidade de óleo lançado ao mar, a forma que o mesmo se encontra, duração da exposição da fauna ao óleo, existência de necton, plâncton ou bentos na área atingida, entre outros (FREIRE, 2006).

Mais problemático do que o próprio óleo têm sido os vários produtos químicos, tais como detergente utilizado para quebrar ou dispersar o óleo na água (MCLACHAN; BROWN, 2006). Esses produtos orgânicos, tanto lipofílicos quanto hidrofílicos, são pulverizados sobre a mancha de óleo para dispersá-la na coluna de água, todavia, assim como os hidrocarbonetos, agem sobre lipídios, inclusive os da membrana celular.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A praia de Tramandaí possui 12 km de extensão e caracteriza-se por ser retilínea, de topografia suavemente ondulada na forma de saliências e reentrâncias, constituída por grandes quantidades de areia quartzosa de granulometria fina (TOLDO JR. *et al*, 1993) e com direção geral NE-SW. Está tipicamente sob regime de micro-maré, com amplitude média de 0,45m, e é dominada por ondas de SE, S e SW com altura média 1,5m (DILLENBURG *et al*, 2005). Os ventos de maior energia são oriundos do quadrante SE, que produzem ondas de até 3,5m no inverno. (TABAJARA *et al*, 2008).

Nesta praia encontram-se duas monoboias, uma de produtos derivados de petróleo (MN 601) e outra de petróleo cru (MN 602), as quais fazem parte de um terminal marítimo utilizado para carregamento e descarregamento destes produtos em navios. Em 26 de janeiro de 2012 ocorreu o vazamento de aproximadamente 1,2 m³ de óleo (Site: www.transpetro.com.br) durante operações de transporte na monobóia MN 602, que está a uma distância de aproximadamente 6km da praia. A empresa responsável pelo terminal, para mitigar o impacto do derrame, fez uso de dispersante na mancha ainda no mar e a remoção mecânica da mesma depois de aportada na praia. O derrame na orla se estendeu por 3,5 km, da barra do Rio Tramandaí à plataforma pesca (Figura 1).



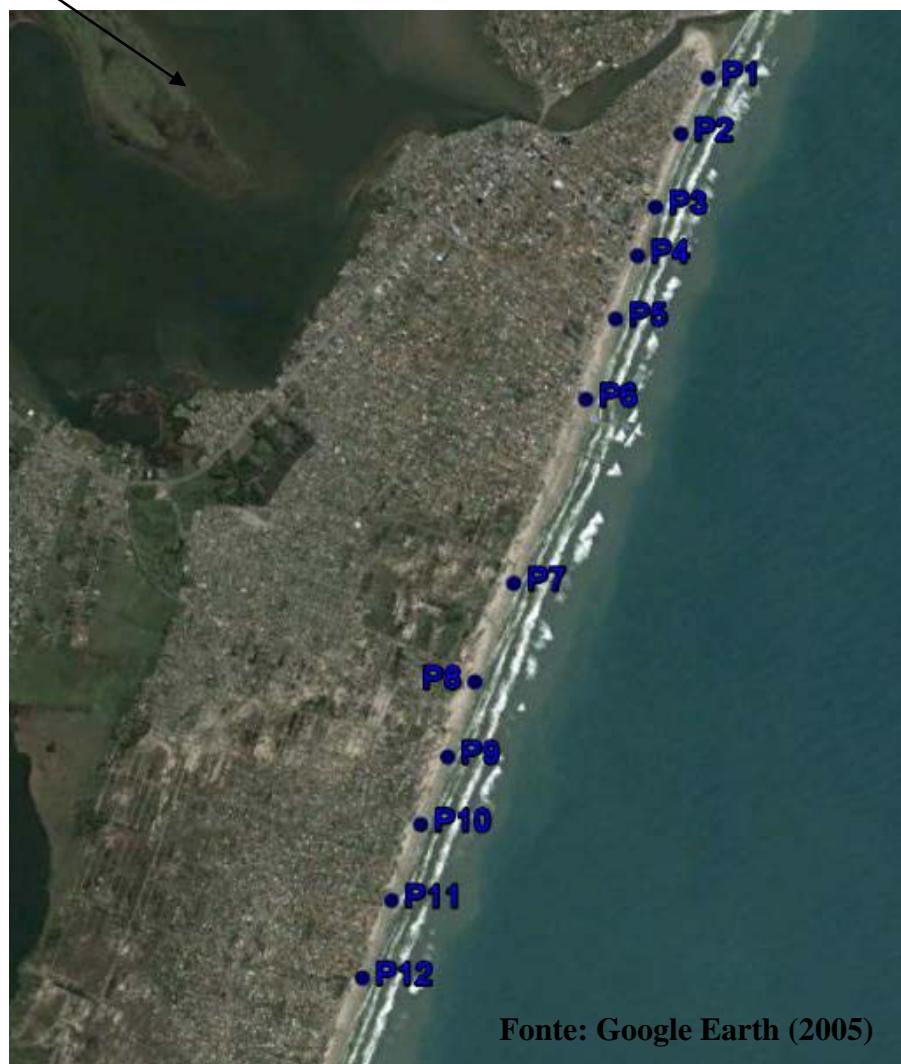
Figura 1: Depósito de óleo sobre a faixa de praia, no dia 26 de fevereiro de 2012, ocasionado pelo derrame acidental. Fonte: site globo. com no dia 26/01/2012.

3.1 DESENHO AMOSTRAL

Para o estudo proposto, definiram-se duas áreas de coleta na praia de Tramandaí (Figura 2): Área impactada (AI): compreende ao trecho entre o canal do estuário de Tramandaí/Imbé até a plataforma de pesca de Tramandaí, no qual a mancha de óleo se depositou após o derrame; Área controle (AC): trecho com início 1 km após a plataforma de Tramandaí, no qual não foi observada a presença de manchas de óleo na areia.

Foram estipulados seis pontos de coleta em cada área, com distância entre si de 0,5 km, sendo os mesmos referenciados com auxílio de GPS eTrex Vista – Garmin. Toda a faixa de amostragem se mostrou ocupada pela população nos meses de verão, não havendo, portanto, grandes distinções quanto aos efeitos potencialmente causados por outras atividades antrópicas.

Em estudos ecológicos da macrofauna na faixa praial, o mais comum e usual é a amostragem por perfil perpendicular a linha da praia (CARDOSO, 2006; FERNANDES; SOARES-GOMES, 2006), que consiste em fazer amostragens perpendiculares a linha da costa que se iniciam a partir da duna embrionária, normalmente colonizada por espécies vegetais pioneiras. Considerando que 1) o supralitoral na faixa de praia analisada apresenta-se parcialmente descaracterizado pela presença de calçadões; 2) a mancha de óleo se depositou praticamente no mesolitoral e 3) nesta faixa, tanto a riqueza como a biomassa de invertebrados é maior no local de espraiamento das ondas (MCLAFLAN; BROWN 2006), decidiu-se avaliar o efeito do derrame sobre os organismos apenas na área do espraiamento das ondas.



Fonte: Google Earth (2005)

Figura 2: Área de amostragem na praia de Tramandaí – RS. Os pontos de amostragem (P) de 1 a 6 correspondem a área impactada pelo derrame de óleo e os pontos de 7 a 12 à área considerada controle.

Cinco amostragens foram realizadas, sendo a primeira no dia 03/02/2012, uma semana após o acidente ambiental, e as demais com intervalos semanais, com exceção da quinta que ocorreu no dia 02/05/2012, 90 dias após o vazamento de óleo.

3.2 COLETA, TRIAGEM, PROCESSAMENTO DE AMOSTRAS E TRATAMENTO DE DADOS

Em cada um dos 12 pontos, quatro unidades amostrais foram obtidas aleatoriamente, com o auxílio de um cilindro de PVC de 10 cm de diâmetro, até uma profundidade de 20 cm no sedimento. O volume da amostra foi lavado *in loco* em água marinha, com malha de 0,5mm, sendo os indivíduos retidos transferidos para sacos plásticos devidamente identificados, contendo solução de álcool etílico 70%. Já nas dependências do Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos (CECLIMAR), os organismos coletados foram identificados através de literatura especializada (BUCKUP *et al*, 2009; AMARAL, 1984; WURDIG *et al*, 2009; POORE *et al*, 2009) até o menor táxon possível e quantificados com o auxílio de um estereomicroscópio da marca Zeiss modelo Stemi DV4.

Também foi coletada uma amostra de sedimento na zona de espraiamento em cada ponto, em todas as amostragens, para posterior determinação das concentrações de TPH (Total Petroleum Hydrocarbon) e matéria orgânica (M.O.) O teor de matéria orgânica foi mensurado em todos os pontos nas cinco campanhas, enquanto o TPH somente em 8 pontos, sendo estes 1, 2, 3, 4 da área impactada e 7, 8, 9 e 10 da área controle, nas coletas dos dias 3/02 e 10/02. Optou-se por mensurar hidrocarbonetos presentes apenas nas duas primeiras semanas, pois, devido ao alto dinamismo da praia, suas concentrações no ambiente diminuem ao longo do tempo, tornando-se indetectáveis pelos métodos padrões, além do custo das análises. O método utilizado para a determinação da M.O. foi calcinação a 500°C (STEWART, 1989), sendo as análises realizadas no Laboratório de Águas, sedimento e biologia do pescado, no CECLIMAR. Já as análises de TPH foram efetuadas segundo Standard Methods 21ed. – AWWA/APHA/WEF, pela empresa Bioensaios Análises e Consultoria Ambiental LTDA. Para evitar qualquer contato com fontes diretas de hidrocarbonetos, o material foi coletado com uma colher de alumínio, de cozinha, e armazenado em bandejas de alumínio devidamente identificadas e logo em seguida levadas ao gelo.

A fim de testar o efeito do derrame de óleo sobre a fauna, foram realizadas análises de variância (ANOVA) bifatorial com as variáveis biológicas (riqueza de espécies, densidade

total e densidade das espécies), utilizando o aplicativo Statistica®. Os fatores avaliados neste teste estatístico foram “área” com dois níveis (impactada e controle) e “data de amostragem” com cinco níveis (dias 03/02, 10/02, 17/02, 24/02 e 02/05). Antes de realizar as análises, os dados de densidade foram convertidos em $\log(x+1)$.

Em relação tratamento estatístico das concentrações de hidrocarbonetos e de matéria orgânica do sedimento, o mesmo tipo de análise estatística foi empregada, além da correlação (R de Spearman) com as variáveis biológicas.

4 RESULTADOS

Durante o estudo foram encontradas 14 espécies (Figura 3). Deste total, 13 espécies ocorreram na área controle e 12 na área impactada, sendo que *Glycera sp.* e *Sigalion sp.* foram registradas apenas na área controle e *Macrochiridothea sp.* apenas na área impactada, todas na última amostragem. Em toda a área estudada foi encontrado um total de 14.718 ind/0,03m², sendo 4.307 ind/0,03m² (29%) registrados na área impactada e 10.411 ind/0,03m² (71%) na área controle.

ESPÉCIES	ORDEM: FAMÍLIA
NEMERTEA	
Espécie não identificada	
POLYCHAETA	
<i>Scolelepis gaucha</i> Orensanz & Gianuca, 1974	Scolelepisnida: Scolelepisnidae
<i>Euzonus furciferus</i> (Ehlers, 1897)	Scolecida: Opheliidae
<i>Glycera</i> sp	Phyllodocida: Glyceridae
<i>Sigalion</i> sp	Phyllodocida: Sigalionidae
MOLLUSCA	
<i>Donax hanleyanus</i> Philippi, 1847	Veneroida: Mesodesmatidae
<i>Mesodesma mactroides</i> Reeve, 1854	Veneroida: Donacidae
<i>Olivancillaria auricularia</i> (Lamarck, 1811)	Neogastropoda: Olividae
MALACOSTRACA	
<i>Excirolana armata</i> (Dana, 1853)	Isopoda: Cirolanidae
<i>Macrochiridothea</i> sp	Isopoda: Valvifera
<i>Bathyporeiapus bisetosus</i> Escofet, 1970	Amphipoda: Exoedicerotidae
<i>Phoxocephalopsis</i> sp.	Amphipoda: Platyscelidae
<i>Tiburonella viscana</i> (Barnard, 1964)	Amphipoda: Phoxocephalopsidae
<i>Emerita brasiliensis</i> Schmitt, 1935	Decapoda: Hippidae

Figura 3: Lista das espécies da associação macrobentônica da zona de espraiamento das ondas na praia de Tramandaí nos meses de fevereiro e maio de 2012.

O molusco bivalve *Donax hanleyanus* foi a espécie dominante nas amostras da área impactada, contribuindo com 60% do total de organismos (Figura 4). Já na área controle, o representante mais abundante foi a espécie *Scolecipis gaucha* totalizando 45% da amostra, enquanto a espécie *D. hanleyanus* representou 36% da mesma.

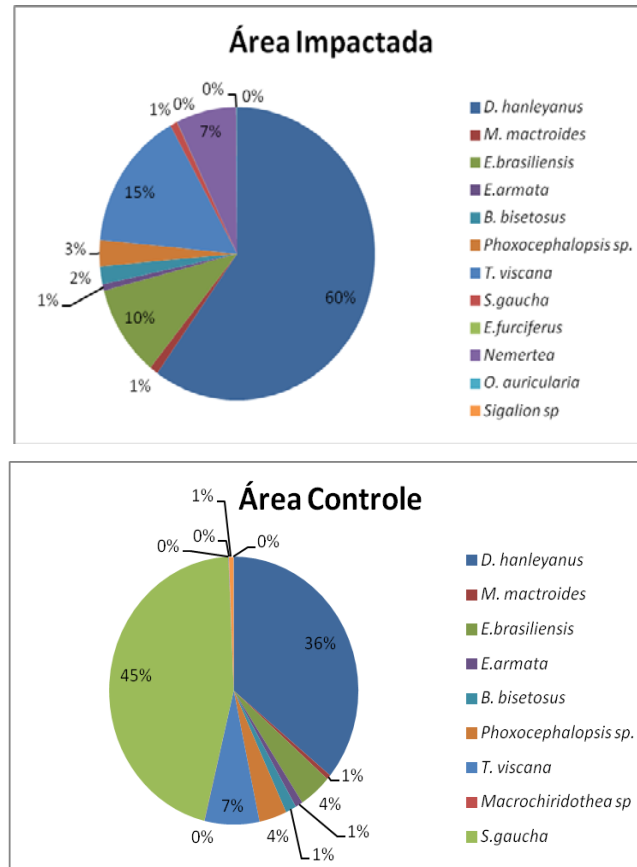


Figura 4: Composição da associação macrobentônica da zona de espraiamento das ondas na praia de Tramandaí nos meses de fevereiro e maio de 2012.

O isópodo *Macrochiridothea sp.*, o gastrópode *O. auricularia* e os poliquetos *Glycera sp.*, *Sigalion sp.* e *E. furciferus* apresentaram baixa frequência nas coletas (Tabela 1), aparecendo raramente e influenciando pouco a densidade total de indivíduos, todavia contribuíram efetivamente para a riqueza de espécies encontrada em cada área.

Tabela 1: Médias das variáveis biológicas (ind/ 78,5 cm²) da associação macrobentônica da zona de espraiamento das ondas nas áreas impactada (AI) e controle (AC) em Tramandaí nas em fevereiro e maio de 2012.

	03/02		10/02		17/02		24/02		02/05	
	AI	AC	AI	AC	AI	AC	AI	AC	AI	AC
<i>D. hanleyanus</i>	8,6	18,2	11,0	22,7	26,3	40,3	24,2	32,7	37,1	41,9
<i>M. mactroides</i>	0,4	0,92	0,5	0,4	0,1	0,2	0,7	0,6	0,1	0,4
<i>E. brasiliensis</i>	3,6	4,1	3,2	2,65	3,6	5,3	5,5	5,5	2,2	0,9
<i>E. armata</i>	0,7	1,9	0,2	0,16	0,8	0	0,1	2,04	0,1	0,1
<i>S. gaucha</i>	0,3	39,2	0,9	153,1	0,1	4,5	0,1	0,4	0,04	0,2
<i>B. bisetosus</i>	0,1	0,75	0,2	0,83	0,5	1,1	0,9	0,5	1,8	2,8
<i>Phoxocephalopsis sp.</i>	0,7	1,7	1,2	2,16	0,6	3,9	0,04	3,4	2,5	4,3
<i>T. viscana</i>	8,4	6,2	5,0	5,5	4,4	7,0	7,6	9,6	2,4	2
<i>Macrochiridothea sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>E. furciferus</i>	0	0,1	0	0	0	0,1	0,04	0	0	0
<i>Glycera sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>Sigalion sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0
<i>O. auricularia</i>	0	0,04	0,04	0	0	0	0,04	0,04	0,1	0,04
<i>Nermertea (espécie não identificada)</i>	2,6	0,3	2,1	0,4	3,6	0,4	3,6	1,08	0,8	0,3
Densidade total	25,6	73,2	24,5	188,5	39,3	62,9	42,8	56	47,2	53
Riqueza de espécies	4,4	4,9	4	4,3	4,1	4,2	4,7	5,4	4,7	5

A análise estatística empregada nos dados de densidade total de indivíduos revelou que esta variável foi significativamente menor na entre a área impactada ($\mu= 35,89$ ind/78,5 cm²) em relação à área controle ($\mu=86,75$ ind/78,5cm²) (Tabela 2). A figura 4 mostra que, ao longo do período do estudo, as médias desta variável foram sempre maiores na área controle especialmente nas primeiras semanas.

Tabela 2: Resultados da ANOVA bifatorial para a variável densidade total de indivíduos da associação macrobentônica da zona de espraimento das ondas praia de Tramandaí nos meses de fevereiro a maio de 2012.

		Nível de		Nível de	Erro
		impacto	Data	impacto*data	
Densidade total de	gl	1	4	4	230
indivíduos	Qm	4,8037	0,2172	0,7547	0,1233
	F	<u>38,965</u>	1,762	<u>6,122</u>	
	p	<u>0,000000</u>	1,137442	<u>0,000107</u>	

A mesma análise também revelou a existência de interação entre os fatores “área” e “amostragem” (Tabela 2). Nas duas primeiras coletas (03/02 e 10/02), enquanto a densidade total de indivíduos exibiu um grande aumento na área controle, na área impactada suas médias permaneceram baixas (Figura 5). A média da densidade total de indivíduos na coleta do dia 10/02 foi a maior registrada ($\mu=106,37$ ind/0,03m²). Já na terceira coleta, isto é, em 17/02, observou-se um fenômeno contrário, no qual a densidade total de indivíduos se elevou na área impactada, mas sofreu uma redução na área controle. Então, a partir desta data, as médias da densidade total de indivíduos, em ambas as áreas, estabilizaram-se, exibindo o mesmo padrão de variação, porém sendo sempre maior na área controle (Figura 5).

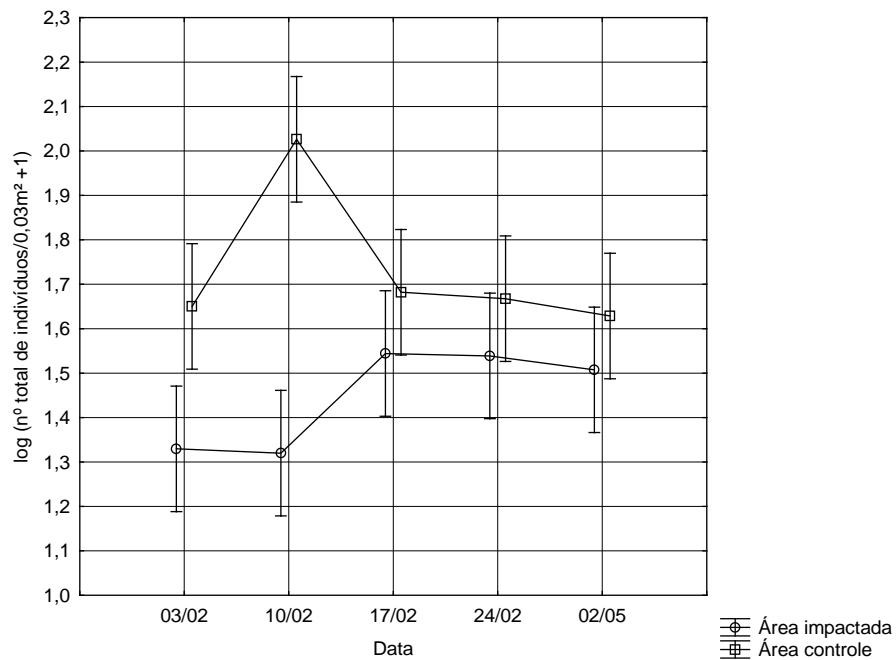


Figura 5: Variação temporal da densidade total de indivíduos da associação macrobentônica da zona de espraiamento das ondas na praia de Tramandaí nos meses de fevereiro e maio de 2012.

Ressalta-se que a densidade total foi muito influenciada pelas densidades do poliqueto *S. gaucha*, uma vez que esta espécie foi a mais abundante durante o estudo. Este fato pode ser claramente evidenciado quando se analisa conjuntamente a variação temporal dessas variáveis (Figuras 5 e 7e).

Tabela 3: Resultados da ANOVA bifatorial para a variável riqueza de espécies da associação macrobentônica da zona de espraiamento das ondas na praia de Tramandaí nos meses de fevereiro e maio de 2012.

		Nível de impacto	Data	Nível de impacto*data	Erro
Riqueza	Gl	1	4	4	230
	Qm	8,817	8,308	0,608	1,696
	F	5,197	4,898	0,359	
	P	0,023538	0,000829	0,837884	

Em relação a variável riqueza de espécies não foram constatadas diferenças significativas entre os níveis dos fatores “área” e “amostragem”, bem como interação entre ambos (Tabela 3). A variação temporal desta variável foi semelhante nas duas áreas estudadas, sendo os valores na área controle ligeiramente superiores (Figura 6).

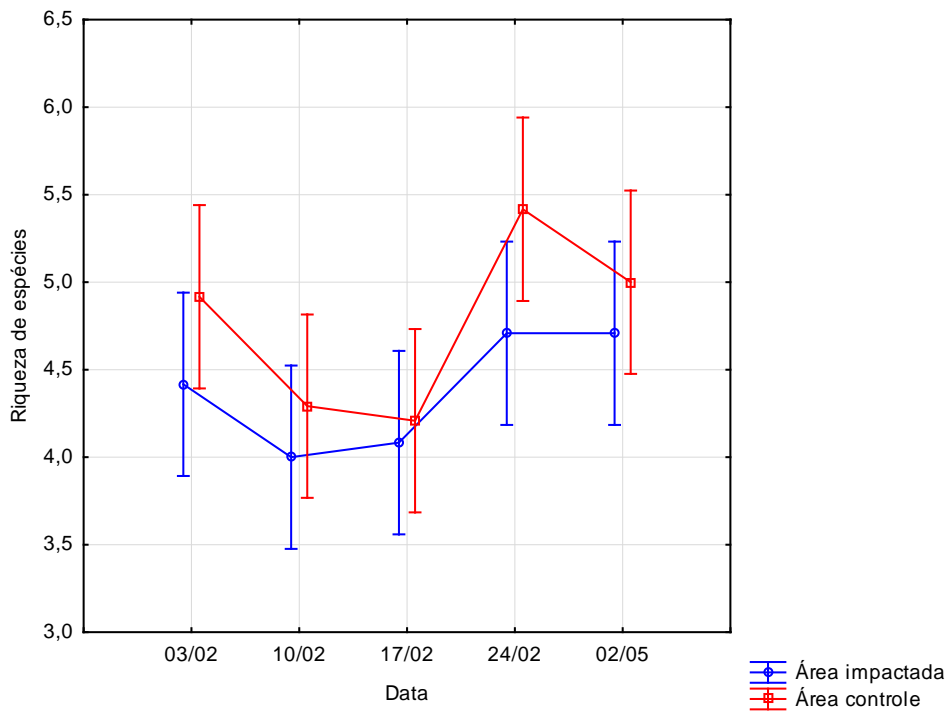


Figura 6: Variação temporal da riqueza de espécies da associação macrobentônica da zona de espraiamento das ondas na praia de Tramandaí nos meses de fevereiro e maio de 2012.

Das 14 espécies encontradas na zona de espraiamento, sete foram consideradas frequentes e abundantes, sendo, portanto, analisadas também pelo teste ANOVA bifatorial, cujo resultado encontra-se na tabela 5. *S. gaucha* apresentou diferenças significativas nos dois fatores e também interação entre os mesmos; *Phoxocephalopsis* sp. apresentou uma alteração significativa somente quando comparado com o fator nível de impacto e *D. hanleyanus* e *B. bisetosus* exibiram diferenças significativas nas densidades médias entre amostragens (Figura 7).

Tabela 5: Resultados da ANOVA bifatorial para as densidades das espécies da associação macrobentônica da zona de espraimento das ondas, com maior frequência e abundância na praia de Tramandaí nos meses de fevereiro e maio de 2012.

		Nível de impacto	Data	Nível de impacto*data	Erro
<i>D. hanleyanus</i>	gl	1	4	4	230
	Qm	1,6387	2,4650	0,0481	0,2033
	F	8,061	<u>12,126</u>	0,237	
	P	0,004927	<u>0,000000</u>	0,917466	
<i>E. brasiliensis</i>	gl	1	4	4	230
	Qm	0,02242	0,90871	0,08812	0,14646
	F	0,1531	6,2043	0,6017	
	P	0,695975	0,000093	0,661815	
<i>E. armata</i>	gl	1	4	4	230
	Qm	0,176329	0,317538	0,116930	0,043080
	F	4,09308	7,37093	2,71427	
	P	0,044216	0,000013	0,030735	
<i>B. bisetosus</i>	gl	1	4	4	230
	Qm	0,42794	0,92003	0,12305	0,04587
	F	9,3031	<u>20,0590</u>	2,6828	
	P	0,002520	<u>0,000000</u>	0,032337	
<i>Phoxocephalopsis sp.</i>	gl	1	4	4	230
	Qm	3,73451	0,92920	0,27538	0,10833
	F	<u>34,4735</u>	8,5775	2,5420	
	P	<u>0,000000</u>	0,000002	0,040551	
<i>T. viscana</i>	gl	1	4	4	230
	Qm	0,01571	1,25672	0,06196	0,18324
	F	0,0857	6,8585	0,3381	
	P	0,769962	0,000031	0,852082	
<i>S.gauchia</i>	gl	1	4	4	230
	Qm	6,98734	3,31380	1,93822	0,25462
	F	<u>27,44271</u>	<u>13,01473</u>	<u>7,61225</u>	
	P	<u>0,000000</u>	<u>0,000000</u>	<u>0,000009</u>	

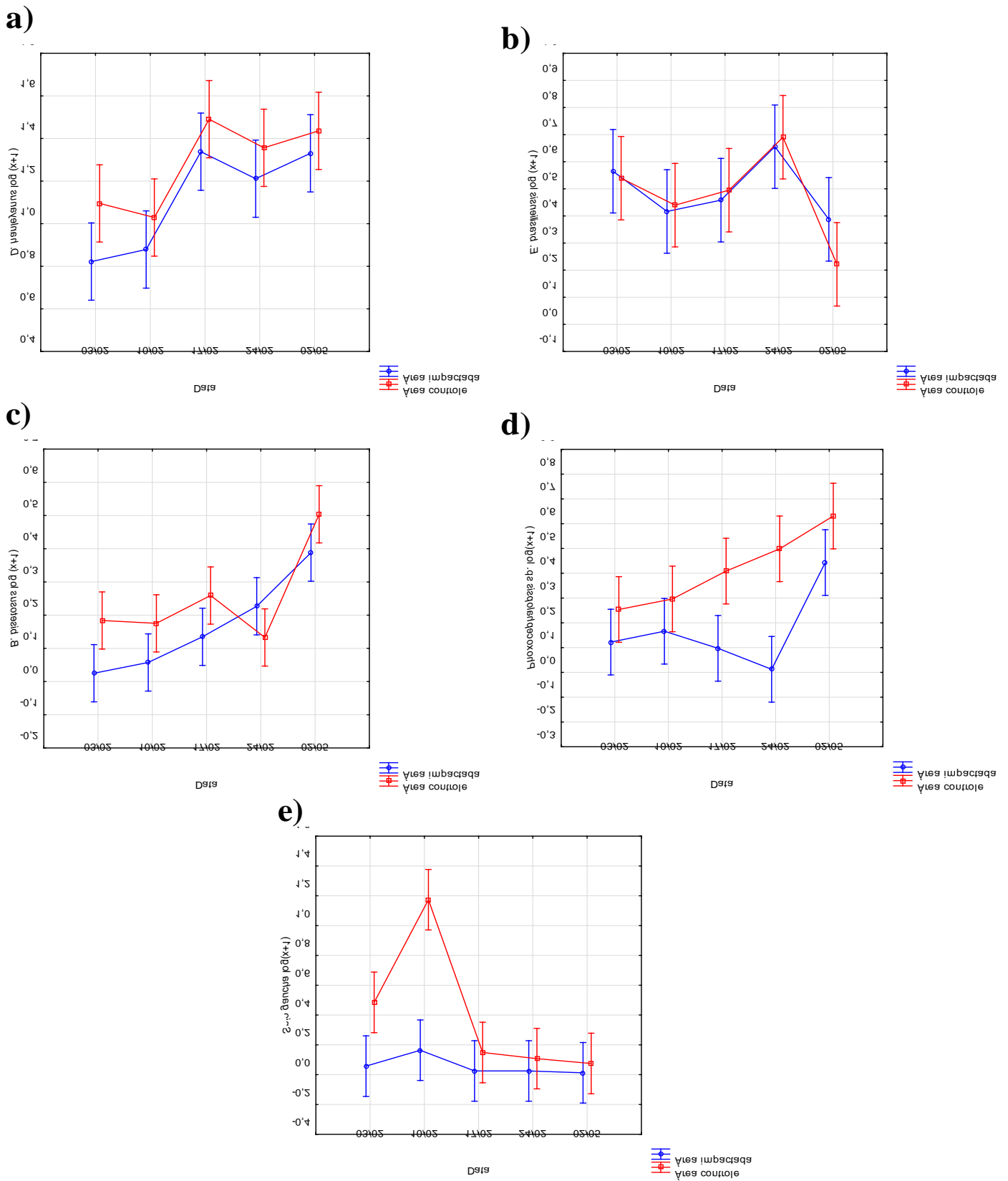


Figura 7: Variação temporal da densidade de *D. hanleyanus* (a), *E. brasiliensis* (b), *B. bisetosus* (c), *Phoxocephalopsis* sp. (d) e *S. gaucha* (e) na zona de espraiamento das ondas na praia de Tramandaí nos meses de fevereiro e maio de 2012.

Para comparação das médias da matéria orgânica (M.O.) (Figura 8) entre as áreas impactada e controle foi empregado o teste não paramétrico de Kolmogorov- Smirnov em função de dados perdidos, que resultaram num n amostral diferente nas duas áreas. Este teste ($p < 0,0500$) constatou que a média (0,47%) na área controle foi significativamente maior do que na área impactada (0,20%). Quanto testada a correlação das porcentagens da M.O. com as densidades total e das espécies, verificou-se correlação positiva fracas com as espécies *D. hanleyanus* ($r=0,320895$; $p=0,005$), *E. brasiliensis* ($r=0,287228$; $p=0,005$) e *Phoxocephalopsis* sp. ($r=0,337686$; $p=0,005$).

Quanto às concentrações de TPH no sedimento, não foi detectado teor algum da substância em questão nas análises realizadas. Todavia, é importante salientar que a sua determinação foi feita a partir de amostras de sedimento coletadas depois da remoção do óleo da orla e armazenadas em freezer por de três meses antes do processamento.

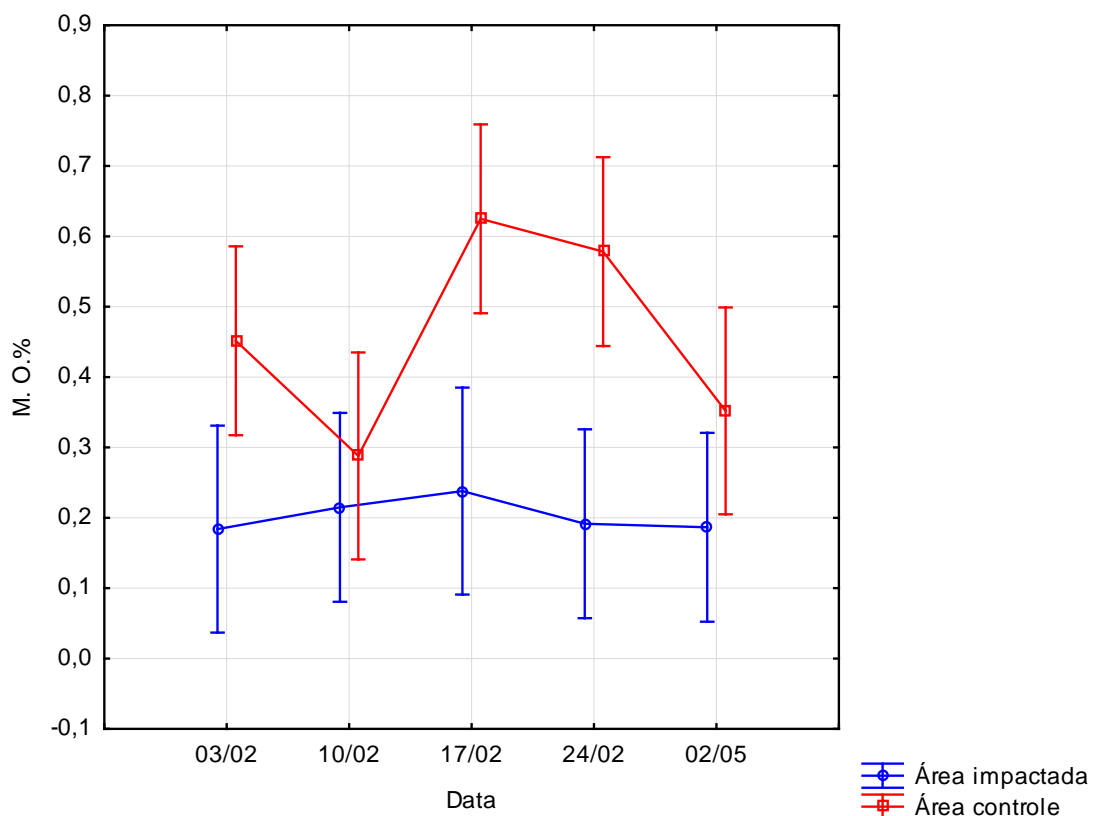


Figura 8: Valor médio da matéria orgânica da zona de espreamento de ondas na praia de Tramandaí nos meses de fevereiro e maio de 2012.

5 DISCUSSÃO

No geral, a fauna de invertebrados constatada, durante o estudo, na zona de espraiamento da praia de Tramandaí, corresponde a de outros trabalhos realizados anteriormente na mesma área (LEAL, 2010; LUIS, 2010). Especialmente na área controle ocorreu o padrão já documentado, isto é, a elevada frequência de ocorrência principalmente das espécies *D. hanleyanus* e *S. gaucha*, exibindo a segunda, geralmente, grandes concentrações de indivíduos.

O isópodo *Macrochiridothea* sp., o gastrópode *O. auricularia* e os poliquetos *Glycera* sp., *Sigalion* sp. podem ser consideradas como espécies mais raras no local de amostragem, uma vez que, além das baixa frequências de ocorrência e densidades, também não foram mencionadas como elementos relevantes na composição da macrofauna da zona de espraiamento por outras pesquisas nas praias do Rio Grande do Sul. O poliqueto *E. furciferus*, espécie típica da zona entremarés das praias arenosas gauchas também apresentou baixa ocorrência e abundância provavelmente pela área de cobertura da amostragem fixada

Em relação à contaminação de praias arenosas por óleo, sabe-se que o alto dinamismo da zona de espraiamento e o constante movimento das ondas e do sedimento fazem com que o substrato com óleo acumulado seja rapidamente lavado. Michel e Hayes (1992) afirmam que, pelo fato de possuir limitada capacidade de penetração na areia, sempre inferior a 10 cm em praias expostas, esta substância é removida naturalmente, e, em alguns casos, uma tempestade moderada já é capaz de retirar o óleo depositado, causando efeitos positivos. Estes autores citam o caso observado em um derrame no Texas, no qual o óleo se depositou e permaneceu em contato com a areia por quase 30 dias, este mesmo foi removido aproximadamente em 90% após a passagem de uma tempestade tropical.

No presente caso, antes da própria ação do ambiente, a remoção grosseira do óleo foi feita pela operação de limpeza da faixa de praia impactada, realizada pela própria empresa responsável pelo acidente com o óleo. Esta operação contou com 150 profissionais atuando na retirada da camada de areia contaminada com o produto, com início na tarde do dia do acidente (26/02/2012) e estendendo-se, ao longo da noite, até a manhã do dia seguinte, quando não era mais percebido visualmente o acúmulo de óleo na faixa de praia.

A análise de variância demonstrou que a densidade total de indivíduos na área controle foi superior, em mais que o dobro, da encontrada na área impactada. Este efeito foi maior nas

duas primeiras semanas de amostragem, nas quais se observou maior diferença entre as densidades totais das duas áreas em decorrência principalmente de uma menor quantidade dos indivíduos de *D. hanleyanus* e *E. brasiliensis* na área impactada e uma maior quantidade dos indivíduos de *S. gaucha* na área controle. Este resultado sugere que, mesmo com a rápida remoção do óleo, o que limitou o tempo de interferência direta do mesmo sobre a associação bentônica, o derrame teve efeito sobre a associação biológica em questão. É improvável que, no momento da limpeza do óleo na areia, tenha ocorrido também a retirada mecânica significativa destes organismos. Isto por que, é sabido que grande parte da macrofauna bentônica concentra-se na zona mais úmida da praia, e o óleo, levado pela maré, depositou-se numa faixa de areia mais seca.

O aumento da densidade total de organismos na área impactada da segunda para a terceira semana indica uma possível resiliência desta associação, uma vez cessada a ação do poluente. Essa capacidade é relatada por outros autores (EGRESS; LANA, 2011; BENDER; CASE; GILPIN, 1984) como uma perturbação de curto período de tempo na comunidade, sem grandes danos ecológicos, frente a algum evento. Todavia, como o incremento na densidade total na área impactada não foi comprovado estatisticamente, esta matéria necessita de mais estudos.

Estudos comprovam que crustáceos e bivalves em geral são pouco resistentes a impactos causados por derrame de óleo. Todavia não foi observada *in situ* a mortalidade das populações destes organismos na área impactada, provavelmente em função ao tempo restrito de contato das espécies com as altas concentrações do poluente. Um fato também a ser considerado é que estes animais apresentam o corpo revestido por uma estrutura (concha e exoesqueleto), o que certamente deve lhes conferir proteção, dependendo das concentrações da substância tóxica. Outra característica desses grupos animais é mobilidade especialmente das espécies presentes na zona de espraiamento, pois se sabe que realizam migrações dentro da zona de mesolitoral, variando com as marés (NEVES; BEMVENUTI, 2009). Esta capacidade pode resultar num comportamento de fuga destas espécies ao perceberem alterações desfavoráveis nas condições ambientais desta zona. Gandra (2002) relatou este tipo de migração em seu estudo, o qual consistia em avaliar o impacto do óleo refinado sobre a macrofauna de uma enseada estuarina. O autor observou que houve uma “fuga” dos indivíduos, da área com óleo depositado nas camadas superficiais, para áreas próximas sem o óleo. Essa estratégia pode ser muito eficiente em eventos de impacto ambiental com curta duração.

Ainda sobre *D. hanleyanus* destaca-se que esta foi a única espécie, entre as mais abundantes, a apresentar diferenças significativas entre as médias de densidade das amostragens. Observando a variação deste parâmetro nas datas de coleta, percebe-se que as densidades médias das duas primeiras foram inferiores, tanto na área controle como na área impactada, em relação às médias nas outras amostragens. Este resultado pode estar relacionado com a interação desta espécie com *E. brasiliensis* pois, analisando a variação temporal das densidades das duas espécies, constatou-se que quando uma aumenta a outra exibe a tendência de diminuir. Este padrão já foi verificado por Caetano e Veloso (2002), que sugerem a hipótese de uma competição interespecífica por espaço e alimento.

Quanto aos anfípodes, *Phoxocephalopsis sp.* foi significativamente mais abundante na área controle, enquanto *B. bisetosus* apresentou um incremento significativo na sua densidade da primeira para a última coleta, especialmente na área impactada. Gesteira e Dauvin (2000) já relataram a baixa tolerância dos anfípodes à poluição por óleo, e indicam esse grupo como bioindicadores ambientais. Bonsdorff, Bakke e Petersen (1990), em um experimento sobre os efeitos do óleo bruto sobre o recrutamento do zoobentos de uma praia de fundo mole, mostram que o óleo causou um efeito negativo sobre os anfípodes, interferindo sobre a densidade da população, especialmente sobre recrutas.

A média inferior na densidade total de indivíduos na área impactada se deu principalmente devido a não ocorrência dos agregados de poliqueto *S. gaucha*. O maior registro de densidade total por ponto desta espécie foi de 3.625 indivíduos na área controle, enquanto de 23 indivíduos na área impactada. Este resultado obtido na área impactada é atípico, pois esta espécie faz parte da associação biológica da zona de espraiamento das ondas nas praias gaúchas, sendo sua característica marcante as densidades populacionais que podem chegar a 100.000 indivíduos m² (SANTOS, 1994). Quando observado o resultado da ANOVA para as densidades médias das espécies mais abundantes, *S. gaucha* foi a única com valor significativamente menor na área impactada.

Luis (2010), em seu estudo para comparar a biomassa de invertebrados da zona entre marés entre praias arenosas com e sem urbanização, registrou a ocorrência dos agregados de *S. gaucha* no mesmo local da área impactada, uma vez que este trecho corresponde à faixa de praia com urbanização utilizada pela autora. Também Leal (2010), no seu trabalho sobre a relação das aves com os recursos alimentares disponíveis na zona entremarés, encontrou o mesmo padrão de densidade deste poliqueto para Tramandaí, na mesma área considerada pelo presente estudo como impactada pelo óleo. Ambos os trabalhos mostram que *S. gaucha*

esteve bem representado nos meses de verão de 2010, sendo o outono a estação com menores valores de densidade, e que a espécie ocorreu em maior quantidade na praia urbanizada (praia de Tramandaí - área impactada) do que na não urbanizada (praia das Cabras).

S. gaucha é um poliqueto de pequenas dimensões, de hábito sedentário, vivendo no interior de túbulos formados por grãos de areia de baixa coesão (SANTOS, 1991). Diferentemente de *D. hanleyanus* e *E. brasiliensis*, *S. gaucha* não tem uma proteção externa rígida, ficando exposto diretamente a ação tóxica de qualquer poluente presente no meio. A sensibilidade de poliquetos já foi relatada por Blanchard, Feder e Shaw (2003) em um trabalho de avaliação do comportamento espacial e temporal da fauna em uma área de oleoduto em Port Valdez. Os autores evidenciaram a redução na densidade de indivíduos de três espécies de poliquetos nas proximidades do difusor (local de saída da água de lastro dos navios).

Mensurar as concentrações da matéria orgânica (M.O.) no sedimento é importante para entender as variações temporais e espaciais das comunidades bentônicas, uma vez que pode indicar a disponibilidade de recurso alimentar local para várias espécies da fauna macrobentônica (MCLACLAN; BROWN, 2006). Quando medida a correlação deste parâmetro com a densidade total e as densidades das espécies, o resultado foi significativamente positivo para a densidade total e para as densidades de *D. hanleyanus*, *E. brasiliensis* e *Phoxocephalopsis* sp., ainda que o valor de r tenha sido relativamente baixo. O fato das concentrações de M.O. não estarem correlacionadas com as densidades de *S. gaucha*, animal reconhecidamente detritívoro, provavelmente se deu em função do efeito do derrame, que foi superior ao aporte de material orgânico.

A área impactada apresentou as porcentagens médias de M.O. menores do que na área controle, sendo o seu desvio padrão também menor na área impactada do que na área controle. Este padrão de variação pode estar relacionado com a operação de limpeza da praia, efetuada pós-derrame, pois na remoção da areia contaminada pelo óleo, também deve ter sido retirada a matéria orgânica eventualmente presente que poderia suprir a zona de espraçamento, diminuindo e uniformizando espacialmente suas concentrações. McLachlan e Brown (2006) afirmam que a limpeza de praias pode privar o ecossistema do aporte de material orgânico importante, como as algas e animais deixados pelo mar sobre a areia. Os autores ainda relatam que as espécies que mais sofrem com a ação física de varredura são os anfípodes e isópodes.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo sugere que houve, de fato, um efeito do derrame de óleo sobre a macrofauna da zona espraiamento das ondas, reduzindo a densidade total de organismos, mas não alterando a riqueza de espécies.

A densidade total de indivíduos mais baixa na área impactada ocorreu especialmente em função do poliqueto que exibiu densidades muito inferiores em relação à área controle e também as já registradas para o local. Tal fato indica um grau de sensibilidade deste poliqueto à presença de óleo na área da faixa praial. Todavia, para confirmar e elucidar de forma clara a resposta desse organismo frente à poluição por óleo, recomenda-se a realização de experimentos toxicológicos em campo e laboratório.

O aumento na densidade total de indivíduos da macrofauna na zona de espraiamento das ondas a partir da terceira semana pós-derrame aponta uma recuperação relativamente rápida e uma certa resiliência desta associação frente à perturbação por óleo. Entretanto, tal consideração deve ser analisada com ressalvas, uma vez que o aumento não foi comprovado estatisticamente.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. C.Z.; NONATO, E.F. Anelídeos poliquetos da costa brasileira. Brasília: CNPQ, 1981-1984. 4v.

BENDER, E.A. ; CASE, T.J. ; GILPIN, M.E. Perturbation experiments in community ecology: theory and practice. **Ecological Society of America**, Arizona. v. 65, n. 1, p. 1-13, 1984.

BLANCHARD, A. L.; FEDER, H. M.; SHAW, D. G. Variations in benthic fauna underneath an effluent mixing zone at a marine oil terminal in Port Valdez, Alaska. **Marine Pollution Bulletin**. Oxford, v. 46, p. 1583–1589, 2003.

BONSDORFF, E.; BAKEN, T.; PEDERSEN, A. Colonization of Amphipods and polychaetes to sediments experimentally exposed to oil hydrocarbons. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, v. 21, n.7, p. 355 – 358, 1990.

BROEDEL, H. A. **Análise experimental dos efeitos do petróleo sobre os macroinvertebrados bentônicos de uma marisma do estuário da Lagoa dos Patos – RS**. 53p. Monografia (Bacharel em Oceanografia), Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, 2004.

BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. Benthic macrofauna communities. In: BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. **Ecology of sandy shores**. 2. ed. Amsterdam: Academic Press, 2006. p. 125 – 161.

BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. Human impacts. In: BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. **Ecology of sandy shores**. 2. ed. Amsterdam: Academic Press, 2006. p. 273 – 301.

BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G.; ARENZON, A. **Os crustáceos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora Universidade da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. 503 p.

CALLIARI, L. J. *et al.* Morfodinâmica praias: uma breve revisão. **Revista brasileira de oceanografia**. São Paulo, v. 51, p. 63-78, 2003.

CARDOSO, C. D. P. **Estudo da macrofauna bêntica de praias do parque estadual da Ilha do Cardoso, como subsídio a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental a derrames de petróleo**. 65 f. Tese (Mestrado em Ecologia), Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

CARDOSO, R.S.; VELOSO, V.G Population dynamics and secondary production of the wedge clam *Donax hanleyanus* (Bivalvia: Donacidae) on a high-energy, subtropical beach of Brazil. **Marine Biology**. Berlin, v. 142, p. 153 – 162, 2003.

CONAN, G. The long-term effects of the Arnoco Cadiz oil spill. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**. Londres, v. 297, n.1087, p. 323-333, 1983.

DILLENBURG, S.R. *et al.* Modificações de longo período da linha de costa das barreiras costeiras do Rio Grande do Sul. **Gravel**. Porto Alegre, v. 3, p. 9 – 14, 2005.

EGRESS, A. G.; LANA, P. C. **Avaliação experimental dos efeitos de óleo diesel sobre a macrofauna bêntica de baixios não vegetados da Baía de Paranaguá (Paraná-Brasil)**. 42 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas costeiros e oceânicos), Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2011.

FERNANDES, R.S.R.; SOARES-GOMES, A. Community structure of macrobenthos in two tropical sandy beaches with different morphodynamic features. **Marine Ecology**. Berlin, v. 27, p. 160–169, 2006.

FREIRE, I. D. S. O.; **Mapeamento de sensibilidade ambiental para derrames de óleo da porção sul da costa do Rio Grande do Sul**. 105 f. Monografia (Bacharel em Oceanografia). Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande. 2006.

GANDRA, M. S. **Estudo experimental do impacto do óleo e suas conseqüências sobre a macrofauna bentônica no estuário da Lagoa dos Patos (RS- Brasil)**. 56f. Monografia (Bacharel em Oceanografia), Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, 2002.

GESTEIRA, J. L. G.; DAUVIN, J. C. Amphipods are good bioindicators of the impact of oil spills on soft-bottom macrobenthic communities. **Marine Pollution Bulletin**. Oxford, v. 40, n. 11, p. 1017 - 1027, 2000.

GIANUCA, N.M. Zonação e produção nas praias arenosas do litoral sul e sudeste do Brasil. **Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira - síntese dos conhecimentos**. Cananéia, v. 1, n.1, p. 313-332, 1987

IBAMA. Ibama, Fepam e Marinha do Brasil divulgam laudo técnico de vazamento de óleo em Tramandaí. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/publicadas/ibama-fepam-e-marinha-do-brasil-divulgam-laudo-tecnico-de-vazamento-de-oleo-em-tramandai> Acesso em: 10 de março de 2012.

LEAL, G. R. **Caracterização do uso da faixa praial por aves migratórias das famílias scolopacidae e charadriidae no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil**. 20 f. Dissertação (Bacharelado em Ciências Biológicas – ênfase em biologia marinha). Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Imbé, 2010.

LEPKA, D. L. Macrofauna de praias arenosas com diferentes graus de morfodinamismo no parque estadual da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. 75f. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

LUIS, A. L. A. **Variação da biomassa como estimativa da produção secundária de uma comunidade de macroinvertebrados da zona entre-marés numa praia subtropical, considerando dois níveis de ocupação humana**. 26 f. Dissertação (Bacharelado em Ciências Biológicas – ênfase em biologia marinha). Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Imbé, 2010.

- MARQUES J., A. N., MORAES, R.B.C., MAURAT, M.C. Poluição marinha. *In*: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha**. 2. ed., Rio de Janeiro: Interciência, 2002. p 311 – 334.
- MICHEL, J.; HAYES, M. O. Sensitivity of coastal environments to oil. *In*: **An introduction to coastal habitats and biological resources for oil spill response**. NOAA, Seattle, p. 3/1 – 3/77, 1992.
- NEVES, L. P. **Variação espaço-temporal da macrofauna bentônica na praia do Cassino, extremo sul do Brasil**. 125f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). Departamento de oceanografia, Fundação Universidade Federal de Rio Grande. Rio Grande, 2006.
- NEVES, L. P.; BEMVENUTI, C. E. Variabilidade diária da zonação da macrofauna bentônica em praias arenosas do litoral norte do Rio Grande do Sul. **Iheringia**, série Zoologia. Porto Alegre, v. 99, n. 1, p. 71-81, 2009.
- POORE, G. C. B.; RAMÍREZ, F.; SCHIARITI, A. A new species of Chaetiliidae (Crustacea: Isopoda: Valvifera) from the Río de la Plata estuary, Argentina-Uruguay, and reconsideration of *Macrochiridothea* and *Chiriscus*. **Zootaxa**, 2009. p. 51-65.
- SANTOS, P. J. P. Morphodynamical influence of a temporary freshwater stream on the population dynamics of *Scolelepis gaucha* (Polychaeta: Scolelepisnidae) on a sandy beach in southern Brazil. **Bulletin of Marine Science**. Miami, v. 48, n.3, p. 657 - 664, 1991.
- SANTOS, P. J. P. Population dynamics and production of *Scolelepis gaucha* (Polychaeta: Scolelepisnidae) on the sandy beaches of Southern Brazil. **Marine ecology progress series**, Amelinghausen, v. 110, p. 159-165, 1994.
- SILVA, P. R. **Transporte marítimo de petróleo e derivados na costa Brasileira: estrutura e implicações ambientais**. 148f. Tese (Mestrado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004
- SOARES-GOMES, A.; PITOMBO, F.B.; PAIVA, P.C. Bentos de sedimentos não consolidados. *In*: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha**. 2. ed., Rio de Janeiro: Interciência, 2002. p. 319 -338.
- STEWART, E.A. (Ed.) Chemical analysis of ecological materials. 2.ed. Oxford, England: Blackwell Scientific Publications, 1989
- TABAJARA, L. L. C. A.; ALMEIDA, L. E. S. B.; MARTINS, L. R. Morfodinâmica bitridimensional de praia e zona de surfe intermediária-dissipativa no litoral norte- RS. **Gravel**, Porto Alegre, v. 6 , n. 1, p. 81-97, 2008. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ceco/gravel/portugues/publica.htm>. Acesso em: 05 de setembro de 2011.
- TOLDO Jr., E. E. *et al* Parâmetros morfodinâmicos e deriva litorânea da praia de Tramandaí – RS. **Geosul**, Florianópolis, v. 8, n. 15, p. 75 – 88, 1993.
- VASCONCELOS *et al*. Cartas de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo e sua distribuição no Brasil. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E

TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3. 2010, Recife. **Anais do ...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2010. 6f.

VELOSO, V. G.; CARDOSO, R. S. E FONSECA, D. B. Adaptações e biologia da macrofauna de praias arenosas expostas com ênfase nas espécies da região entre-marés do litoral Fluminense. **Oecologia brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 3, p. 135-154, 1997.

WURDIG, N. L.; FREITAS, S.M.F.; PINTO, I. D. **Ecossistemas e biodiversidade do Litoral Norte do RS**. Porto Alegre : Nova Prova, 2009. 287p.